

## 橋梁に斜め方向に設置した制震デバイスの入力地震動の加震方法に関する検討

九州大学大学院 学生会員 ○宝蔵寺 宏一

九州大学大学院 正会員 崔 準祐

九州大学大学院 フェロー 大塚 久哲

### 1. 目的

橋梁に制震デバイスを用いる場合、地震時慣性力の作用方向と制震デバイスの変形方向を合わせて設置するのが望ましいが、施工上の理由などから両方向が一致せず、制震デバイスを斜め方向に設置する場合がある。本研究では、橋軸方向に制震デバイスを設置する橋梁を対象に、制震デバイスを橋軸方向に合わせて設置したモデルと斜め方向に設置したモデルを作成し、単独加震と2方向同時加震による動的解析を行い、斜め方向に設置した制震デバイスの入力地震動の加震方法について検討を行った。

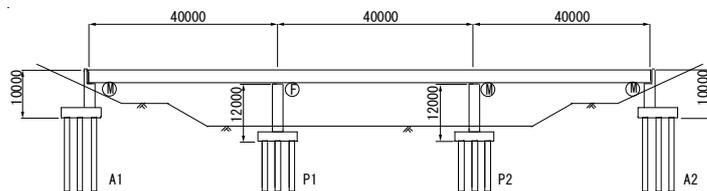


図-1 解析対象橋梁の一般図 (単位:mm)

### 2. 解析対象橋梁の概要

解析対象橋梁を図-1に示す。本橋は、橋長 121.4m (支間割：40m+40m+40m)、有効幅員 8.5m、RC 壁式橋脚を有する鋼 3 径間連続鈹桁橋である。支承は鋼製支承であり、支持条件としては、P1 橋脚のみ固定、他は可動とした。制震デバイスは、降伏荷重 750kN のシリンダー型を用い、両桁端部に 3 基ずつ設置することとした。

### 3. 解析モデルと解析条件

解析モデルは、3次元骨組みモデルによりモデル化を行った。制震デバイスはバネ要素を用いて3つの方向に対して検討を行うこととし、デバイスの方向を橋軸方向にしたモデルをモデル1、制震デバイスを鉛直方向に対して斜め方向に設置したモデルをモデル2、制震デバイスを水平方向に対して斜め方向に設置したモデルをモデル3とした。それぞれのモデル図を図-2, 3, 4に示す。制震デバイスの非線形履歴モデルとしては、図-5に示すバイリニアモデルを用いた。

解析条件として、入力地震波は道路橋示方書・同解説V耐震設計編<sup>1)</sup>標準波を用いることとし、橋軸方向に対してはタイプII-II-1、橋軸直角方向に対してはタイプII-II-2、鉛直方向に対しては最大加速度が橋軸方向の最大加速度の半分になるように振幅調整をした上下動成分を用いることとした。各モデルにおける入力地震動の加震ケースを表-1に示す。また、数値積分法はNewmark $\beta$ 法 ( $\beta=0.25$ )を用い、減衰は要素別 Rayleigh 減衰により評価した。

表-1 入力地震動の加震ケース

	橋軸方向 単独加震	橋軸直角方向 単独加震	鉛直方向 単独加震	橋軸+橋軸直角 2方向同時加震	橋軸+鉛直2方向 同時加震
モデル1	○	○	○	○	○
モデル2	○	-	○	-	○
モデル3	○	○	-	○	-

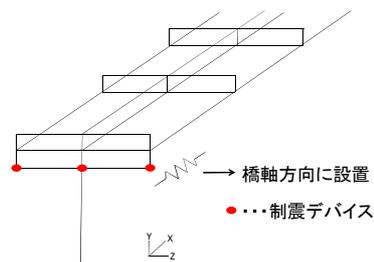


図-2 モデル 1

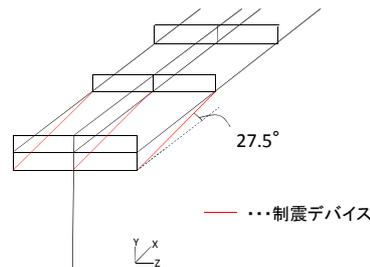


図-3 モデル 2

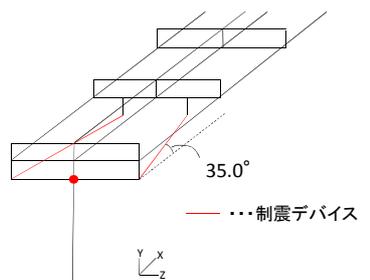


図-4 モデル 3

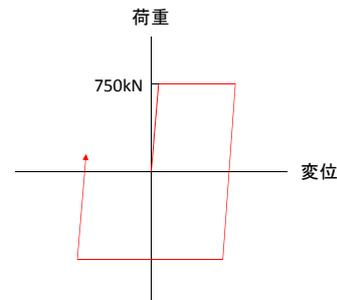


図-5 制震デバイスの履歴モデル

キーワード 制震デバイス 斜め方向 入力地震動 加震方法

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 TEL092-802-3374

4. 解析結果

図-6の(a)にモデル1とモデル2の橋軸方向単独加震時の制震デバイスの履歴を、(b)に橋軸、鉛直方向2方向同時加震時の制震デバイスの応答を示す。また、図-7(a)、(b)にモデル1とモデル2の制震デバイス、P1橋脚、桁において、単独加震に対する2方向同時加震の最大応答比率を示す。制震デバイスの履歴形状を比較してみると、モデル1、モデル2ともに単独加震と同時加震でそれほど大きな差がないように見受けられるが、モデル2の制震デバイスの最大変位においては、橋軸方向と鉛直方向の2方向に同時加震した場合の応答が橋軸方向に単独加震した場合の応答より15%ほど大きくなった。また、橋脚や桁の最大応答においても単独加震に比べ2方向同時加震の応答が3%~8%ほど大きいことが確認された。

