

曲線橋における最悪入力方向の簡易推定

九州工業大学 学生員 ○清水俊彦, 小田健二
九州工業大学 正会員 山口栄輝, 久保喜延

1. はじめに

平成 8 年に改訂された道路橋示方書(耐震設計編)¹⁾では、地震時の挙動が複雑な橋は、動的解析を行うことが要求されている。本報告で取り上げた曲線橋も地震時の挙動が複雑な橋の 1 つである。しかし、曲線橋の動的解析を行う場合、現状では着目する橋脚における地震動の最悪入力方向が明確でないため、多くの計算を行う必要がある。そこで、本研究では地震動の最悪入力方向の簡易推定を目的に PUSH-OVER 解析を行う。すなわち、まずこの静的解析で最悪入力方向を定める。ついで、動的解析を行い、PUSH-OVER 解析による結果と比較検討した。

2. 解析モデルおよび解析手法

解析対象は図 1 に示す 4 径間連続曲線橋で、P1-P2, P4-P5 区間は直線、P2-P3, P3-P4 区間は曲率半径を $R=55\text{m}\sim 70\text{m}$ まで 5m 刻みで変化させ、case1~case4 と名づけている。橋脚は全て鋼製であり、P3 橋脚が円形断面、他は矩形断面である。使用鋼材は SM490Y($\sigma_y=3600\text{kgf/cm}^2$)、応力-ひずみ関係は完全弾塑性とした。地盤の影響は、地盤ばねにより考慮に入れた。また、P1, P5 橋脚上では 2 支承で桁を支えており、橋軸直角方向、鉛直方向を拘束、橋軸方向およびすべての回転を自由とした。地震波の向きは、図 1 に示す X 軸を基準として、0 度から 180 度まで時計回りに 30 度刻みで変化させて与えた。

PUSH-OVER 解析では、自重の 1.4 倍を水平荷重として作用させた。動的解析では、兵庫県南部地震時に東神戸大橋で記録された加速度を用いた。減衰にはレーリー減衰を採用し、減衰定数は $h_1=h_2=0.02$ とした。なお、解析は全て Y-FIBER3D²⁾ で行った。

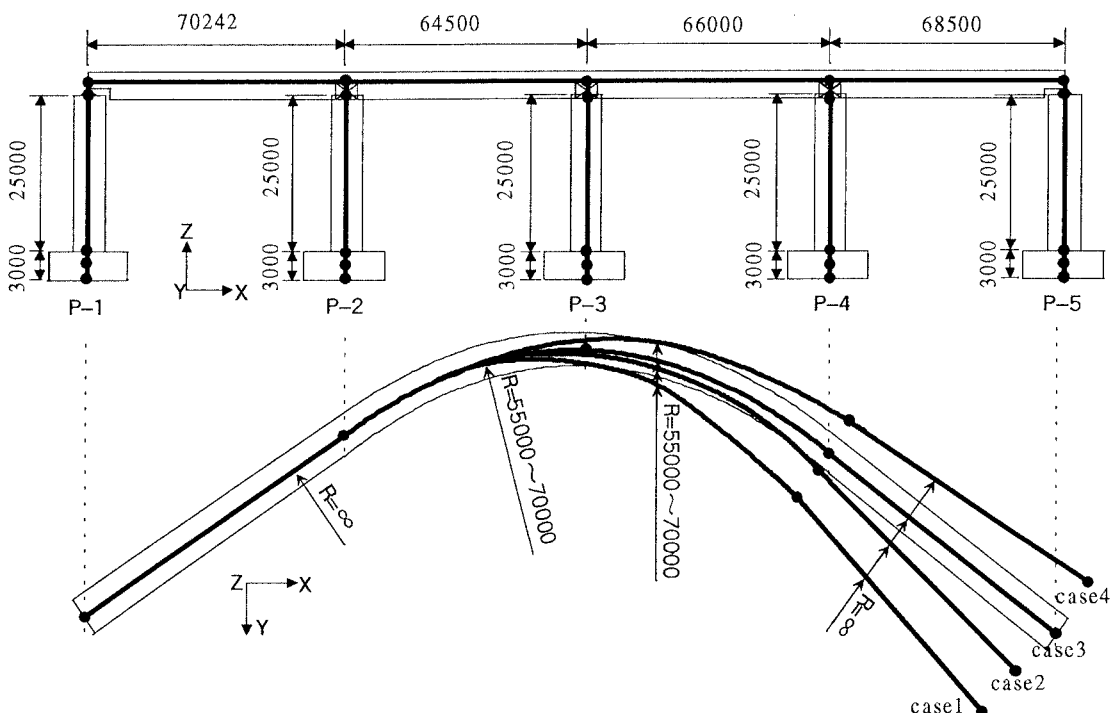


図1 解析モデル (単位: mm)

