

ゴム支承の引張特性を反映した解析モデルの導入による ゴム支承のコンパクト化に関する解析的研究

九州大学大学院 学生会員 ○岩本 周哲
(株) ビービーエム 正会員 植田 健介
九州大学大学院 正会員 崔 準祐

1. はじめに

1995年発生した兵庫県南部地震では、多くの橋梁において鋼製支承が被害を受けたことから、橋梁に作用する地震力の分散や橋梁の免震化を目的としたゴム支承を導入した橋梁構造物が急増した。これまでゴム支承のせん断特性や圧縮特性については多くの研究がなされているが、引張特性については研究の事例が少なく、十分な知見が得られていないため、現在の設計ではゴム支承の引張特性を適切に考慮していない。そこで本研究では、既往の実験¹⁾を参考にしてゴム支承の引張特性を反映したゴム支承の解析モデルを提案し、現在の設計で用いられているモデルとレベル2地震動に対する動的応答値を比較し、ゴム支承のコンパクト化の可能性について検討を行った。

2. 解析対象橋梁

本研究では、図-1に示す橋長200mの4径間連続鋼箱桁橋を対象に、直線橋(モデルA)と地震時支承部に引張反力が生じやすいとされている曲線橋(モデルB: R=290m, モデルC: R=150m, モデルD: R=106m)に対して検討を行った。支承は積層ゴム支承、橋脚は橋脚高13mを有するRC単柱T型橋脚である。

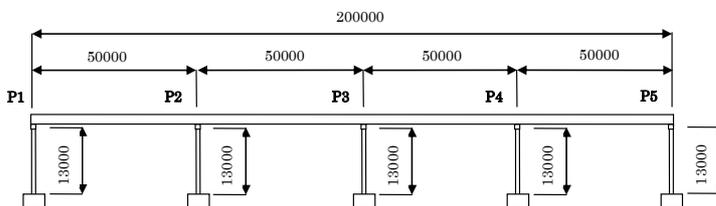


図-1 解析対象橋梁の概略図(単位:mm)

3. 解析モデルと解析条件

解析モデルを図-2に示す。桁及び橋脚は梁要素で、支承部は6方向成分を有するばね要素でモデル化した。支承部については、主桁の接線方向から法線方向にはりだした剛梁と橋脚の張り出し部の剛梁を連結する構造とした。また、本モデルでは橋脚の柱部のみ材料非線形性を考慮しており、非線形復元力特性はトリリニア型武田モデルを使用した。入力地震動は、道路橋示方書・同解説V耐震設計編²⁾に記載されている標準波のレベルII地震動タイプII-IIの3波を用いることとし、解析手法はNewmark-β法(β=0.25)による直接積分法を用いた。積分時間間隔は0.01秒、減衰はRayleigh減衰により評価した。

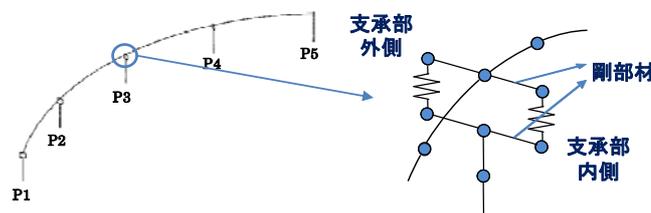
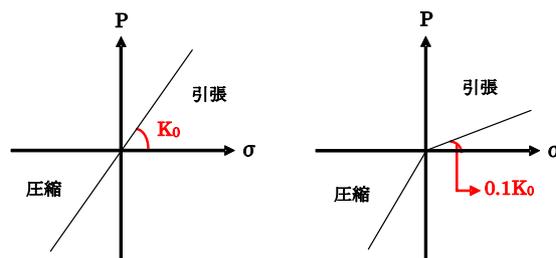


図-2 解析モデル



(a) 従来モデル (b) 提案モデル

図-3 ゴム支承のモデル化

4. ゴム支承の従来モデルと提案モデルの比較

道路橋示方書・同解説V耐震設計編²⁾には、ゴム材を使用した弾性支承や免震支承の場合鉛直方向に対し拘束したモデルで評価してよいとされており、ゴム支承の従来モデルは図-3(a)に示すように圧縮剛性と引張剛性を等しく評価するのが一般的である。しかし、既往の引張実験¹⁾では、ゴム支承の引張剛性は圧縮剛性の10%~15%程度と小さいことが明らかとなっており、本研究ではこの実験結果を参考に、ゴム支承の引張剛性を圧縮剛性の10%と小さく評価したモデルを提案した。この提案モデルと、従来モデルを用いて地震応答解析を行い、支承部に生じる鉛