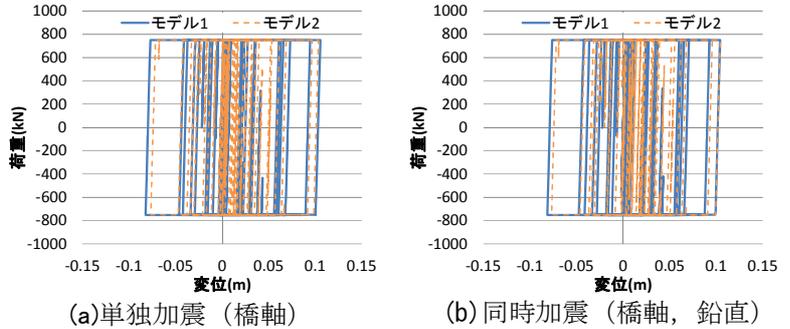


図-6 制震デバイスの履歴の比較

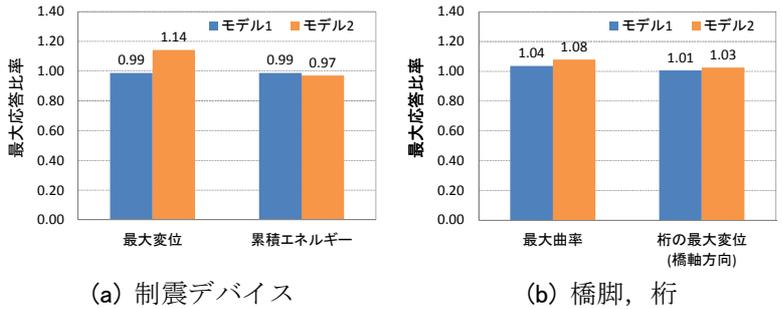


図-7 最大応答比率の比較

(同時加震(橋軸、鉛直)時の応答 / 橋軸加震時の応答)

次に図-8の(a)にモデル1とモデル3の橋軸方向単独加震時の制震デバイスの履歴を、(b)に橋軸、鉛直方向2方向同時加震時の制震デバイスの応答を示す。また、図-9にモデル1とモデル2の制震デバイス、P1橋脚、桁において、単独加震に対する2方向同時加震の最大応答比率を示す。モデル3においてもモデル2と同様に履歴形状では単独加震と同時加震で大きな差は見受けられないが、制震デバイスの最大変位においては単独加震と同時加震で約10%の応答差が見られた。ここでは、2方向同時加震の応答が単独加震に比べ小さく現れたが、これは橋軸方向加震時に最大応答が現れる時刻に橋軸直角方向の応答が反対方向に現れたためと思われる。また、橋脚、桁においても同時加震の応答が小さく現れており、今後地震動を反対方向に加震した検討が必要である。

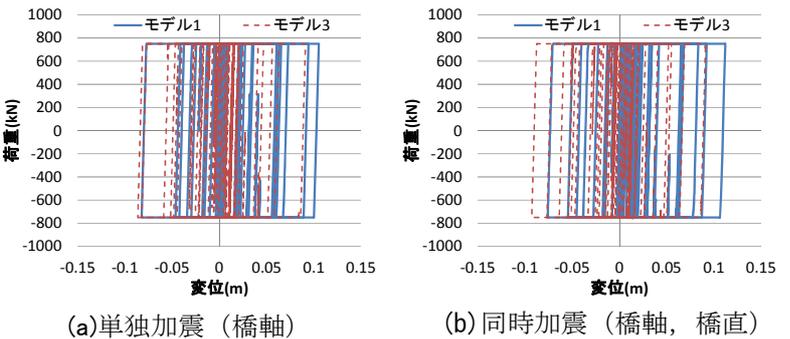


図-8 制震デバイスの履歴の比較

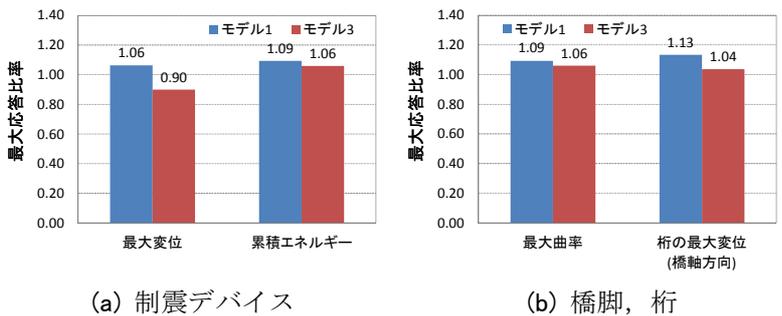


図-9 最大応答比率の比較

(同時加震(橋軸、橋直)時の応答 / 橋軸加震時の応答)

5. まとめ

デバイスの設置方向を橋軸方向または鉛直方向に対して斜め方向に設置した場合、1方向単独加震時の応答と2方向同時加震時の応答に違いが確認された。したがって、橋梁に制震デバイスを斜め方向に設置する場合は、2方向同時加震による動的解析が必要と考えられる。こうした斜め方向に設置した制震デバイスの地震時挙動をより精度よく評価するため、今後入力地震動を反対方向に加震した検討や制震デバイスの結合部に対しより詳細にモデル化した検討を行っていく予定である。

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，2012。