

電車線柱の耐震性評価

電力技術研究部

電車線構造研究室 近藤 優一



電車線柱の耐震性評価の概要

(1)用途

- 電車線柱の新設・建替時の安全性や、地震対策の効果などを評価できます。

(2)特長

- 一般的な条件の電車線柱に対して、鉄道事業者が耐震性評価を行うことができるように「電車線路設備耐震設計指針・同解説」を発行しています。
- 「電車線路設備耐震設計指針・同解説」で用いられている標準地震動と異なる地震動を想定する場合や、電車線柱が特殊な構造物上にある場合などには、個別の条件に応じて耐震診断を実施します。

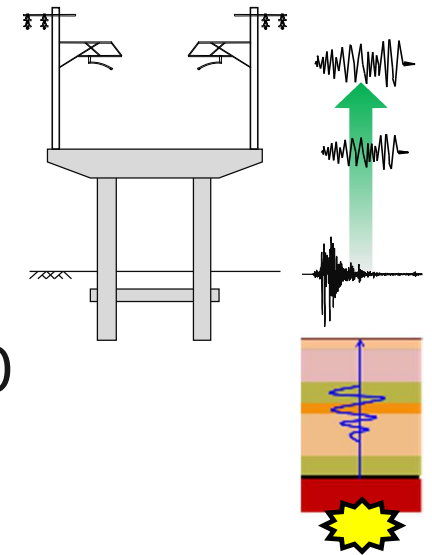
電車線柱の耐震性評価の概要

(3)適用事例

- 首都直下型地震を想定した加速度応答スペクトルの作成
- 特殊な構造を有する土木構造物上の電車線柱の耐震性評価
- 土木構造物の回転振動を考慮した動的解析による電車線柱の耐震性評価

(4)価格とお問合せ先

- 価格 案件ごとにお見積り
- お問合せ先 事業推進部(営業) 042-573-7380



目次

- 電車線路設備における耐震設計の経緯と基本方針
- 電車線路設備耐震設計指針・同解説による耐震性評価
- 個別条件に応じた耐震性評価事例

電車線路設備の耐震設計の経緯

	• 風圧荷重を考慮した設計
1978	宮城県沖地震
	建設中であった東北新幹線の電車線柱に大きな被害
1982	電車線路設備耐震設計指針（案）発行 • 耐震設計導入：電車線路と土木構造物の相互作用を考慮した修正震度法
1995	兵庫県南部地震
	土木構造物に大きな被害・想定地震動の見直し
1997	電車線路設備耐震設計指針（案）改訂 • 土木構造の設計法（塑性設計法）に対応 • 土木構造物と電柱をモデル化した動的解析導入
2011	東北地方太平洋沖地震
2013	電車線路設備耐震設計指針・同解説発行 • 地震動の見直し，ロッキング振動の影響考慮，電柱の固有周期補正

大地震を契機に土木構造物と協調して電車線路設備耐震設計指針を発行・改訂



電車線路設備の耐震性能目標

	L2地震動
想定地震動	構造物の建設地点で考えられる最大級の地震動
電車線設備の耐震性能目標	・電車線路設備の倒壊を防ぐ ・列車の走行区間を支障するような有害な損傷を防ぐ
鉄道構造物の要求性能	構造体としての安全性を確保 ⇒倒壊等の大被害を防ぐ