3. 解析結果

表 1 各ケースにおける固有振動数(Hz)

	1 次	2 次	3 次	4 次
Case1	0.779	0.953	1.186	1.265
Case2	0.765	0.948	1.189	1.265
Case3	0.752	0.943	1.191	1.265
Case4	0.730	0.940	1.195	1.265

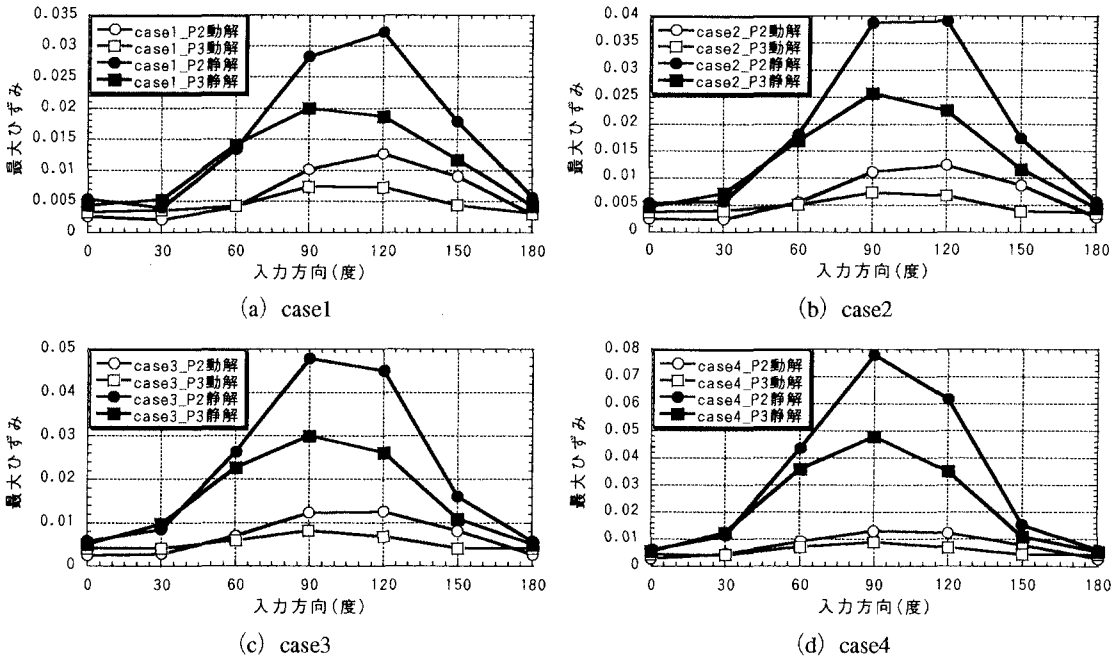


図 2 最大ひずみ - 入力方向関係

各橋梁の振動特性を把握するために、まず固有値解析を行い結果を表 1 にまとめている。曲率半径が増加することにより、低次の固有振動数は減少する。4 次程度になると、どのケースもほぼ同じ値となる。固有モードはどのケースでも、1 次モード形が橋軸直角方向へのたわみ、2 次モード形が橋軸方向へのたわみが卓越するモードとなっている。

PUSH-OVER 解析、動的解析において得られた、最大ひずみを図 2 にまとめている。今回は P2、P3 橋脚に着目した。図 2 より、case3 の P2 橋脚を除き、PUSH-OVER 解析における最悪入力方向は動的解析と一致していることが分かる。case3 の P2 橋脚の最悪入力方向については、両解析において若干のずれが生じているが、動的解析結果の 90 度入力時と 120 度入力時のひずみの差は 2 % 足らずに過ぎない。塑性の進展具合についても見てみたが、PUSH-OVER 解析と動的解析のどちらも同じような傾向を示している。また図 2 より、最大ひずみは曲率が増加するほど、大きくなる傾向が認められる。

4. まとめ
- ・ 曲率半径が大きくなると、低次モードの固有振動数は減少した
 - ・ PUSH-OVER 解析と動的解析で最悪入力方向は一致した
 - ・ 曲率半径が大きくなると、最大ひずみは増加した

【謝辞】本研究は日本鋼構造協会の橋梁システムと耐震性小委員会(委員長：藤野陽三東大教授)の活動の一環として行ったものであり、特に大日本コンサルタント(株)の川神雅秀氏、田崎賢治氏には有益な助言を頂いた。記してここに感謝いたします。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996
2) 大和設計：Y-FIBER3D ユーザーマニュアル