

ファイバーモデルを用いた非線形動的応答解析（第二東名高速道路・矢作川橋）

鹿島建設株式会社 土木設計本部

○正会員 遠藤 史 *1

日本道路公団 中部支社 構造技術課

山田 菊雄*2

日本道路公団 中部支社 豊田工事（事）

宮本 健次*3

鹿島建設株式会社 技術研究所

正会員 山野辺慎一*4

1. はじめに

鋼・コンクリート複合4径間連続斜張橋「矢作川橋」¹⁾は、重要構造物であるため高度の耐震性が要求される。また、LRB 支承（鉛プラグ入り積層ゴム支承）で支持された4径間の連続げた形式の斜張橋であること、中間橋脚が斜角を有していることなどから、地震時挙動が通常の橋梁に比較し複雑となる。これらより、本橋のレベル2地震動に対する耐震設計においては、非線形動的応答解析を実施した。主塔は逆Y型を有しており、橋軸直角方向地震時には主塔分岐部の軸力変動が無視できないため、ファイバーモデルを用いた解析を実施している。本稿は、これらの解析概要を報告するものである。

2. 解析モデルおよび解析方法

解析モデルは図-1に示す3次元立体骨組モデルとし、地盤を線形バネ要素、橋脚、主塔および主げたをはり要素、LRB 支承をバネ要素とした。部材の非線形特性については、橋脚、主塔上部の斜材定着区間および主げたをM(曲げモーメント)- ϕ (曲率)モデルで、LRB 支承をバイリニアモデルで評価した。また、橋軸直角方向地震時に主塔分岐部には軸力変動が生じることから、軸力変動の影響を評価できるファイバーモデルで非線形特性を評価し、コンクリートおよび鋼材の応力ひずみ関係は、道路橋示方書²⁾に示されるものに準拠した。

解析方法は直接積分法による非線形時刻歴応答解析とし、主塔高さが100mを超え曲げ変形に伴う付加曲げモーメントの影響を考慮する必要があるため、幾何学的非線形性を考慮した。

3. 入力地震動

レベル2地震の入力地震動には、①道路橋示方書に示される地震動（Ⅱ種地盤）、②架橋地点において過去お

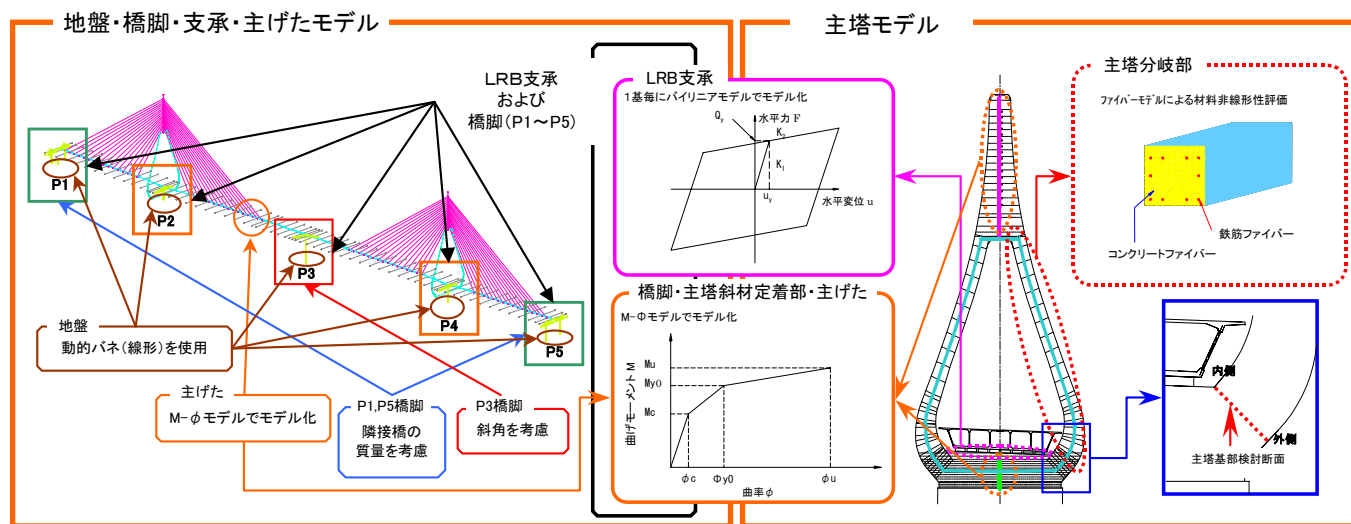


図-1 解析モデル

キーワード 矢作川橋、動的解析、軸力変動、ファイバーモデル

連絡先	*1 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30	T E L 03-6229-6668	F A X 03-5561-2156
	*2 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19	T E L 052-222-1181	F A X 052-232-3719
	*3 〒471-0831 愛知県豊田市司町 4-16	T E L 0565-35-7708	F A X 0565-35-7792
	*4 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1	T E L 0424-89-7062	F A X 0424-89-7078

よび将来を通じて想定される地震動、の2種類を考慮した。図-2に①②の加速度応答スペクトルの比較を示す。

②については、本橋に与える影響の大きい地震を複数想定した結果、屏風山-猿投山北断層帯から想定される地震動を選定し³⁾、地盤-基礎-橋梁上部工の2次元全体系解析によって得られた各基礎天端の地震動⁴⁾を、各橋脚基部から直接入力した。

