

振動台を用いた片押し型制震デバイス BMR の動的性能に関する実験的研究

九州大学大学院 学生会員 ○和田 悠佑 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 九州大学大学院 正会員 崔 準祐

1. はじめに

片押し型制震デバイスは、圧縮方向のみに作用するように橋台に設置することで、地震時に橋台引張側へせん断力を伝達しないことが可能になる。本研究では、片押し型制震デバイスと模型橋梁を用いた振動台実験を実施した。今回使用した制震デバイスは、自己復元機能を併せ持つ制震デバイス（以後、BMR）である。本実験では、橋梁模型中における BMR の動的挙動把握を目的とし、BMR や上部構造の動的挙動を調べるとともに BMR 単体試験との比較を行った。

2. 実験概要

図-1 に模型橋梁の実験セットアップのイメージ図を示す。本模型橋梁では、すべり支承を有する2径間橋梁を想定し、両橋台側に BMR を装着し、これら BMR が上部構造に取り付けたブラケットに接触して上部構造の慣性力を抑制する構造とした。模型橋梁の寸法は、実験に先立って実施した事前解析結果¹⁾を基に決定した。図-2 に実験に用いた模型橋梁のセットアップ状況を示す。

3. 実験ケースと入力波形

BMR を装着した模型橋梁（以後、BMR あり）と装着していない模型橋梁（以後、BMR なし）に対して実験を行い、BMR ありに対しては、BMR とブラケットの遊間を設けていない場合（以後、遊間なし）と遊間を5mm 設けた場合（以後、遊間5mm）と遊間を10mm 設けた場合（以後、遊間10mm）に対して実験を行った。また入力波形は、事前解析結果¹⁾を参考として2.0Hz と3.0Hz の正弦波を用いることとし、加速度振幅は実験時の BMR や桁の最大変位を確認しながら150gal から400gal として加振した。

4. 計測箇所および計測項目

本実験における計測項目と計測箇所を図-3 に示す。計測項目としては、BMR に作用する荷重、BMR の変位、桁の加速度等とした。BMR に作用する荷重は、橋台の水平横梁部に取り付けたロードセルにより測定し、BMR の変位は、橋台に設置した変位計（変位計②、⑬）と桁端部に設置した変位計（変位計①）で得られた変位の差により求めることとした。

