

2 方向に制震デバイスを設置した場合の制震効果の確認

首都高速道路(株) 正会員 ○和田 新 右高裕二
 清水建設(株) 正会員 滝本和志 林大輔 磯田和彦
 青木あすなる建設(株) 正会員 波田雅也 藤本和久 牛島栄

1. はじめに

首都高速道路は、全線が緊急輸送道路に指定されているため、被災直後に緊急車両が通行可能でなければならない。よって、橋梁の損傷を限定的なものに留めて、被災直後から果たすべき役割を担えることが望ましいが、既設橋脚に更なる耐震補強を実施すると、補強部分の耐力が増加するため、降伏部位が橋脚基部から補強困難な基礎部に移行するといった問題が発生する。そこで、制震デバイスを用いて応答の低減を図ることにより、耐力の増加を伴わずに耐震性能を向上させる技術を開発し、土木研究所が所有する三次元大型振動台を用いて制震デバイスの効果を確認するための実験を実施した。

本稿は、2方向に制震デバイスを設置した場合の、2方向加振の実験結果について報告するものである。

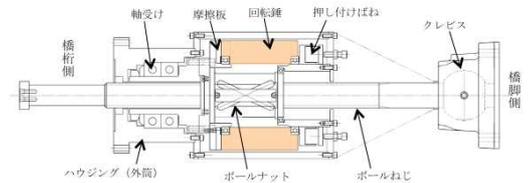


図1 DS-DPの標準構造

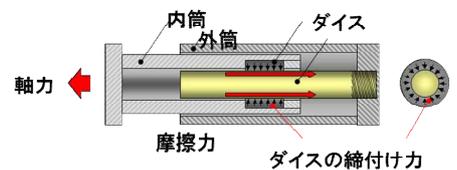


図2 DRF-DPの外形・内部の摩擦機構

2. 実験概要

(1) 制震デバイス

今回の実験には、主として橋軸方向に適用する同調型慣性質量ダンパー(DS-DP)(図1)と、主として橋軸直角(橋直)方向に適用するダイス・ロッド式摩擦ダンパー(DRF-DP)(図2)の2種類の制震デバイスを組み合わせて使用した。両ダンパーは両端にボールジョイントを有しており、ダンパー軸回りの回転を拘束しつつ、変形に対して抵抗なく追従できる仕様となっている。

(2) 実験模型

実験模型は、首都高の実橋(3径間連続高架橋で径間長37m)を対象に、橋脚や基礎バネを含めた全体系の固有周期を再現した。作成した実験模型(図3)は、カウンターウェイトを含む上層が桁と支承部を、下層が橋脚と基礎ばねをモデル化したものである。また、制震デバイスの高架橋設置イメージ(図4)に基づき、上下層間の橋軸(X)方向にDS-DPを、橋直(Y)方向にDRF-DPを各々同時に配置した。全支承部には三分力計を設置し、各支承に作用する力を計測した。ゴム支承は、最大慣性力作用時に座屈しないように変形量がゴム辺長の2/3以下、かつ変形が200%ひずみ以下となる寸法とした。

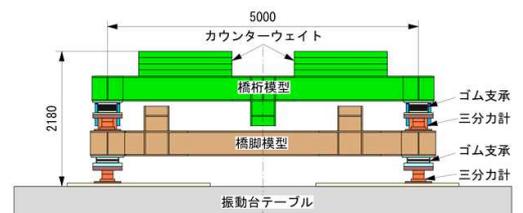


図3 実験模型

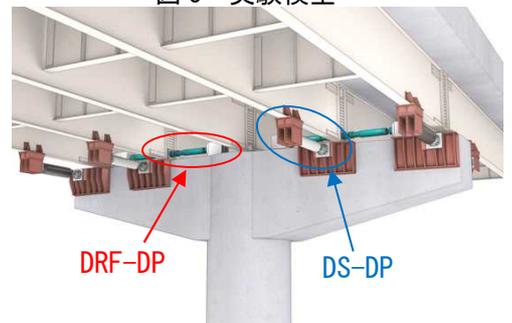


図4 制震デバイスの高架橋設置イメージ

(3) 入力地震動

2方向の制震デバイスの効果確認に用いた入力地震波を表1に示す。道路橋示方書Vに示される地震動波形の時間軸に相似率(1/1.49)を乗じた波形を基本とした。2方向加振は、0.7倍した同じ波形を2方向に同時入力(45°加振)した。また、2方向の記録が取れている実地震波については、橋軸、橋直方向に同時入力した。

キーワード 制震デバイス, 振動台実験, 地震応答低減, 耐震性向上, 橋梁

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 首都高速道路(株)技術推進課 TEL03-3539-9422

(4)実験方法

実験では、支承変位等の挙動の違いを明らかにして制震デバイスの効果を確認した。各々のダンパーは軸外方向に変形を許容する場合、図5のように橋軸方向に設置したダンパーに橋直方向の変形が生じると、橋直方向にも分力が発生し、これが橋直方向に設置したダンパーに悪影響を及ぼす可能性があるため、橋軸、橋直フリーで制震デバイスなし(自由)、橋直方向固定で制震デバイスなし(固定)、橋軸方向のみ DS-DP 設置(DS-DP)、橋直方向のみ DRF-DP 設置(DRF-DP)、橋軸方向に DS-DP、橋直方向に DRF-DP を各々同時に設置(両方)の5 ケースを比較して、2 方向に制震デバイスを設置した場合の効果を評価した。

