

# ロッキング橋脚の補強設計における Engineer's Studio®解析事例

# ロッキング橋脚補強の背景

- 2016年4月の熊本地震での橋梁の被害を受け、国土交通省が道路橋の補強対策のさらなる強化を決定
- 特にロッキング橋脚を有する橋梁で被害が大きかったが、未対策の橋梁が高速道路、国道、重要な地方道に多数存在



九州自動車道のロッキング橋梁の落橋  
国土交通省「道路における震災対策」

<http://www.mlit.go.jp/road/bosai/measures/index1.html> より



まずは重要な450橋を  
3年間で一斉補強することが決定



Engineer's Studio®により解析可能  
解析支援サービスによるサポートも可能

自治体管理の跨道橋約400橋も今後5年間で優先的に実施

④ ロッキングピア 未対策の約450橋を3年程  
度で耐震補強



段差が生じないように支承の補強や交換も加速化

国土交通省は、16日に開催した社会資本整備審議会第57回基本政策部会において、①高速道路や直轄国道や同道路を跨ぐ跨道橋などのロッキング橋脚を有する約450橋について、概ね3年程度で耐震補強を実施することを決めた。②また、ロッキングピアだけでなく高速道路や直轄国道を跨ぐ跨道橋（約400橋）については、少なくとも落橋・倒壊の防止を満たすための対策を今後5年間で優先的に支援を実施していく方針（直轄国道・高速道路本体が）。③合わせて路面に大きな段差が生じないように支承の補強や交換などを行う対策を加速化することも決めた。（井手迫瑞樹）

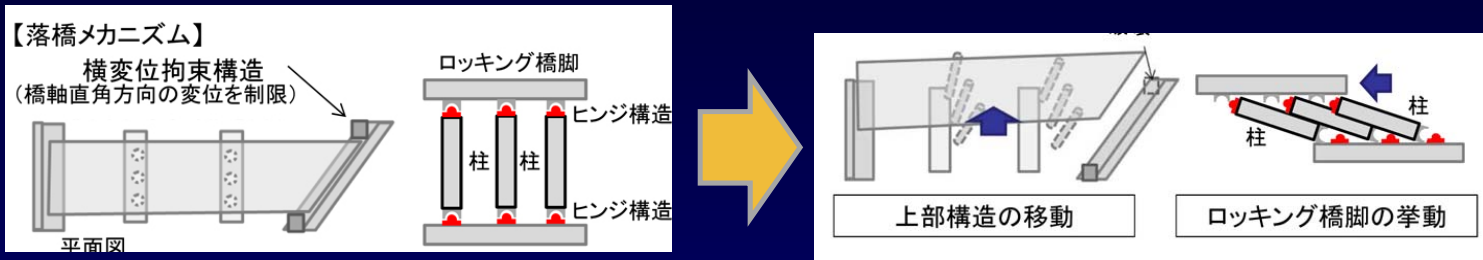
道路構造物ジャーナルNET

<https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/news/detail.php?id=230&page=1> より

# 補強の方法 (国交省報道発表資料より)

## • ロッキング橋梁の被害メカニズム

橋脚柱の上下がヒンジ支承となっており、橋台の支承が破壊すると簡単に倒壊する。  
 L1地震動で設計された橋梁もあり、L2地震動で落橋する危険性大



## • 補強の方法・・・国交省が基本方針を策定

橋脚をコンクリート増厚し、基礎、上部工と剛結させる方法が基本。



橋梁によっては、支承の交換や  
 落橋防止装置の設置も行う。

(落橋防止は、別製品『落橋防止  
 システムの設計計算』で設計可能)



