

主桁のモデル化手法が落橋防止装置の地震時挙動に及ぼす影響

九州大学大学院 正会員 ○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破壊を考慮した橋梁全体系解析が必要と考えられる。本研究では、落橋防止装置周辺の主桁の地震時局部座屈が橋の地震時挙動に及ぼす影響を把握することを最終目的とし、PC ケーブルを使用した落橋防止措置により耐震補強を施した既設 3 径間鋼連続橋を対象に、主桁をはり要素でモデル化した場合とシェル要素でモデル化した場合の地震応答解析を実施した。本報では、その基礎的検討として、主桁のモデル化の違いによる落橋防止装置の地震時挙動の変化について紹介する。

2. 解析対象橋梁

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¹⁾に基づいて試設計された既設橋を対象とし、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 ケーブル製落橋防止装置を各橋台側 2 基ずつ設置し、目標とする耐震性能を満足するものとした。

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。解析モデルの全体図と詳細図を図-1 に示す。まず、主桁のはりモデル、シェルモデルともに、上部構造の横桁、床版はそれぞれはり要素で、橋脚柱部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²⁾に基づき、バネ要素を用いてモデル化しているが、橋軸方向のバネに対しては、図-2、3 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用いた。落橋防止装置については、図-4 に示すように道示²⁾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 10⁷kN/m と仮定した。また、主桁のはりモデルでははり要素を用いてモデル化し、落橋防止装置を主桁の重心位置に取り付けている。一方、主桁のシェルモデルでは主桁の構成部材をそれぞれモデル化して

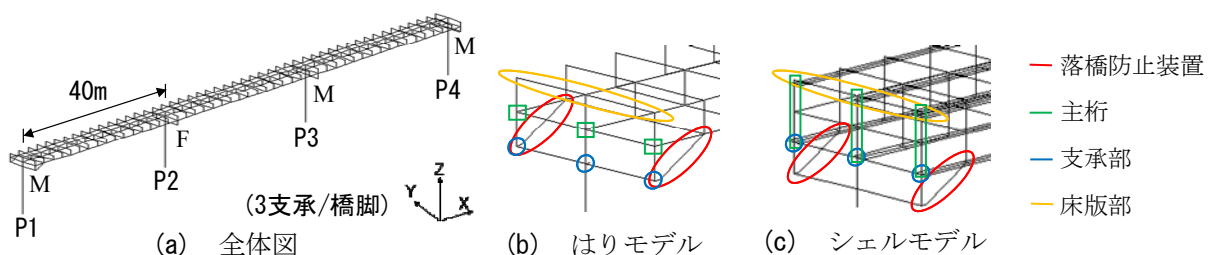


図-1 解析モデル

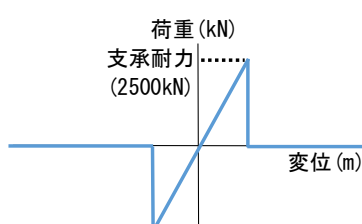


図-2 固定支承部のモデル(1 支承)

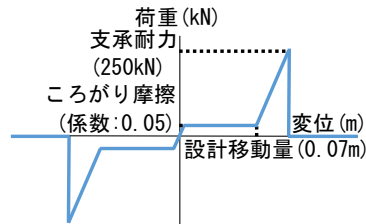


図-3 可動支承部のモデル(1 支承)

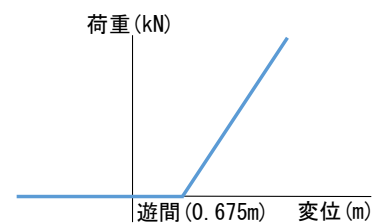


図-4 落橋防止装置のモデル(1 基)

キーワード 落橋防止装置, 主桁のモデル化, 地震時挙動

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 11 階 1101 号室 TEL 092-802-3374

いるため落橋防止装置を下フランジに取り付けており、上部構造の地震時慣性力の伝達位置が主桁のはりモデルのそれと異なっている。ただし、落橋防止装置の上部構造とのなす角度は両モデルとも同じく設定している。

4. 主桁のモデル化の違いによる落橋防止装置の地震応答特性の変化

4.1 検討ケース

主桁をはり要素でモデル化したケースを Case1、シェル要素でモデル化したケースを Case2 とし、それぞれ道示²⁾の標準波タイプⅡ-Ⅱ-1 を橋軸方向に加震し、比較した。