4. 解析結果

本橋はレベル2地震時に耐震性能2を確保する必要がある。耐震性能2とは、地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能である。具体的には、橋脚および主塔については、鉄筋の降伏は許容するが応答曲率は許容塑性曲率より小さいことを条件とした。

図-3にP2橋脚基部の解析結果を示す。道路橋示方書に示される地震動および屏風山-猿投山北断層の応答曲率はいずれも降伏曲率以下であり、耐震性能2を十分確保している。

図-4にP2主塔基部の解析結果を示す。ファイバーモデルでは、軸力変動の影響を考慮しているため、検討断面のM(曲げモーメント)-N(軸力)の相関曲線を作成した。P2橋脚基部と同様に、応答値は許容応答曲げモーメント以下であり、耐震性能2を確保している。ここで、許容応答曲げモーメントとは、許容塑性曲率での曲げモーメントのことをいう。その他の部位についても、耐震性能2を確保している。

斜張橋はもともと固有周期が長いので、地震時のけたの変位を許容し減衰機構により変位を抑制することが合理的である。本橋では、けた端遊間、けたかかり長および主塔部の主塔とけたの橋軸直角方向の遊間を確保した上で、レベル2地震においては2方向のけたの動きを許容する構造とした。主げたの変位は橋軸方向、橋軸直角方向とも約60cmであったが、LRB支承は許容せん断ひずみ以下であった。なお、P1橋脚は計画設計時には上り線と下り線で分離したフーチングであったが、橋軸直角方向地震時において橋脚天端の傾きにより支承に過大な鉛直方向の引張反力が発生するため、上り線下り線一体フーチングへの設計変更を行った。

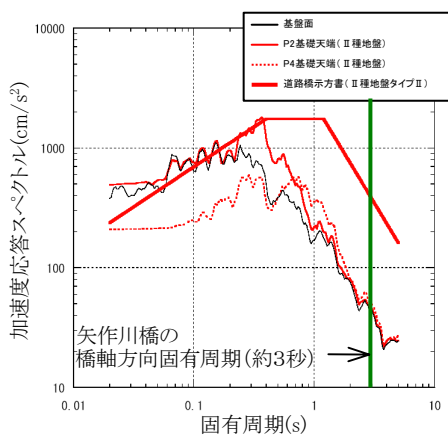


図-2 加速度応答スペクトル(h=5%)の比較

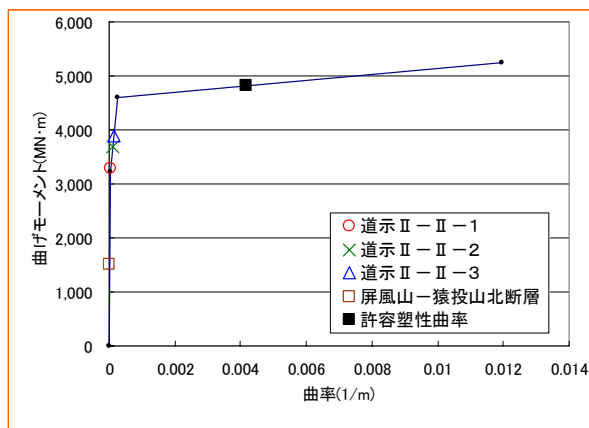


図-3 P2橋脚基部検討結果（橋軸方向）

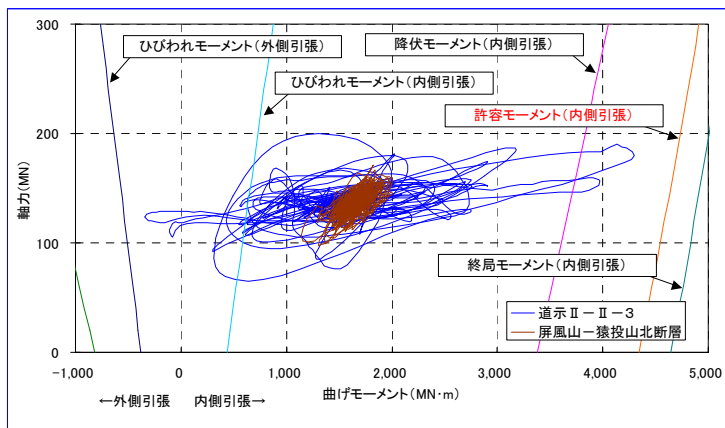


図-4 P2主塔基部検討結果（橋軸直角方向）

5. あとがき

本検討は、「第二東名高速道路・矢作川橋の設計施工に関する技術検討委員会」（委員長：池田尚治横浜国大名誉教授）の指導の下、実施されたものである。この場を借りて関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 上東他：第二東名高速道路 矢作川橋（PC・鋼複合上部工）の構造概要，第59回年次学術講演会
- 2) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書Ⅰ～Ⅴ
- 3) 大保他：第二東名矢作川橋における設計用基準地震動の評価，第59回年次学術講演会
- 4) 河野他：周辺地盤-構造物2次元地震応答解析による第二東名矢作川橋の耐震検討，第59回年次学術講演会