<http://www.jreast.co.jp/pdf/restore02.pdf>

- 一般的な条件には「電車線路設備耐震設計指針・同解説」により診断
- 個別の条件に応じた耐震診断も実施可能

電車線路設備耐震設計の流れ

震源から順次応答を求めていく

電車線柱の応答値

電車線柱のモデル

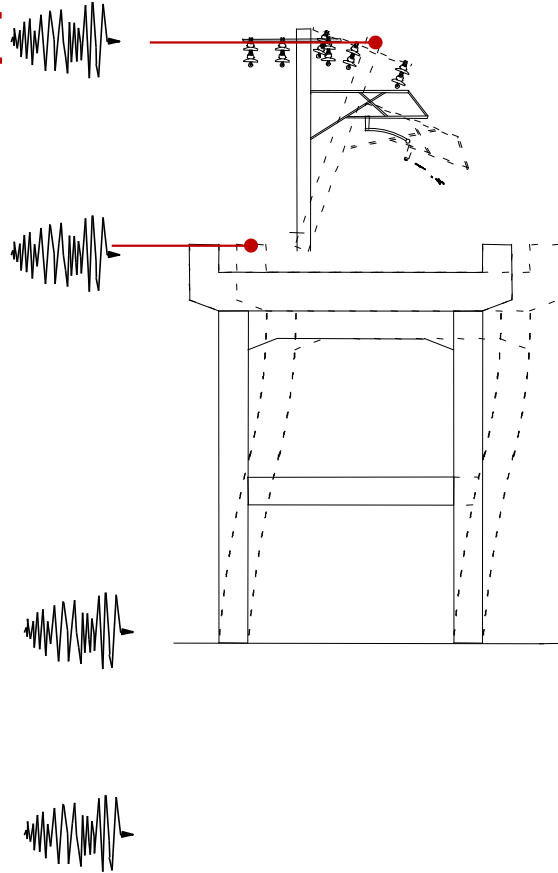
高架橋天端の応答値

高架橋のモデル

地盤毎の適合波

地盤のモデル

地震動波形

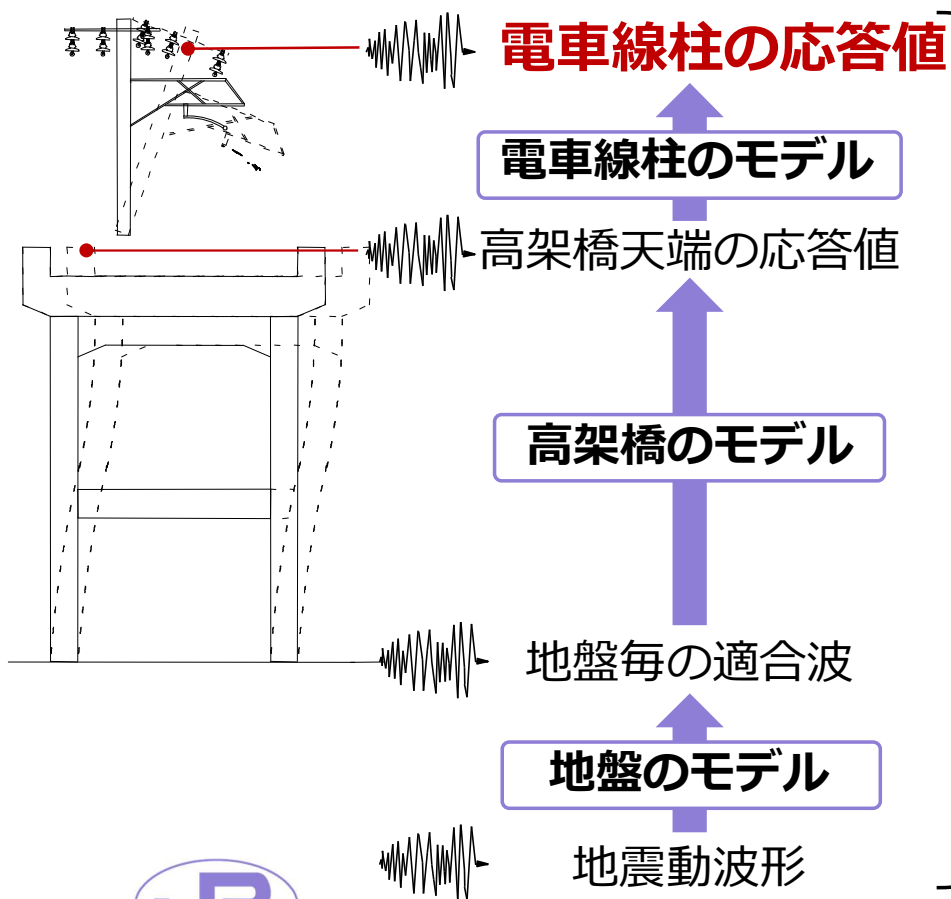


目次