4.2 解析結果

図-5 に P2 橋脚の固定支承部の水平反力、P4 橋脚の可動支承部の水平反力、上部構造の橋軸方向の加速度応答、P1 橋脚及び P4 橋脚側の落橋防止装置の軸力、桁端部と橋脚の相対変位をそれぞれ時刻歴で示す。図の赤色の線は固定支承部が破壊した時刻を表している。まず、図の(a)より主桁のモデル化の違いにより固定支承部の変化は見られていないが、可動支承部においては固定支承部の破壊後から両ケースの応答に変化が見られた。これに伴い、落橋防止装置においても図の(d)と(e)に示すように両ケースの挙動が大きく異なる結果となったが、これは主桁のモデル化の違いにより、図の(c)に示すように落橋防止装置に伝わる上部構造の地震時慣性力が変化したことが一因と考えられる。今回用いたシェル要素は面外座屈が発生し得るものとなっているが、本検討では座屈防止材までモデル化を行っていないため、はり要素とは異なる挙動を行う可能性もあり、こうした要素特性の違いにより上部構造の加速度応答が変化したことも考えられる。

また、落橋防止装置の最大軸力に着目すると Case1 で 10646kN、Case2 で 8163kN となっており、Case1 と Case2 では現行の設計手法²⁾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する結果となった。

5. まとめ

本解析では、主桁のモデル化を変えることで、落橋防止装置に伝わる上部構造の地震時慣性力が変化し、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変化する結果となった。上述したシェル要

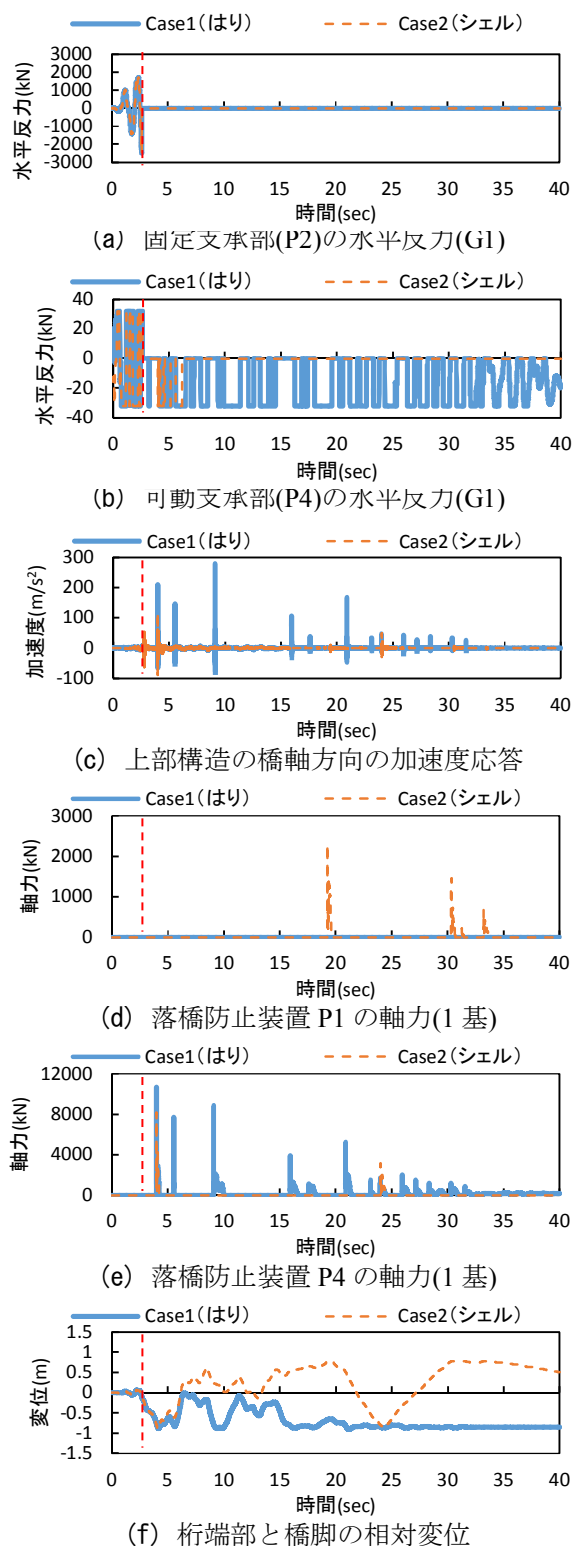


図-5 解析結果

素の面外変形特性を含め、シェル要素の分割方法などについて詳細な検討を行っていく予定である。

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。