

皿バネボルトセットを用いた摩擦型ダンパーを設置した橋梁系模型の振動台実験

(株) 大林組 フェロー ○野村 敏雄

(株) 大林組 正会員 武田 篤史

(株) 大林組 正会員 新倉 一郎

(株) 大林組 正会員 加藤 敏明

1. はじめに

皿バネボルトセットを用いた摩擦型ダンパー（以下、ブレーキダンパーと称す）は、建築構造物においてはコスト面やメンテナンス面のメリットからすでに実用化されている¹⁾。著者らは橋梁で用いることが可能なように大ストローク化、高減衰力化を行うとともに²⁾、橋梁に用いた時の有効性についても検討している³⁾。図-1 に、ブレーキダンパーを示す。本研究では、ブレーキダンパーの効果を実験的に明らかにすることを目的として、本ダンパーを設置した橋梁系模型に対して振動台実験を行った。

2. 実験方法

実験は、振動台上に2組の橋梁系模型を設置し、一方のみにブレーキダンパーを取付けて行った。図-2 に示すとおり、橋脚模型はRCとし、非線形領域も含む実験とした。橋台模型は剛体を仮定できる断面となるよう鉄骨により作製した。橋梁系のプロトタイプは、実橋脚とせずに、固有振動数 1.0Hz および降伏震度 0.4 であることのみを定めた。

相似則は、速度の相似比が1となるようにした。これは、ブレーキダンパーが速度依存性を持っているためである。その他に、搭載能力や加振能力から加速度の相似比は3と定めて、表-1 に示す相似比とした。

橋脚模型は降伏震度および降伏時割線剛性が上記相似比に適合するように設計した。橋脚模型の形状寸法および断面配筋図を図-3 に示す。

ブレーキダンパーは、実設計においては上部工重量の0.1倍を目安として配置する。そこで、本実験においては、相似則に従って上部工重量の0.3倍として、22kNの摩擦型ダンパー2基を用いることとした。ブレーキダンパーは、ボルトで面圧を与えたブレーキ材とステンレス板を摺動させることにより、摩擦を発生させて減衰させるものである。基本構成を図-4 に示す。ダンパーは実物より縮小化しているが、材質や面圧は実物と同等である。

入力地震波は、道路橋示方書⁴⁾に示されるL1地震動(II種地盤)100%およびL2地震動タイプII(II

表-1 相似比	
水平変位	0.33
水平速度	1.0
水平加速度	3.0
時間	0.33
振動数	3.0
震度	3.0

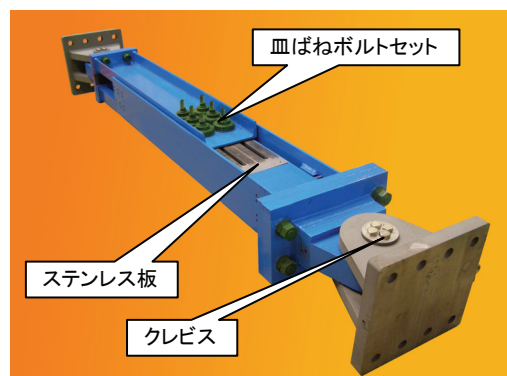


図-1 ブレーキダンパー

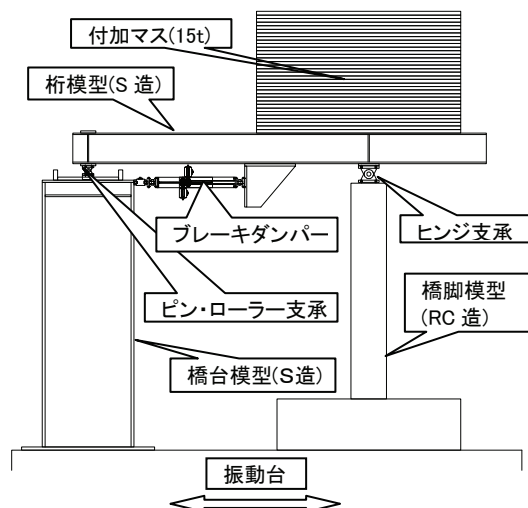


図-2 実験全体図

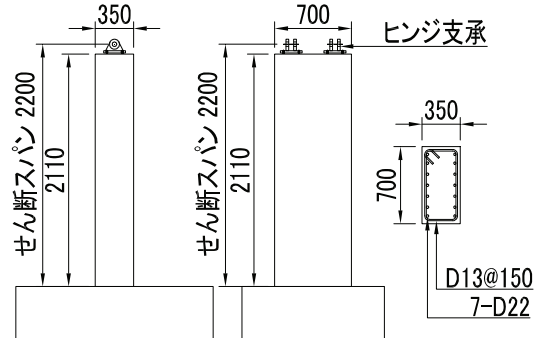


図-3 RC橋脚模型

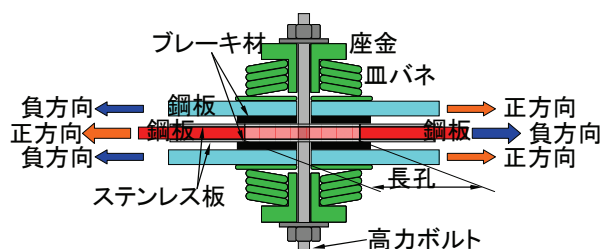


図-4 ブレーキダンパーの基本構成

キーワード 制振橋梁、摩擦型ダンパー、振動台実験

連絡先

〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株) 大林組技術研究所構造技術研究部 TEL 042-495-1013