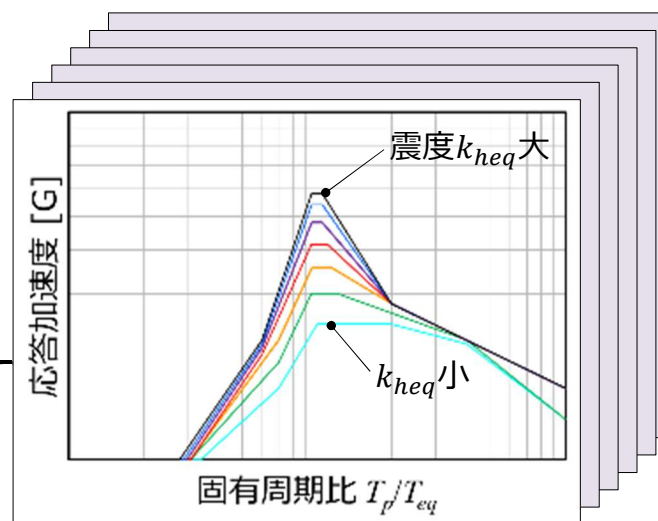
- 電車線路設備における耐震設計の経緯と基本方針
- 電車線路設備耐震設計指針・同解説による耐震性評価
- 個別条件に応じた耐震性評価事例

電車線路設備耐震設計指針の概要

ケースごとのモデル構築・解析は労力大



電柱加速度応答スペクトル



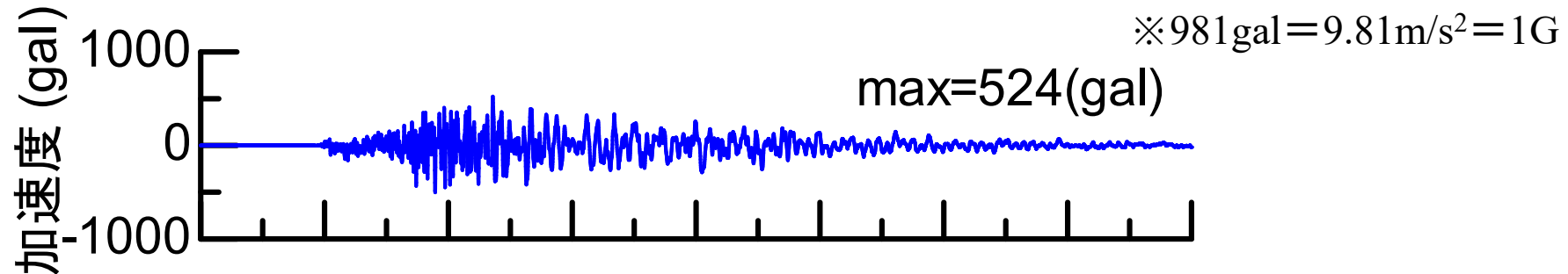
- 電柱種別：
 - コン柱 or 鋼管柱
- 高架橋：
 - 電柱との固有周期比
 - 震度(塑性設計法対応)
- 地盤種別：
 - G1(基盤)～G5(軟弱)
- L2地震動想定

