

3 径間連続鋼ラーメン橋の動的解析について

第一復建株式会社 正会員 ○小金丸 卓哉
 第一復建株式会社 正会員 石橋 治
 九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲

1. はじめに

現在まで、大地震に対する土木鋼構造物の耐震設計法は確定されておらず、平成2年発行の道路橋示方書V耐震設計編においては、中小地震を対象とした許容応力度設計法(震度法)が規定されているのみである。¹⁾ところが、平成7年1月にこれまでに想定されていた地震動をはるかに上回る兵庫県南部地震が発生し、土木鋼構造物にも甚大な被害をもたらした。この経験から、平成8年発行の道路橋示方書V耐震設計編においては、地震時の挙動が複雑でない鋼橋に対しても地震時保有水平耐力法による耐震設計が導入された。

しかし、特殊な形状、構造を有する橋などでは、地震時の挙動が未解明であり、地震時保有水平耐力法による耐震設計を行うには、結果の信頼性に問題があるので、このような場合には、構造物の実際の挙動をより適切に評価できる非線形動的解析による耐震設計を行う必要がある。

本文は、非線形性が複数箇所に生じエネルギー一定則の適用性が限定され、地震時保有水平耐力法による耐震設計が困難と思われる3径間連続鋼ラーメン橋について、非線形動的解析を行い動的な非線形特性を明確にすると同時に、Push Over Analysisを実施して地震時保有水平耐力法の適用性についても検討するものである。

2. 解析モデルおよび解析条件

(1) 解析モデル

解析対象として、図-1に示す3径間連続鋼ラーメン橋を用いた。本橋梁は、主径間長=140m、側径間長=90m、橋脚高=11mであり、径間長と橋脚高の比が大きいことが特徴である。4P118 橋脚および4P119 橋脚には、地表面から+2.0mの高さまでコンクリートを充填する。基礎形式は大口径深礎杭である。

解析モデルは、節点数119(上部工85, 下部工17×2)、部材数118(上部工84, 下部工17×2)の3次元骨組モデルとする。ただし、可動支承を有する4P117 橋脚および4P120 橋脚については、解析モデルとして考慮しないものとする。

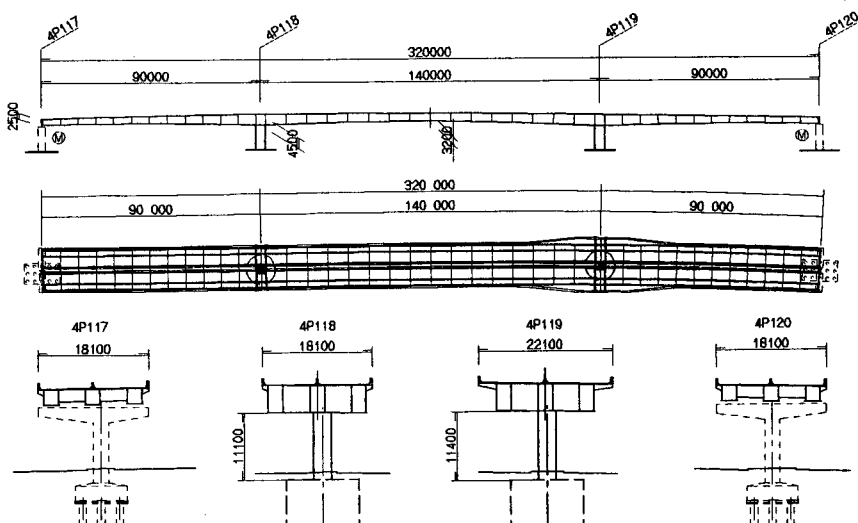


図-1 解析対象橋梁(単位:mm)

2) 解析条件

1) 上部工

上部工は、3主桁を1主桁に置き換えて全段面を有効とする線形はり要素とした。要素分割は、横桁間隔の1/2とし、部材長は側径間部で3.646m、主径間部で4.250mである。