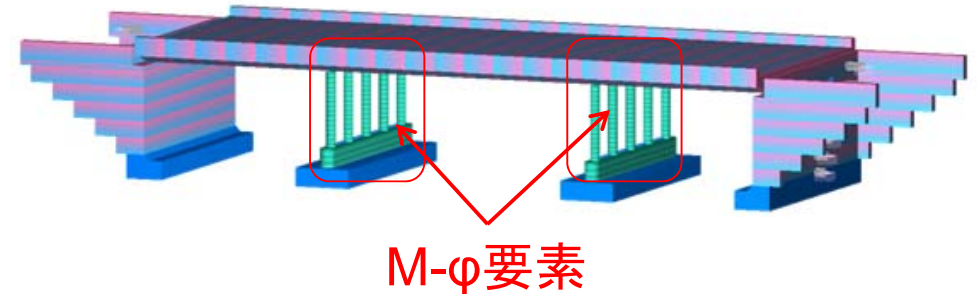
# Engineer's Studio®による解析事例

- ロッキング橋脚を有する桥梁の

## レベル2地震時非線形動的解析

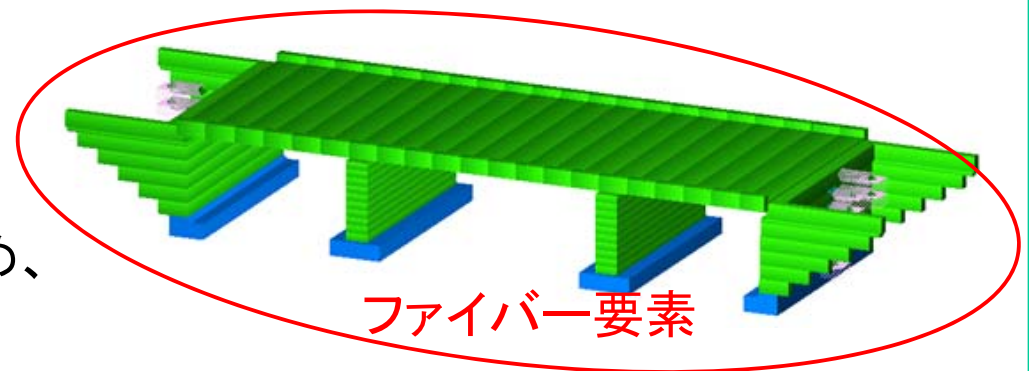
### 現況解析モデル

- 橋脚の上下端をピン(ばね要素)で結合
- 橋脚に塑性化を考慮するため、非線形要素(M- $\phi$ 要素)でモデル化



### 補強解析モデル

- 橋脚をコンクリート増厚して補強し、壁式に
- 橋脚、橋台を上部工と剛結
- 橋脚、橋台、上部工に塑性化を考慮するため、非線形要素(ファイバー要素)でモデル化



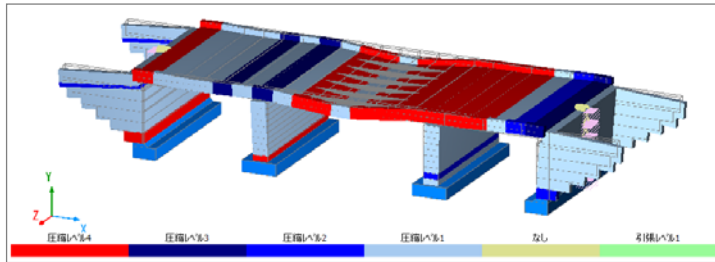
※ファイバー要素では、軸力変動や2軸曲げを考慮した解析が可能

## 解析結果

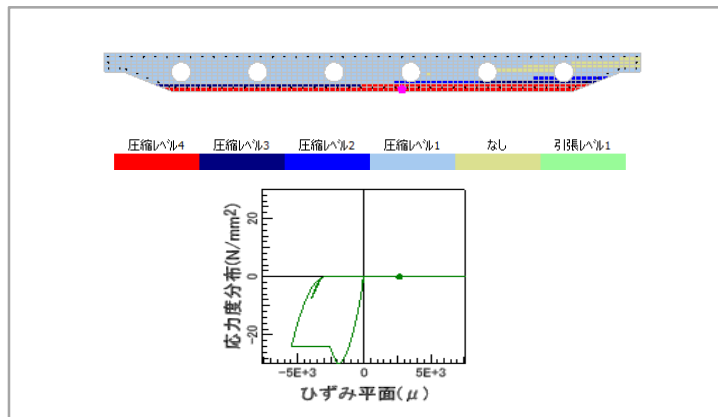
### ファイバー要素を用いた補強モデルの解析結果

#### ファイバー要素の損傷図

材料(コンクリート、鉄筋)の  
 応力-ひずみ関係から得られる損傷図



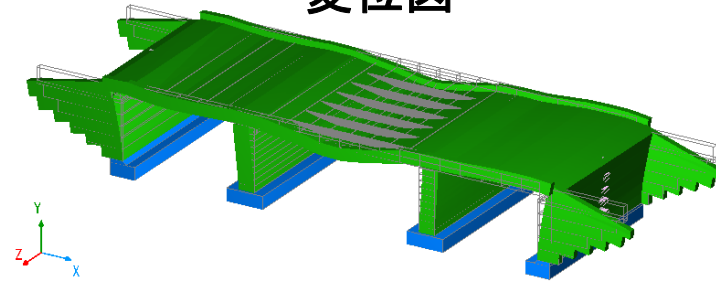
要素単位での損傷図



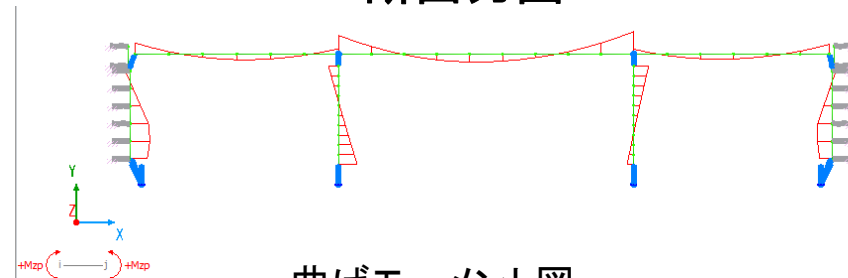
断面内のセルごとの損傷図

降伏点や最大耐荷力点を超過したかどうか  
 を各セル毎に確認可能

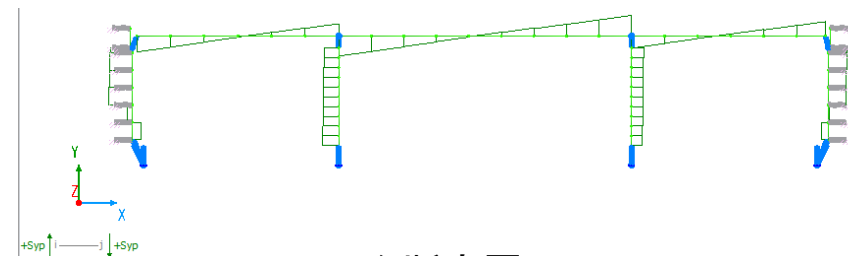
#### 変位図



#### 断面力図



曲げモーメント図



せん断力図

# Engineer's Studio®概要(1)

- FORUM8自社開発による3次元FEM解析ソフトウェア
