

# 支承部の破壊特性を考慮した地震応答解析による 落橋防止装置の地震時挙動に関する検討

九州大学大学院 学生会員 ○永原 稔之

(株)耐震解析研究所 正会員 馬越 一也

九州大学大学院 正会員 崔 準祐

## 1. はじめに

近年、既設橋梁の耐震補強策として、落橋防止装置を用いるケースが増えてきている。落橋防止装置は支承部破壊後の上部構造の落下という致命的な被害を防ぐために設置するものであり、その設計の際には支承部の地震時挙動や破壊特性を考慮した地震応答解析が不可欠であると考えられる。

本研究では、落橋防止装置の地震時挙動および設計地震力を精度よく評価することを目的とし、鋼製支承を有する既設3径間鋼連続橋を対象に支承部の破壊特性を考慮した橋梁全体系地震応答解析を行った。本稿では、その基礎的検討として、支承部破壊後の動摩擦力の違いによる落橋防止装置への影響の分析と、本解析より得られた落橋防止装置に作用する地震時最大荷重と現行の設計手法より求められる設計地震力との比較を行った。

## 2. 解析対象橋梁

解析対象橋梁の一般図を図-1に示す。本橋は、桁長121.4m（支間割：40m+40m+40m）、有効幅員8.5m、RC単柱式橋脚を有する既設鋼3径間連続鋼桁橋である。

本検討では、平成14年度道路橋示方書V耐震設計編<sup>1)</sup>に基づいて試設計された既設橋を対象としており、支承はタイプAの鋼製支承としている。支承部の支持条件としては、P2橋脚のみ固定、他は可動とした。また、レベル2地震動に対する落橋防止システムとして、桁端部と橋脚の間にPCケーブルを用いた落橋防止装置を各橋台側2基ずつ設置することで、目標とする耐震性能を満足させるものと仮定した。

## 3. 解析モデル

対象橋梁に対し、本解析では3次元骨組みモデルによりモデル化を行った。解析モデル図を図-2に示す。上部構造においては、主桁、横桁、床板をそれぞれ線形梁要素で、橋脚柱部に対しては、ファイバー要素でモデル化した。支承部に対しては、道示<sup>1)</sup>に基づき、バネ要素を用いてモデル化しているが、橋軸方向バネに対しては、図-3、4に示すように支承部の破壊特性を考慮した非線形モデルを採用した。落橋防止装置については、図-5に示すように道示V編<sup>2)</sup>に基づき算定した遊間を超えると作動するものとし、その後の剛性は $10^7$ kN/mと仮定した。

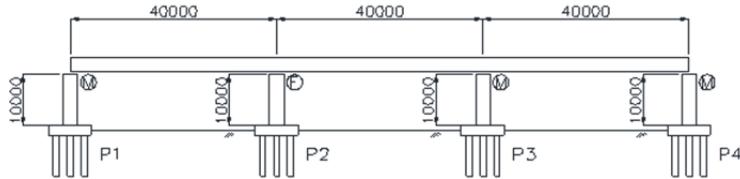


図-1 対象橋梁の一般図

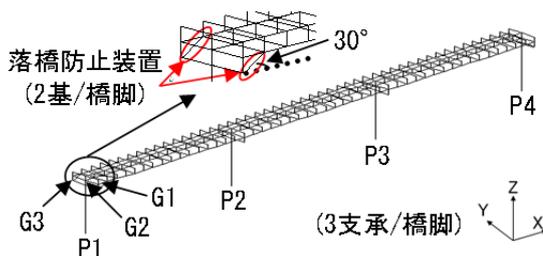


図-2 解析モデル

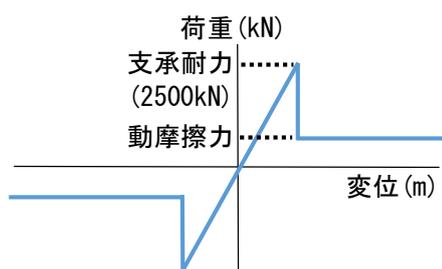


図-3 固定支承部のモデル(1支承)

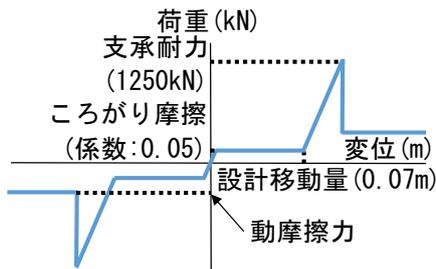


図-4 可動支承部のモデル(1支承)

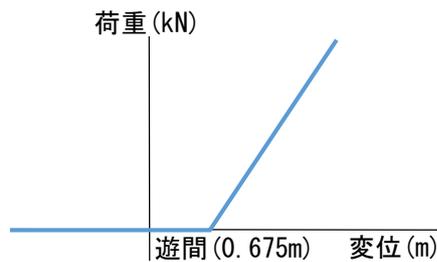


図-5 落橋防止装置のモデル(1基)

## 4. 支承部破壊後の動摩擦力を考慮した場合の落橋防止装置の地震応答特性の変化

### 4.1 検討ケース

本検討では、支承部破壊後の動摩擦力をパラメータとしているが、鋼製支承とRC橋脚間の動摩擦係数については不明な点が多くこれまで明らかになっていないため、動摩擦係数を0(Case1), 0.1(Case2), 0.2(Case3)と仮定して検討を行った。入力地震動は、道示<sup>2)</sup>の標準波タイプII-II-1を用い、橋軸方向に加震した。