2) 下部工

コンクリート充填部と鋼単独部に、種類が異なる非線形はり要素を用いた。詳細は「4) 鋼製橋脚の材料非線形特性」にて後述する。要素分割は、横リブ間隔の1/2とし、部材長は4P118橋脚、4P119橋脚ともに0.750mである。

3) 基礎工

基礎本体を弾性体と仮定し、地盤バネを考慮して、橋脚基部に換算バネを設けた。

4) 鋼製橋脚の材料非線形特性

鋼製橋脚の非線形はり要素の骨格曲線を図-2に示す。コンクリート充填部における材料非線形特性の曲げモーメント-曲率の関係は、道路橋示方書V(平成8年)の規定に基づいて通常のRCはり理論により算出した降伏点および終局点を用いたバイリニアとする。²⁾

鋼単独部における材料非線形特性の曲げモーメント-曲率の関係は、阪神高速道路公団の規定に基づいて算出した降伏点および終局点(STATE I, STATE II)を用いたトリリニアとする。³⁾

なお、本文の対象橋梁は文献4)の対象橋梁と類似しており、文献4)の「軸力変動による影響がほとんど見られなかった」という結果から、本文では軸力変動による影響を考慮しない。

3. 固有値解析

(1) 解析手法

固有値解析の解析手法として、低次の固有値および固有ベクトルをもとに順次高次の値を求めるサブスペース法を採用した。

(2) 解析結果

固有値解析結果を表-1に示す。表中のX(%), Y(%), Z(%)は、各々橋軸方向、鉛直方向、橋軸直角方向に働く累積有効質量比である。

4. そのほかの結果については、当日発表の予定である。

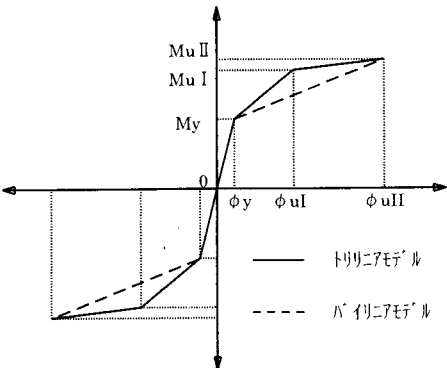


図-2 非線形はり要素の骨格曲線

表-1 固有値解析の結果

次数	固有周期および振動数		累積の有効質量比		
	Sec	Hz	X(%)	Y(%)	Z(%)
1	1.1779	0.8490	0.0	9.0	0.0
2	1.1514	0.8685	0.0	9.0	23.0
3	0.9847	1.0541	10.0	9.0	23.0
4	0.7456	1.3412	10.0	61.0	23.0
5	0.6524	1.5328	10.0	61.0	76.0
6	0.6409	1.5603	10.0	61.0	91.0
7	0.5082	1.9678	36.0	61.0	91.0
8	0.4654	2.1485	36.0	61.0	91.0
9	0.3424	2.9206	88.0	61.0	91.0
10	0.2794	3.5792	88.0	61.0	92.0

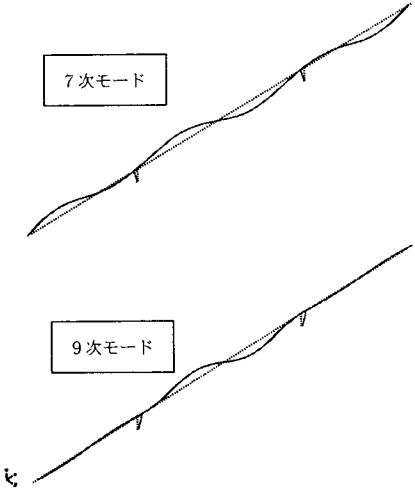


図-3 橋軸方向の振動モード

参考文献

1) 土木学会

鋼構造新技術小委員会 最終報告書(耐震設計研究)

平成 8年 5月

2) 日本道路協会

道路橋示方書・同解説 V耐震設計編

平成 8年12月

3) 阪神高速道路公団

既設鋼製橋脚の耐震補強設計要領(素案)

平成 9年 3月

4) 李, 石橋, 大塚

既設3径間鋼ラーメン橋の非線形動的解析について

平成10年12月

第2回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集 p145-p150