- 各種材料、各種要素を使用した材料非線形、幾何学的非線形の動的解析が可能
- 旧来のUC-win/FRAME(3D)と互換性有
- 多数のUC-1製品との連携が可能 (例: 橋脚の設計・3D配筋)
- 価格とグレード

Engineer's Studio® Ver.6 Ultimate	¥1,920,000
Engineer's Studio® Ver.6 Ultimate (前川モデル除く)	¥1,230,000
Engineer's Studio® Ver.6 Ultimate (ケーブル要素除く)	¥1,590,000
<b>Engineer's Studio® Ver.6 Advanced</b>	<b>¥840,000</b>
Engineer's Studio® Ver.6 Lite	¥570,000
Engineer's Studio® Ver.6 Base	¥369,000

一般的な橋梁の動的解析はAdvanced版で対応可能  
 (Advanced版搭載オプション・・・固有値解析、動的解析、M-φ、ファイバー、非線形ばね、幾何学的非線形、平板要素など)

## 解析機能の特長

- M- $\phi$ 要素・・・断面の曲げモーメントー曲率関係をもとに非線形挙動を解析可能。
- ファイバー要素・・・断面をセル分割し、各セルの応力ーひずみ関係から断面の非線形挙動を解析。複雑な断面形状やさまざまな複合材料を有する断面、軸力変動の影響など精密に解析可能。
- ばね要素・・・支承、地盤ばね、衝突ばね、緩衝装置などの非線形挙動を解析可能
- 平板要素・・・板の曲げ挙動を解析可能。非線形構成則に前川コンクリートモデル(分散ひび割れモデル)を採用
- 減衰要素・・・速度依存型の減衰ダンパーを解析可能
- ケーブル要素・・・カテナリー型のケーブルの挙動を解析可能。  
吊橋や斜張橋等に適用可能