予め1自由度モデルで網羅的に算出した結果を参照することで応答値を推定

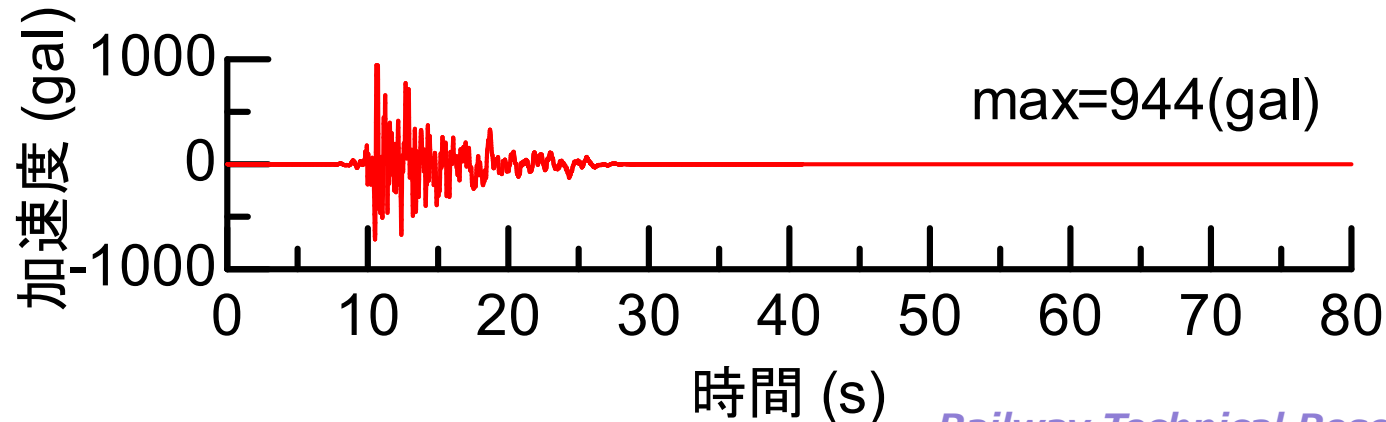
標準L2地震動波形

想定するL2地震動にはスペクトルIとスペクトルIIの両方を考慮

① **スペクトルI** : $M_w=8.0$ の海溝型地震が距離60kmの地点で発生



② **スペクトルII** : $M_w=7.0$ の内陸活断層による地震が直下で発生



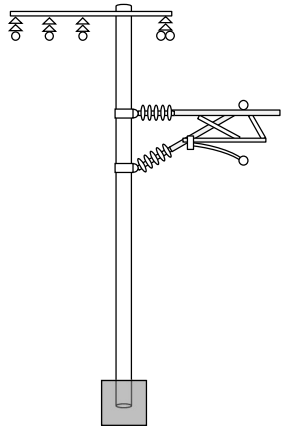
電車線柱の固有周期算定方法

①添架物や②コンクリートのひび割れの影響を乗率で補正

固有周期 T

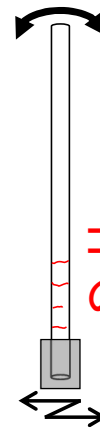
(片持ちはりと仮定して算出)

固有周期 $\alpha_W \times T$



添架物(架線や金具)
による質量増加

固有周期 $\alpha_R \times T$



コンクリート
のひび割れ

添架物なし(素柱)

地震時のコンクリート
ひび割れに伴う剛性
低下

電車線柱種別	固有周期補正乗率	
	α_W	α_R
コンクリート柱	1.1	1.0~1.5
鋼管柱	1.2	1.0



高架橋上電車線柱の一般的な耐震性評価

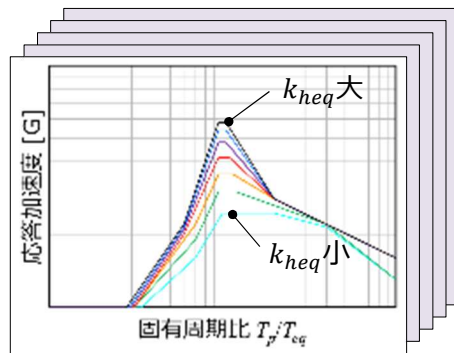
電車線柱条件

- 電柱種別
(コン柱, 鋼管柱)

- 固有周期: T_p
(装柱条件も考慮)

