

摩擦ダンパーを用いた橋梁模型の振動台実験について (その2: 地震時挙動)

青木あすなろ建設(株)○正会員 藤本和久 会員外 信岡靖久 小林健一郎 武藤諒 フェロー 牛島榮
首都高速道路(株) 正会員 和田新 右高裕二

1. はじめに

筆者らは、既設橋梁の支承部に“ダイス・ロッド式摩擦ダンパー(以下、摩擦ダンパー)”を設置することで耐震性向上を図る工法の開発を進めており、本工法による制震効果の確認を目的とした振動台実験を行った。本報では、レベル1(以下、L1)およびレベル2(以下、L2)地震動の加振に対する実験結果および動的解析との比較について示す。

2. 振動台実験概要

2.1 実験模型 実験模型を図-1 および写真-1 に示す。詳細はその1を参照。

2.2 上段フレーム支持条件 実橋において橋軸直角方向は支承部がサイド

ブロックによって固定されるため、上段フレームと下段フレームを治具によって固定した条件を含め、表-1 に示す条件で実験を実施した。

2.3 入力波 入力波パラメーター一覧を表-2 に、入力波特性(加速度応答スペクトル)を図-2 に示す。入力地震波には、道示V³に示されるL1 およびL2 地震動を修正して用いる。本報では、L1 地震動(Ⅲ種地盤)、I-Ⅲ-3、II-Ⅲ-3の実験結果を一例として示す。なお、II-Ⅲ-3については予め実施した解析によりゴム支承のみの場合の支承変位がゴム厚の200%を超えることから加速度振幅を80%に低減した。

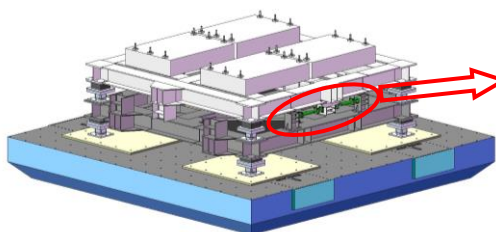


図-1 実験模型



写真-1 摩擦ダンパー設置状況

表-1 上段フレーム支持条件

Case	上段フレーム支持条件
①	固定(固定治具による上下部の接続)
②	ゴム支承+200kNダンパー
③	ゴム支承+100kNダンパー
④	ゴム支承のみ

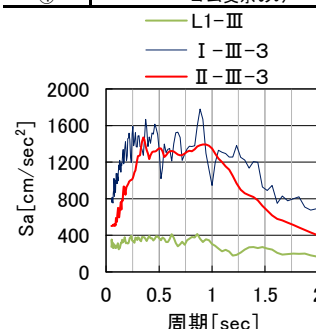


図-2 地震波の加速度応答スペクトル(減衰定数 3%)

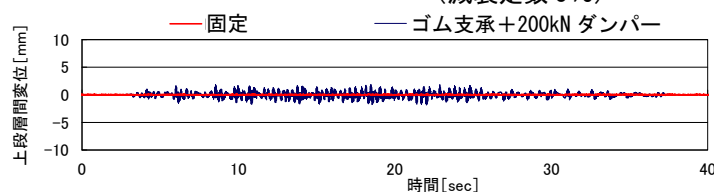


図-3 L1 地震動時刻歴応答波形

3. 振動台実験結果

3.1 L1 地震動加振 L1 地震動時には、摩擦ダンパーを固定部材として機能させる。そのためL1 地震動で加振し「固定」と「ゴム支承+200kNダンパー」の各ケースの比較を行った。L1 地震動(Ⅲ種地盤)加振時の時刻歴応答を図-3 に、

加振時の荷重-変位関係を図-4 に示す。上段層間変位が固定支承と同じく十分小さいこと、荷重-変位関係が剛塑性の長方形の形状を示さないことから、摩擦ダンパーは摺動すなわち動いておらず、固定部材として機能していることが確認できる。なお、図-4 でダンパー荷重の最大値が140kNを示していることから、この値未満の摩擦力を設定した場合には、L1 地震動加振時に摩擦ダンパーが摺動してしまい、固定部材として機能しないことがわかる。

