九州大学	学生会員	和田	悠佑	九州大学大学院	正会員	崔	準祜
オイレス工業株式会社	正会員	田中	剛	オイレス工業株式会社	非会員	鈴木	敬崇

### 1. はじめに

圧縮片押し型制震デバイス(以降 BMR)は,装 置圧縮側のみエネルギー吸収能を持たせることで、 地震時橋台の引張側にせん断力を伝達しない特徴 を有している.これまでアクチュエータによる BMR 単体準動的載荷実験により BMR の性能確認 をしてきているが、振動台等を用いた動的加振に よる性能確認実験はまだ行われていないため、筆 者らは模型橋梁を用いた振動台実験を行うことに している.本稿では,その実験に用いる模型橋梁 を対象に正弦波入力による動的解析を実施し,解 析により得られたBMRやBMR周辺部材の動的挙 動について紹介する.

#### 対象模型橋梁の概要 2.

対象模型橋梁は,図-1 に示すように橋長は 1600mm,幅員は600mmの2径間橋梁である.支 承はすべり支承を採用した.下部構造は H 鋼を用 いることとし,一般橋梁の橋台部と橋脚部の剛性 比を考慮し,橋台部は H 鋼の弱軸が橋軸直角方向 になるように,橋脚部は橋台部より剛性を弱くす るため H 鋼の弱軸が橋軸方向になるようにした. BMRは,両橋台部に取り付けることとした.

#### 解析モデルと解析条件 3.

0.5m 解析モデルを図-2 に示す.桁,下部構造に対して は線形梁要素、すべり支承と BMR に対しては非線 形バネ要素を用いてモデル化を行った.支承部と BMR 周辺の連結部材は剛部材とした.すべり支承 は,図-3に示すように,摩擦係数を0.1と仮定し, バイリニアモデルを用いてモデル化した.その際,初期剛性 は1.0E+5kN/m 2 次剛性は1.0E-2kN/m と仮定した BMR は, 図-4 に示すモデルとし, 初期剛性と2次剛性は BMR 単体準 動的載荷実験結果に基づいて設定した.

解析条件として,入力波形は 3.0Hz の正弦波で最大加速度 が 250gal の波形を用い, Newmark β 法 (β=0.25) により数値 積分を行った.減衰は要素別 Ravleigh 減衰を用い,積分時間 間隔は BMR の非線形特性を考慮し 0.0001 秒とした. なお, 加振は橋軸方向とした.

#### 4. 検討項目

BMR を装着した模型橋梁(以降 BMR あり)と装着していない模 型橋梁(以降 BMR なし)に対して解析を行い,桁端部の変位,橋 台に作用するせん断力,桁の軸力の比較を行った.また,BMRとブ ラケットとの遊間を 10mm 設けた場合(以降遊間あり)と遊間を設 けていない場合(以降遊間なし)の解析を実施し,BMR の荷重-変 位関係や橋台に作用するせん断力,桁の軸力の比較を行った.



### 解析対象模型橋梁(単位:mm) 図-1



# 5. 解析結果

(1) BMR あり(遊間なし)・なしの比較
図-5 に BMR ありモデルと BMR なし
モデルの桁端部の時刻歴変位応答を示す. BMR なしモデルでは変位が 15mm
程度生じているが, BMR ありモデルでは 5mm 程度となっており, BMR が上
部構造の変位を抑制していることがわかる.

図-6 に BMR ありモデルと BMR なし モデルの橋台に作用するせん断力を示 す.BMR ありモデルの場合,橋台に作 用するせん断力が, BMR なしモデルの せん断力に比べ最大で約10倍大きくな っていることがわかる.これは, BMR を装着した場合,BMRを介して上部構 造の慣性力が橋台に伝達されたためで あるが,BMR が圧縮側のみ作動してい るため,橋台の引張側に生じるせん断 力は BMR なしモデルに比べほとんど 差がないことが確認された.また BMR なしモデルにおいても,橋台にせん断 力が作用しているのは, すべり支承の 摩擦係数を 0.1 と設定しているため ,上 部構造がすべり始める以前に,上部構 造に作用する慣性力がわずかに橋台へ



伝達されていることが原因と考えられる .図−7 に BMR ありモデルと BMR なしモデルの桁の軸力を示しており, 桁の軸力に関しても橋台に作用するせん断力と同様に BMR なしモデルのほうが BMR ありモデルに比べ大きく 現れた.

(2)遊間あり・なしの比較

図-8 に遊間ありモデルと,遊間なしモデルの BMR の荷重-変位履歴を示す.両モデルとも BMR の荷重-変位履 歴が第3象限のみで描いており,圧縮側のみエネルギー吸収していることが確認された.また,遊間ありモデル の BMR の最大荷重および最大変位は,遊間なしモデルに比べ小さくなっていることがわかる.ただし,BMR に 遊間 10mm を設けた場合においても,BMR なしの上部構造変位(15mm)に対して変位を抑制していることがわ かる.また,図-9 に遊間ありモデルと遊間なしモデルの橋台に作用するせん断力を示す.遊間ありモデルより遊 間なしモデルの橋台に作用するせん断力が大きいことがわかる.これは,遊間なしモデルでは,図-8 に示すよう に遊間ありモデルに比べ BMR の最大荷重や変位量が大きいためと考えられる.図-10 に遊間ありモデルと遊間 なしモデルの桁の軸力を示しており,桁の軸力に関しても橋台に作用するせん断力と同様な結果が得られた.以 上のことから,BMR の遊間量の設定により,上部構造の変位抑制,橋台に作用するせん断力をコントロールで きることが考えられる.

## 6. まとめ

本研究では,片押し型制震デバイス BMR を装着した模型橋梁の動的解析を実施し,BMR の挙動や周辺部材の 挙動について基礎的検討を行った BMR を装着した場合では BMR を介して上部構造の慣性力が橋台に伝達し, 橋台に作用するせん断力と桁の軸力が大きくなることが確認された.また,BMR に遊間を 10mm 設けることに より BMR の荷重-変位曲線の描く履歴は小さくなり,BMR が吸収するエネルギー量は小さくなることが確認さ れた.しかしながら,BMR なしに比べ,上部構造の変位は抑制されることが確認された.

今後,BMRを装着した模型橋梁の振動台実験を行い,本研究で得られた解析結果と比較していく予定である. 参考文献

1) 樋口匡輝, 宮崎充, 斉藤次郎, 佐藤英和, 鈴木敬崇: 圧縮片押し型ダンパーBMR を用いた制震効果に関する基礎的検討, 第15 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.345-352, 2012.7