キーワード ゴム支承, 引張特性, 地震応答解析, ゴム支承のコンパクト化

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡7-4-4番地 TEL092-802-3374

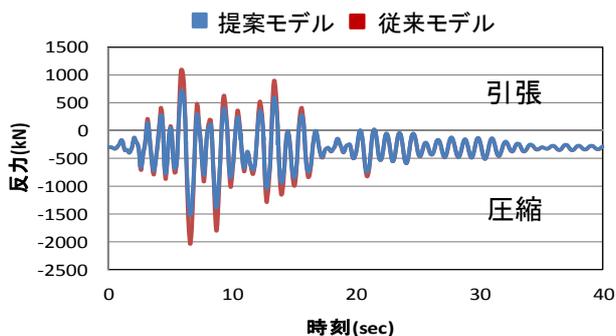


図-4 ゴム支承の鉛直方向反力の時刻歴

(モデル A : P1 外側支承部, タイプ II-II3 波平均値)

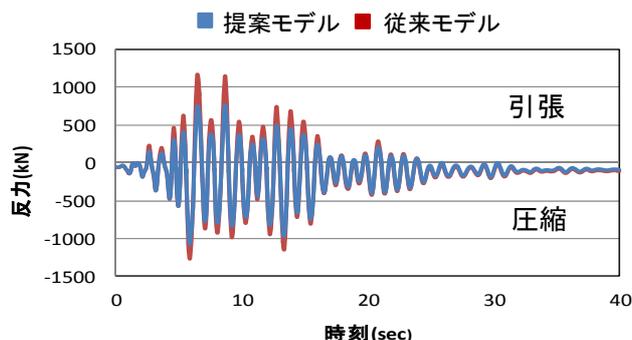


図-5 ゴム支承の鉛直方向反力の時刻歴

(モデル D : P1 外側支承部, タイプ II-II3 波平均値)

直方向反力の応答差を調べた。その結果、図-4 と図-5 に示すように従来モデルよりも提案モデルの方が圧縮側と引張側どちらに対しても応答値が小さくなる結果となった。これは曲率半径と関係なくすべてのモデルにおいて同結果となったが、このように実際のゴム支承部に生じる反力は圧縮側、引張側ともに現在考えられている設計手法より小さく評価される可能性があることがわかった。

5. ゴム支承のコンパクト化

ゴム支承の引張剛性を反映した提案モデルを導入することで、ゴム支承をより小さく製作することが可能であると考え、ここでは従来モデルで設計基準を満たしていた 900mm×900mm×100mm 寸法のゴム支承がどれほどコンパクト化できるかについて検討を行った。ゴム支承の幅と高さを変化させながら試行錯誤の検討を行った結果、550mm×550mm×80mm の寸法までコンパクト化が可能であることがわかった。これは従来の設計手法により設計された寸法より約 4 分の 1 の大きさである。このコンパクト化されたゴム支承を用いて地震応答解析を行い、支承部に生じる圧縮反力、引張反力、せん断変位の最大値を求め、道路橋支承便覧³⁾で示されているそれぞれの許容値と比較を行った。その結果を図-6 に示す。許容値は、圧縮反力が 2420kN、引張反力が 605kN、せん断ひずみが 200mm であるが、すべての項目においてゴム支承の設計許容値を満たしており、提案モデルを用いることで 900mm×900mm×100mm のゴム支承を 550mm×550mm×80mm までコンパクト化することが可能であることがわかった。

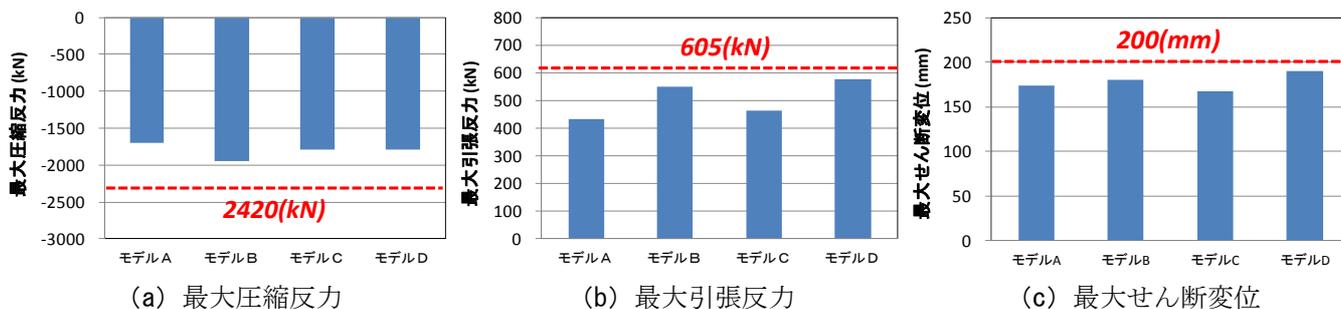


図-6 許容値との比較 (タイプ II-II3 波平均値) ※点線：許容値

6. まとめ

ゴム支承の引張特性を反映してモデル化した場合、引張特性を反映していない従来のモデルに比べ、支承部の圧縮側と引張側の反力が小さくなることがわかった。また、ゴム支承の引張特性を解析モデルに反映することで、現在の設計手法で設計される大きさよりコンパクト化することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 植田健介, 星隈順一, 岡田太賀雄, 堺淳一: 鉛プラグ入り積層ゴムの引張方向の特性に関する実験, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2009
- 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2012
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋支承便覧, 2004