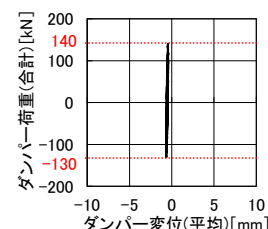
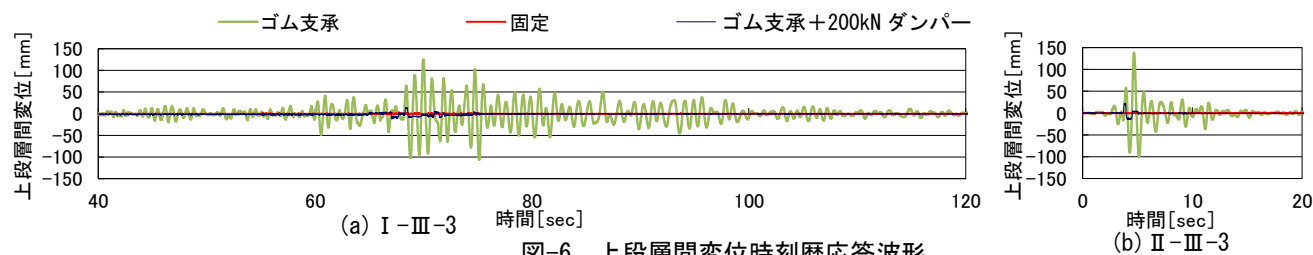
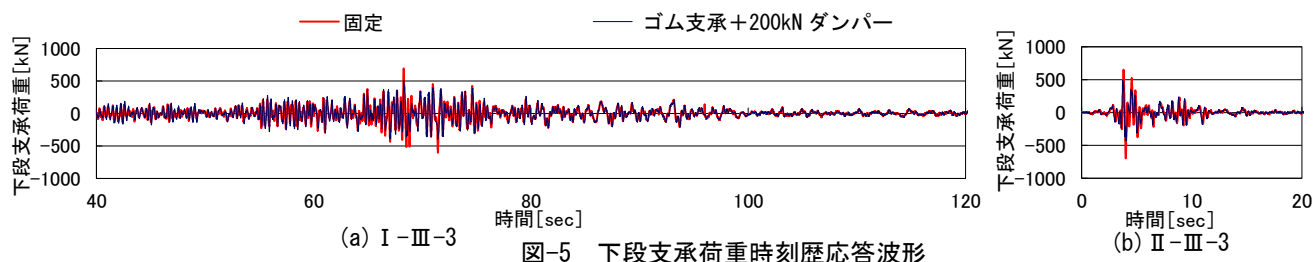


図-4 L1 地震動時荷重-変位関係

3.2 L2 地震動加振 L2 地震動時には、摩擦ダンパーが摺動することでエネルギー吸収を行い、制震効果を期待する。「固定」と「ゴム支承+200kNダンパー」の下段支承荷重の比較を時刻歴応答として図-5 に、上段層間変位についても「ゴム支承のみ」と「ゴム支承+200kNダンパー」の比較を図-6 に、時刻歴応答として示す。

キーワード 摩擦ダンパー, ダイス・ロッド式, 制震, 橋梁, 耐震補強, 振動台実験

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 36-1 青木あすなろ建設(株)技術研究所 耐震リニューアル研究室 TEL029-877-1112



摩擦ダンパー設置による最大応答値の低減効果を表-3に示す。また、各入力波に対する摩擦ダンパーの荷重-変位関係を図-7に示す。摩擦ダンパーは、安定した剛塑性の履歴形状を示しており優れたエネルギー吸収性能を発揮することが確認できる。

3.3 最大応答値の比較 実橋に摩擦ダンパーを適用する場合に、その摩擦力をどのように設定するべきかが大きな課題となる。既往の文献²⁾では下段支承荷重が摩擦ダンパーは、ある閾値(摩擦力)において最も小さくなる最適値の存在を示唆している。本実験では摩擦ダンパーの摩擦力として100kNと200kNの2通りを、摩擦ダンパーの摩擦力が0の場合(=ゴム支承のみの場合)、固定の場合と合わせて実施している。動的解析の結果と実験の結果により得られた値を図-8に示す。両結果はよく合致しており下段支承荷重を最小とする最適値が存在することが確認される。ただし、下段支承荷重を最小とする摩擦力ではL1地震時に撓動してしまうことから、本実験においては摩擦ダンパーの摩擦力を200kNとして設定している。なお、上段層間変位は摩擦力の増加と共に小さくなっている。

4. まとめ

以上、振動台実験の概要および結果の一例を示した。摩擦ダンパーはL1地震動時には固定部材として働き、L2地震動時には摩擦力を適切に設定することにより、摩擦ダンパーとして機能することによって下段支承荷重や上段層間変位を低減することができる。

【謝辞】本研究は、首都高速道路(株)と青木あすなろ建設(株)の共同研究「既設橋梁の耐震性向上技術に関する研究」に関する成果の一部である。また、本実験の計画・遂行および結果のまとめに際して、関係各位には懇切丁寧に指導して頂いた。ここに、感謝の意を表す。

【参考文献】1) 波田雅也ほか：橋梁の制震化に用いる摩擦ダンパーの実験的研究(その1：ダンパー概要と基本特性、その2：L2地震時の履歴特性)、土木学会第70回年次学術講演会、I-019、I-020、pp.37-40、2015 2) 武田篤史ほか：摩擦型ダンパーを用いた橋梁系の振動台実験、土木学会論文集A1(構造・地震工学)、Vol.67、No.3、pp.628-643、2011 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、2012.3

表-3 摩擦ダンパーの低減効果

地震波	下段支承荷重の 最大値 (kN)		低減率 (②/①)
	①固定	②ゴム支承+ 200kN摩擦ダンパー	
I-III-3	692	504	0.73
II-III-3	697	484	0.69

地震波	上段層間変位の 最大値 (mm)		低減率 (②/④)
	④ゴム支承 のみ	②ゴム支承+ 200kN摩擦ダンパー	
I-III-3	125	14	0.11
II-III-3	138	22	0.16