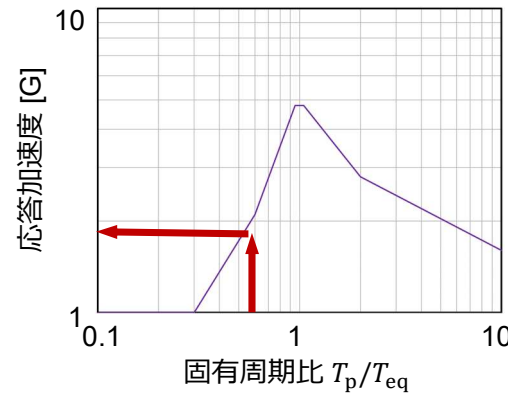
- 装柱条件
- 材料強度, 部材諸元

スペクトルの選定



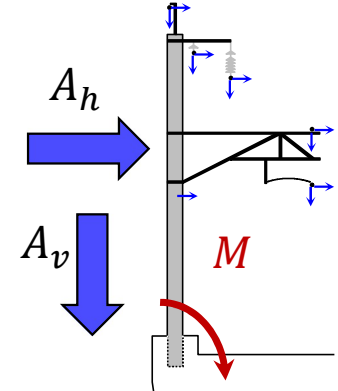
地盤・電柱種別(L2地震動想定)

応答加速度の推定



固有周期比で共振を考慮
 k_θ で補正

断面力・耐力の推定



慣性力による地際モーメント算出
モーメントの限界値算出

- 地盤種別
- 震度: k_{heq}
(構造物全体の折れ曲がり点)

- 等価固有周期: T_{eq}
- 回転水平比: k_θ

土木構造物条件

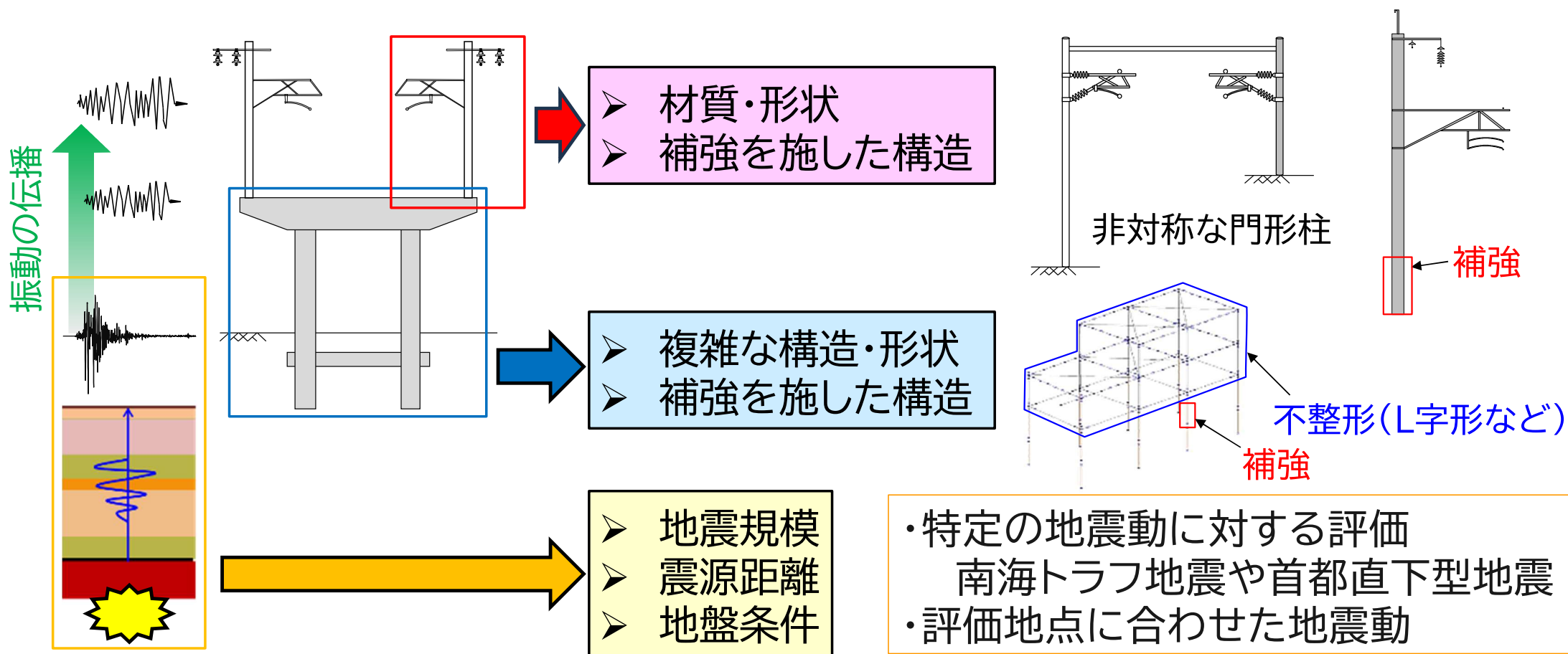
安全性の評価
(地際モーメント < 限界値)