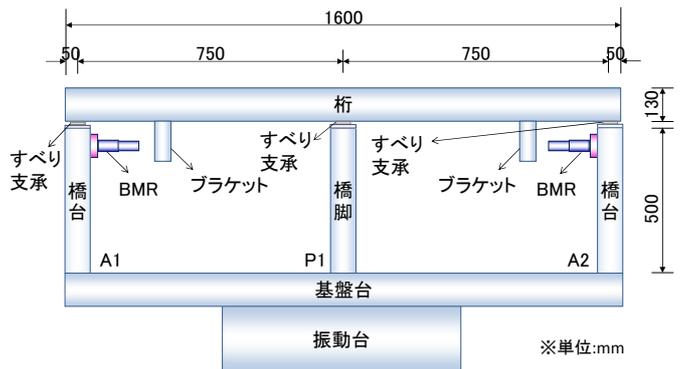


図-1 実験セットアップのイメージ図

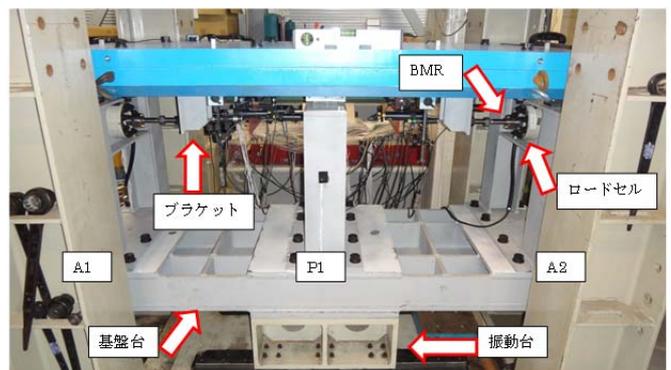


図-2 模型橋梁のセットアップ状況

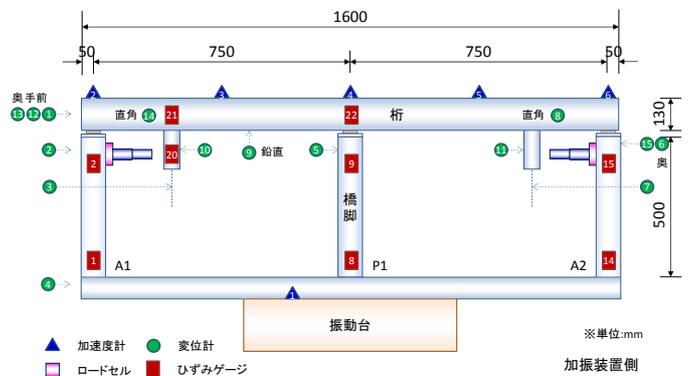


図-3 計測箇所

キーワード 片押し型制震デバイス, 模型橋梁, 振動台実験

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3374

5. 実験結果

(1) BMR ありと BMR なしの応答比較

図-4, 図-5 に BMR あり, BMR なしに対し 2.0Hz250gal の正弦波を加振した場合と 3.0Hz250gal の正弦波を加振した場合の桁と橋台の相対変位の時刻歴応答を示す. 桁と橋台の相対変位振幅を 2.0Hz 加振の場合は約 10mm, 3.0Hz 加振の場合は約 5mm 抑制していることが確認された. BMR を設置することで上部構造の慣性力が抑制されていることが推察できる.

(2) 遊間変化に伴う BMR の履歴変化

遊間なし, 遊間 5mm, 遊間 10mm に対してそれぞれ 2.0Hz, 3.0Hz の正弦波加振を行い, BMR の荷重-変位関係をそれぞれ図-6, 図-7 に示す. 図-6 より 2.0Hz 加振では, BMR の最大変位が遊間なしの場合 1.8mm, 遊間 5mm の場合 6.0mm, 遊間 10mm の場合 6.8mm となり, 遊間を大きく設けると BMR の応答も大きくなり, エネルギー吸収量も増加していることがわかる. 一方, 3.0Hz 加振では, BMR の最大変位が遊間なしの場合 2.1mm, 遊間 5mm の場合 3.2mm となったが, 遊間 10mm の場合は BMR がほとんど作動しない結果となった. これらは, 遊間の大きさや加振振動数の変化に伴い桁の振動特性が変化したことが要因と推定されるが, BMR は繰返す加振についても安定した履歴特性を示した. 図-8, 図-9 に 2.0Hz と 3.0Hz 加振時の桁の時刻歴加速度応答を示しており, 2.0Hz 加振では遊間無しの場合応答が漸減しているが, 遊間 5mm の場合はほぼ一定の応答, 遊間 10mm の場合は応答が漸増していることがわかる. 3.0Hz 加振時においても遊間の変化に伴い加速度応答が変化しており, こうした遊間の変化に伴う桁の振動特性の変化が BMR の履歴応答に大きな影響を及ぼしたと考えられる.

遊間なし, 遊間 5mm, 遊間 10mm に対してそれぞれ 2.0Hz, 3.0Hz の正弦波加振を行い, BMR の荷重-変位関係をそれぞれ図-6, 図-7 に示す. 図-6 より 2.0Hz 加振では, BMR の最大変位が遊間なしの場合 1.8mm, 遊間 5mm の場合 6.0mm, 遊間 10mm の場合 6.8mm となり, 遊間を大きく設けると BMR の応答も大きくなり, エネルギー吸収量も増加していることがわかる. 一方, 3.0Hz 加振では, BMR の最大変位が遊間なしの場合 2.1mm, 遊間 5mm の場合 3.2mm となったが, 遊間 10mm の場合は BMR がほとんど作動しない結果となった. これらは, 遊間の大きさや加振振動数の変化に伴い桁の振動特性が変化したことが要因と推定されるが, BMR は繰返す加振についても安定した履歴特性を示した. 図-8, 図-9 に 2.0Hz と 3.0Hz 加振時の桁の時刻歴加速度応答を示しており, 2.0Hz 加振では遊間無しの場合応答が漸減しているが, 遊間 5mm の場合はほぼ一定の応答, 遊間 10mm の場合は応答が漸増していることがわかる. 3.0Hz 加振時においても遊間の変化に伴い加速度応答が変化しており, こうした遊間の変化に伴う桁の振動特性の変化が BMR の履歴応答に大きな影響を及ぼしたと考えられる.

