

最新の構造解析技術と耐震設計への展開

鉄道地震工学研究センター
(地震応答制御研究室)

本山 紘希



Railway Technical Research Institute

解析技術の開発

解析技術の開発に求める3つの大きな方向性

① 大規模解析

- 路線全体におけるリスクの分析

② 解析手法の精緻化

- 数値解析による現象説明・数値実験ツールの開発

③ 設計計算の高度化

- 構造物の振動特性の分析→新しい解析手法の提案

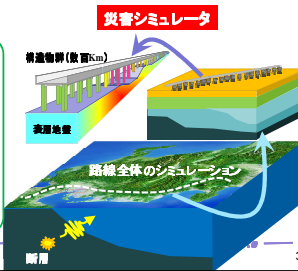


Railway Technical Research Institute

大規模解析:災害シミュレータ

- 路線全体におけるリスクの分析
 - 路線における弱点箇所の抽出→耐震補強戦略の作成
 - 想定する地震ごとの復旧シナリオの設定

- 災害シミュレータの機能
 - 断層～基盤までの地震の伝播を予測
 - 対象路線の全構造物の地震応答を予測
 - 耐震補強戦略や復旧シナリオの作成を支援する可視化



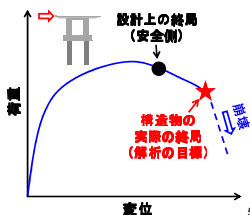
大規模解析:災害シミュレータの開発

<p>深層地盤の情報から自動モデリング</p> <p>兵庫県南部地震では、震災の帯を再現</p> <p>地震動伝播解析</p>	<p>簡易モデル</p> <p>データ入手が困難な場合標準値でモデル化可能</p> <p>詳細モデル</p> <p>概形、鉄筋比、杭径・本数等からモデル化可能</p> <p>構造物の自動モデリングおよび連続解析機能</p>	<p>構造物の損傷の表示機能</p> <p>被災イメージの可視化機能</p>
<p>対象領域を含む広域での3次元FEM解析</p>	<p>路線上の数万～数十万の構造物の応答解析</p>	<p>各構造物の損傷程度を視覚的に把握するための可視化</p>

解析手法の精緻化:き裂進展解析の開発

- 数値解析による現象説明・数値実験ツールの開発
 - ▶ き裂の進展が表現できる有限要素法を開発
 - 構造物の実際の終局状態や崩壊挙動を算定
 - 新工法(耐震補強等)の機能確認のための実物大の数値実験

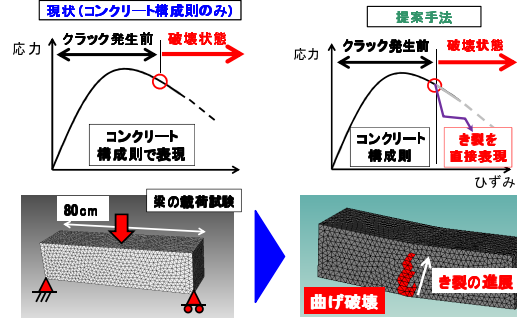
- PDS-FEMの開発
 - 粒子離散化法という不連続関数による離散化法を用いたFEM
 - 破壊挙動の表現が可能
 - 部材単体の終局～構造物全体系の終局までの評価を目指す



コンクリート部材の数値シミュレーション

コンクリートの破壊問題での試算算例

PDS-FEMのプログラムにコンクリート構成則を追加



平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

設計計算の高度化: 動的相互作用

- 構造物の振動特性の分析→新しい解析手法の提案
- ▶ 構造物と地盤の動的相互作用に着目
 - 構造物の応答値を正確に算定するには、構造物と地盤の動的相互作用は重要課題
 - 様々な基礎形式→多様な相互作用のあり方
 - 未解決問題も多い(非線形時の入力損失、逸散減衰等)

取り組んでいる
2つの事例:

斜杭基礎を有する高架橋

パイルベント構造物

平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

斜杭基礎を有する高架橋の地震応答

動的解析により直杭と比較

斜杭の応答 < 直杭の応答
相互作用を適切に考慮する必要がある

平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

斜杭基礎を有する高架橋の挙動

地盤変位の影響で発生する逆ロッキング動

正ロッキング

水平振動と回転振動の向きが同じ

逆ロッキング

水平振動と回転振動が逆向き

動的な相互作用の影響により慣性力を打ち消す方向にロッキングが発生

平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

斜杭基礎 設計計算への展開

所要降伏震度スペクトルを低減する手法の提案

簡易な静的解析から所要降伏震度スペクトルの低減率を算定

$$\alpha^s = 1 - L \frac{\theta_{eff}^s}{u_g^s + u_b^s}$$

静的解析…慣性力を考慮しない応答変位法

所要降伏震度 (周期 [秒])

地盤変位 $u_g^s + u_b^s$

慣性力はゼロ

逆ロッキング量 θ_{eff}^s

平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

パイルベント構造物

通常の地中梁がある
ラーメン高架橋

慣性力の影響

地盤変位の影響

相互作用の影響を考慮した静的解析法により評価

パイルベント構造物

相互作用の影響が不明
→設計計算が困難

平成26年度技術交流会 鉄道地震工学技術交流会

パイルベント 相互作用の観点からの分析

地震応答を慣性力の影響と地盤変位の影響に分けて分析

構造物の天端でも、地盤変位の影響で断面力が発生している

慣性力と地盤変位の組合せを考慮して、応答変位法により評価できないか?

慣性力と地盤変位の位相差(組合せ方)について、さらに検討中

パイルベント構造物における発生モーメント図