種地盤-2) 110%を、相似則に従って調整したものとした。

3. 実験結果

図-5 に L1 地震動に対する荷重－変位関係を示す。最大応答変位はダンパーなし模型 9.6mm、ダンパーあり模型 2.1mm であり、ダンパーを付加することにより応答を 78%低減することができた。計算上の降伏変位（基部からの抜け出しを含む）は、33.5mm であり、両ケースとも降伏にいたっていない。よって、ブレーキダンパーは応答の小さい L1 地震動に対しても大きな変位抑制効果が得られることがわかる。

図-6 に L1 地震動に対する摩擦型ダンパーの減衰力－変形関係を示す。2 基のダンパーはほぼ同様に作用していることがわかる。減衰力は定格の 22kN まで達しておらず、履歴形状もほとんどエネルギー吸収をしていないが、変位抑制効果が得られたのは、ブレーキダンパーの剛性により全体の固有振動数が高くなったことの効果によると考えられる。なお、最大加速度 100gal のホワイトノイズ加振で得られた固有振動数は、ダンパーなし模型 4.2Hz、ダンパーあり模型 6.0Hz であった。

図-7 に L2 地震動に対する荷重－変位関係を示す。最大応答変位は、ダンパーなし模型 119.3mm、ダンパーあり模型 65.6mm であり、ダンパーの付加により応答を 45%減少させることができた。橋脚模型基部の状況は、ダンパーあり模型ではひび割れの発生にとどまったが、ダンパーなし模型では、鉄筋がはらみ出ししかぶりコンクリートが剥落した。

図-8 に実験終了時の状況を示す。手前側のセットがダンパーあり模型で、奥側のセットがダンパーなし模型である。手前側のダンパーあり模型では外見がほぼ健全であるのに対し、奥側のダンパーなし模型ではかぶりが剥落していることがわかる。

図-9 に、L2 地震動に対する摩擦型ダンパーの減衰力－変形関係を示す。L1 地震動に対する挙動と同様に、2 基のダンパーはほぼ同様に作用していることがわかる。減衰力はほぼ定格の 22kN であり、長方形に近い履歴ループが得られている。

4. おわりに

ブレーキダンパーに関して、橋梁系の振動台実験を行った。その結果、L1 地震動、L2 地震動の両者に対して、ダンパーが有効に働くことが確認された。今後は、シミュレーションを行い、ブレーキダンパーを用いた制振橋梁の設計法について検証していく予定である。

参考文献

- 1) 日野ら：高力ボルト摩擦接合滑りダンパーの開発と実建物への適用、鋼構造年次論文報告集、No1. 8、2000. 11
- 2) 武田ら：摩擦型ダンパーの性能確認実験、土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集、2009. 9、
- 3) 梶原ら：摩擦型ダンパーを用いたラーメン橋梁の設計検討、土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集、2009. 9、
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、2002. 3

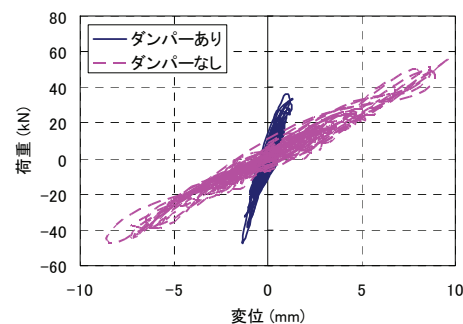


図 - 5 橋梁系の応答 (L1 地震動)

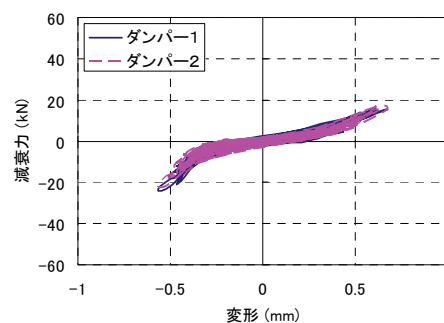


図 - 6 ダンパーの挙動 (L1 地震動)

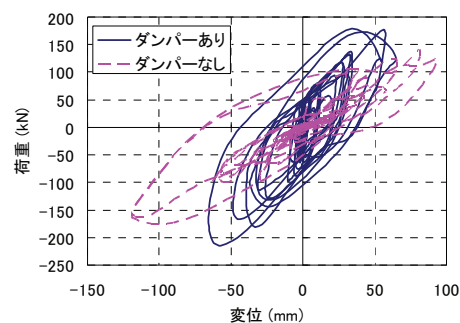


図 - 7 橋梁系の応答 (L2 地震動)



図 - 8 最終状況 (L2 地震動)

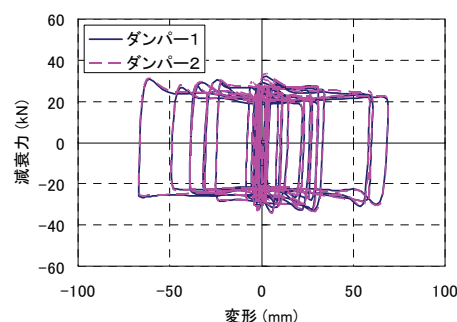


図 - 9 ダンパーの挙動 (L2 地震動)