(3) 振動台実験と単体試験の比較

図-10 に 3.0Hz250gal 加振の振動台実験と BMR の単体試験結果により得られた BMR の履歴を示す. 振動台実験により得られた BMR の履歴特性は, 単体試験に近似していることが確認された.

6. 結論

本研究では, 振動台実験により BMR の動的挙動特性を把握した. 遊間変化に伴い桁の振動特性が変化し, BMR の履歴応答特性が変化することが確認された. また, 振動台実験時の BMR の履歴応答は単体試験結果に近似した. 今後は, 本振動台実験に対する再現解析を行い, 解析モデルの精度について検討を続けていく予定である.

参考文献

1) 和田悠佑, 崔準祐, 田中剛, 鈴木敬崇: 片押し型制震デバイスを装着した模型橋梁の動的解析, 平成 25 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2013.3

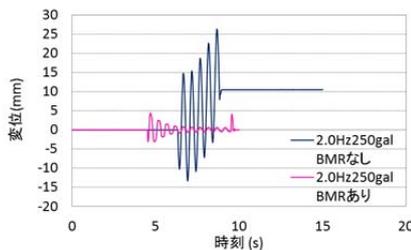


図-4 桁端部時刻歴変位応答

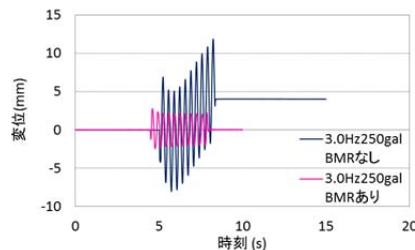


図-5 桁端部時刻歴変位応答

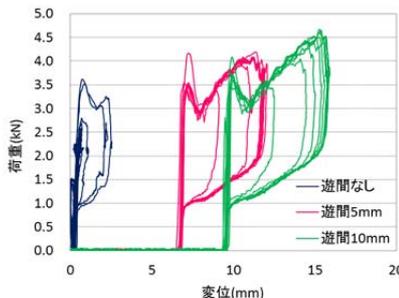


図-6 BMR 履歴_2.0Hz225gal

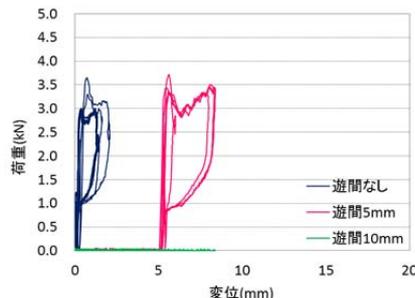


図-7 BMR 履歴_3.0Hz225gal

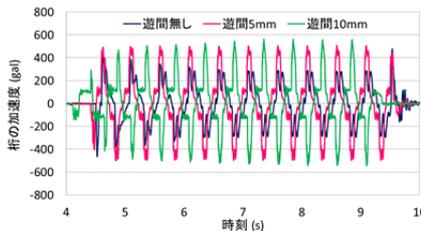


図-8 桁の時刻歴加速度応答
2.0Hz225gal

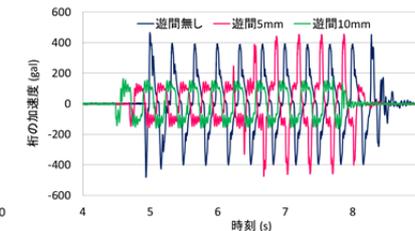


図-9 桁の時刻歴加速度応答
3.0Hz225gal

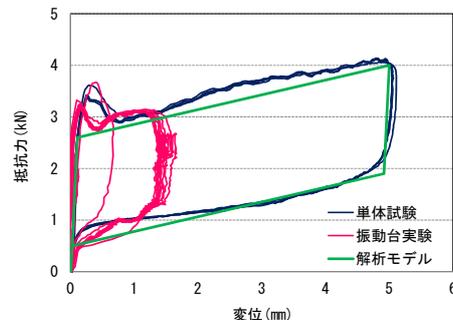


図-10 単体試験との比較