目次

- 電車線路設備における耐震設計の経緯と基本方針
- 電車線路設備耐震設計指針・同解説による耐震性評価
- 個別条件に応じた耐震性評価事例

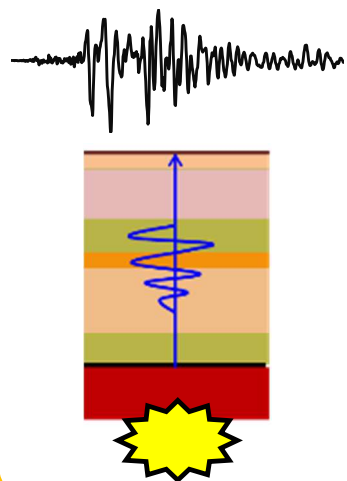
個別条件に応じた耐震性評価事例



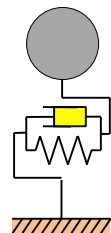
個別条件に応じた耐震性評価事例

特定の地震動に対する評価

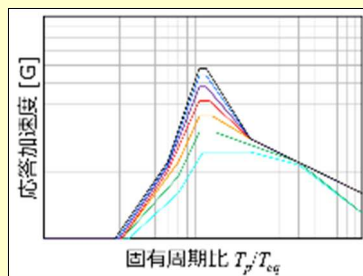
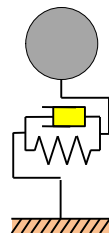
地盤応答解析



高架橋モデル



電車線柱モデル

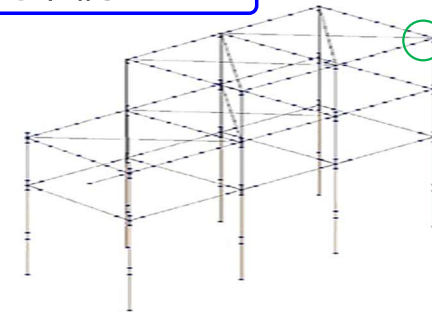


特定の地震動に対する
加速度応答スペクトル

鉄道事業者で耐震性評価可能

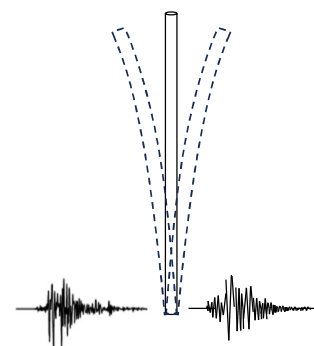
複雑な構造物に対する評価

高架橋モデル



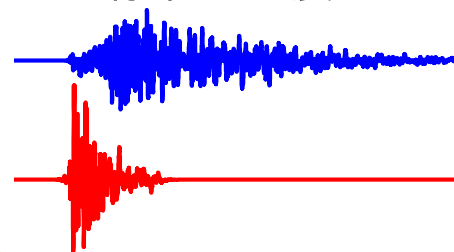
電柱位置

電車線柱モデル



水平 回転
電柱位置の
加速度を入力

標準L2地震動



断面力と耐力の
比較により安全性
評価

まとめ

- 「電車線路設備耐震設計指針・同解説」に基づいた一般的な条件における電車線柱の耐震性評価手法を概説しました。
- 地震動・構造物・電車線柱の個別の条件に応じた耐震性評価事例を紹介しました。

電車線柱の条件に応じて新設・建替時の安全性や地震対策の効果などが評価できます。