3. 実験結果

実験より得られた地震波 I-III-3 の最大値を図6に示す。図6(a)より、全ケースほぼ同じ大きさの波形が入力できていることが確認できる。図6(b), (c), (d)において橋軸方向は DS-DP 単体のケース(DS-DP)と両方のケース(両方)、橋直方向は DRF-DP 単体のケース(DRF-DP)と両方のケース(両方)の応答値がほぼ等しくなっていることから、橋軸・橋直に設置したダンパー間で相互作用がないことが確認できる。

図7に地震波 I-III-3 入力時における橋軸方向の DS-DP 単体と両方のケース、橋直方向の DRF-DP 単体と両方のケースで得られた下段支承反力の時刻歴応答波形の一例を示す。図6(b), (c), (d)に示した最大値だけでなく、波形の全域に渡って2つのケースではほぼ一致していることが確認できる。

以上より、2方向の制震デバイスは相互作用がないか、あったとしても無視できるほど小さいため、設計の際には、方向毎に設計したデバイスを組み合わせて設置しても制震効果は変わらないことが確認できた。

4. おわりに

本実験より橋軸・橋直方向に制震デバイスを組み合わせて設置しても制震効果には影響せず、実際の設計時にはそれぞれの方向に対し独立にダンパーを設計できることを示した。

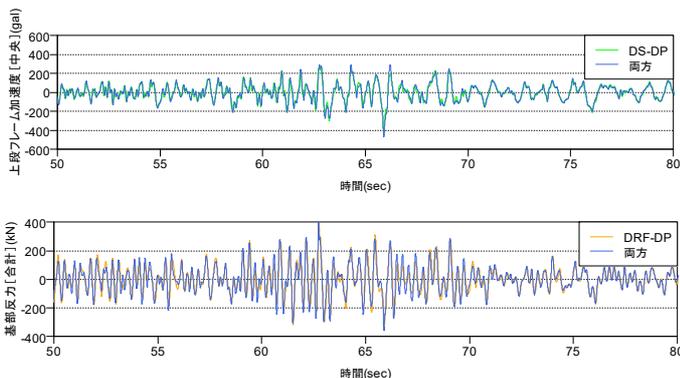


図7 下段支承反力の時刻歴応答比較(上段橋軸, 下段橋直)

表1 入力地震動一覧表

地震波の種類	地盤種	タイプ1	タイプ2
	道路橋示方書	Ⅱ種	I-Ⅱ-2
	Ⅲ種	I-Ⅲ-3	Ⅱ-Ⅲ-3
実地震波A	兵庫県南部地震神戸中央区中山手(JMA KOBE)強震記録		
実地震波B	東北太平洋沖地震 仙台(MYG013)強震記録		

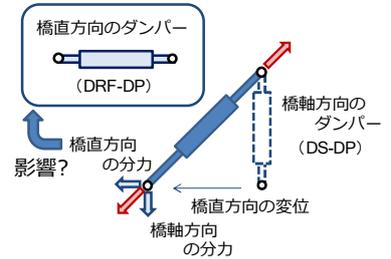
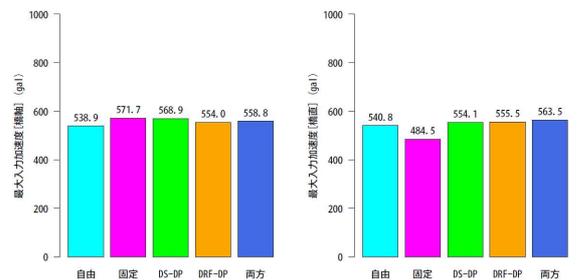
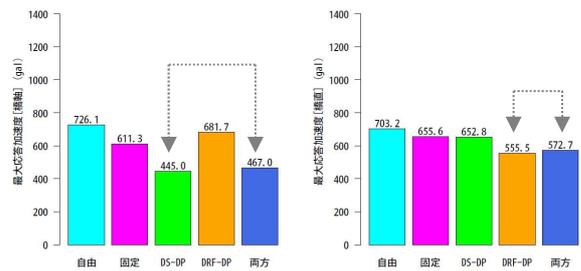


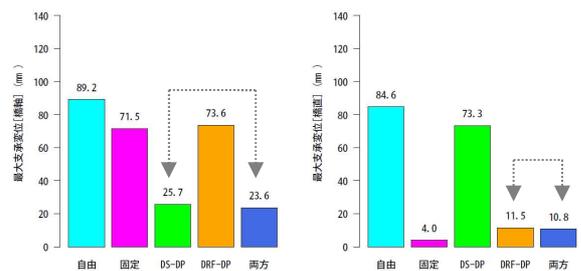
図5 ダンパー相互作用のイメージ



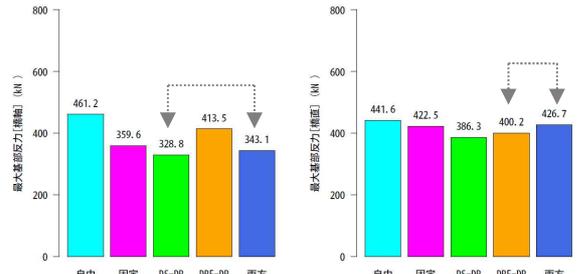
(a)入力加速度(左:橋軸 右:橋直)



(b)上部工加速度(左:橋軸 右:橋直)



(c)支承最大変位(左:橋軸 右:橋直)



(d)基部反力(左:橋軸 右:橋直)

図6 地震波 I-III-3 の結果