### 4.2 解析結果

図-6にP2橋脚の固定支承部の水平反力、P1橋脚の可動支承部の水平反力、桁端部と橋脚の相対変位、上部構造の橋軸方向の速度応答、P1橋脚及びP4橋脚の落橋防止装置の軸力をそれぞれ時刻歴で示す。図の(a)と(b)より、支承部が破壊するまでは全ケースで同じ挙動であるが、支承部が破壊してからは動摩擦係数の違いにより支承部の挙動が異なることがわかる。また、図の(c)と(d)では、支承部が破壊した2.6秒付近からの応答を拡大して示しているが、支承部破壊後から各ケースで上部構造の挙動が変化していることがわかる。これは、支承部破壊後の動摩擦係数の違いにより支承部破壊後の橋梁全体系の振動特性が変化したため、上部構造の動的挙動が変化したと考えられる。こうした影響を受け、図の(e)と(f)に示すように落橋防止装置の挙動においても大きな変化が現れており、Case1ではP4橋脚の落橋防止装置が、Case2ではP1橋脚の落橋防止装置が作動し、Case3では落橋防止装置が作動しないことがわかった。

また、最大軸力に着目するとCase1で10695kN、Case2で4934kN、Case3で0kNとなっており、Case1とCase2では現行の設計手法<sup>2)</sup>に基づいて算定した設計地震力1456kNより大きな軸力が作用していることがわかった。

### 5. まとめ

本解析検討により、支承部破壊後の支承部と橋脚間の動摩擦力が変化することで、支承部破壊後の上部構造や落橋防止装置の地震時挙動が大きく変化する可能性があることがわかった。落橋防止装置に関する現行の設計手法では、こうした支承部の破壊特性やその後の挙動について詳細に評価されておらず、落橋防止装置の正確な地震時挙動を予測するには不十分であると考えられる。今後、支承部破壊後の動摩擦係数や落橋

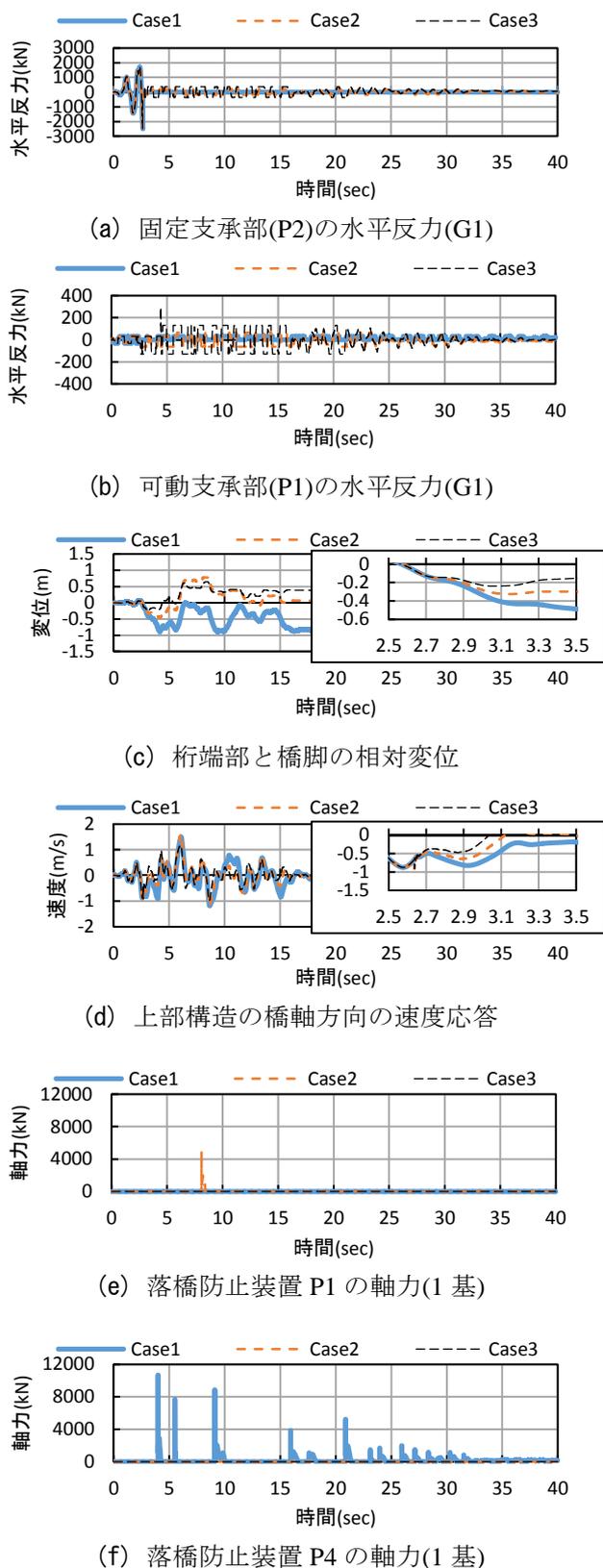


図-6 解析結果

防止装置の軸剛性等のモデル化についてさらなる検討を行い、落橋防止装置の地震時挙動についてより詳細な検討を行う予定である。

### 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2002。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2012。