

橋梁上部構造の挙動に追従する横変位摩擦ダンパーの静的載荷実験

青木あすなろ建設(株) 正会員 ○木村浩之 波田雅也 山崎 彬 下村将之 藤本和久

フェロー会員 牛島 栄

首都高速道路(株) 正会員 蔵治賢太郎 松原拓朗 久保田成是

(一財)首都高速道路技術センター 正会員 右高裕二 張 広鋒

1. はじめに

筆者らは、既設橋梁の上下部接続部にダイス・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、L2地震動時における基礎部の応答低減を図る耐震補強工法を提案している^{1),2)}。摩擦ダンパーの取付方法は、ボールジョイントを用いた両端ピン接合を採用しており、取付直角方向に加振した場合であっても摩擦ダンパーが支障なく挙動することを振動台実験で確認している³⁾。しかし、取付直角方向に相対変位が発生すると、ダンパー軸が傾き、本来の取付方向に対する制震効果が低下する可能性があることから(図-1(a))⁴⁾、摩擦ダンパーを橋軸直角方向に設置するにあたって、上部構造変位からの影響を最小限にする機構が求められた。

そこで筆者らは、摩擦ダンパーの両端にすべり面を設け、筒部の固定に回転構造を用いることで、橋軸方向変位をはじめとする上部構造の挙動に追従し、橋軸直角方向の力のみを摩擦ダンパーに伝える機構(横変位摩擦ダンパー)を考案した(図-1(b))。本報では本ダンパーの変位追従性能および履歴性能の確認を目的として実施した静的載荷実験の結果について報告する。

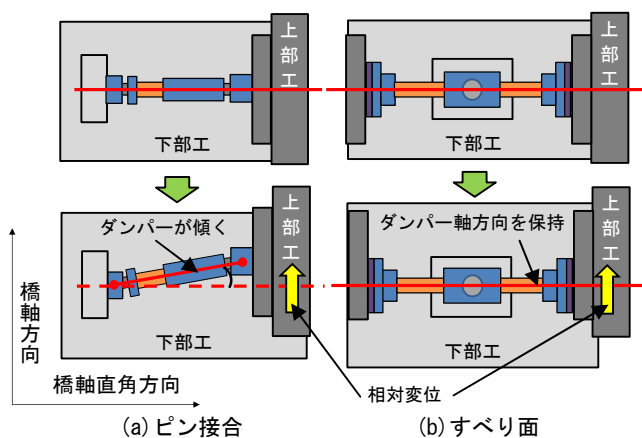


図-1 取付直角方向の変位に対する挙動

2. 横変位摩擦ダンパーの概要

摩擦ダンパーの機構は、ダイス(環)とロッド(芯棒)で構成され、ダイス内径より少し太いロッドをダイスにはめ込むことにより、ロッドの外周に締め付け力が生じる仕組みを利用している(図-2)。摩擦ダンパーは、設定摩擦荷重に達するまでは滑動せず、設定摩擦荷重に達すると、その摩擦荷重を保持しながらダイスがロッド上で滑動し、振動エネルギーを摩擦熱に変換して消散させる。

横変位摩擦ダンパーの設置状況を図-3に、試作品を写真-1に示す。本ダンパーは、ダイスを内蔵した筒部を下部構造に固定し、上部構造に設置するブラケット2基でロッドの両端を挟み込むようにして設置する。上部構造の挙動に対して、鉛直軸回りの回転にはピン回転部、橋軸回りの回転にはトラニオン回転部、鉛直方向および橋軸方向の変位ならびに橋軸直角周りの回転にはロッドの両端に設けたスライド部がそれぞれ追従する。

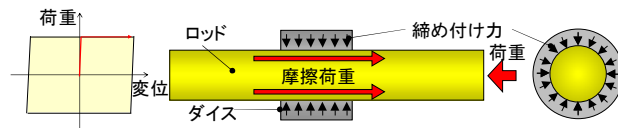


図-2 摩擦ダンパーの機構

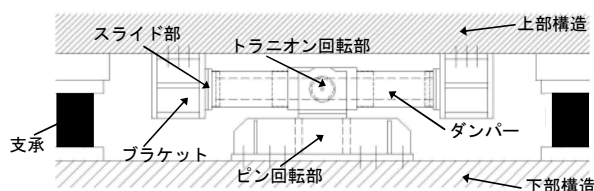


図-3 横変位摩擦ダンパーの設置状況

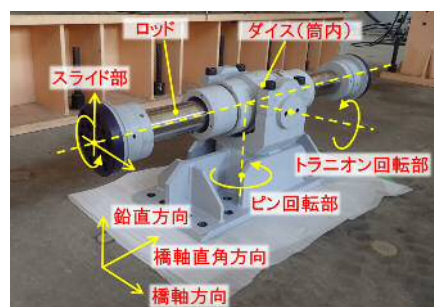


写真-1 横変位摩擦ダンパー試作品

キーワード 摩擦ダンパー, ダイス・ロッド式, 橋梁, 制震, 静的載荷試験

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 構造研究部 TEL029-877-1112

3. 静的載荷実験

3.1 試験体 実験状況を写真-2に示す。試験体は、設定摩擦荷重 500kN、最大ストローク 200mm の横変位摩擦ダンパーを用いた。水平方向を橋軸直角方向、鉛直方向を橋軸方向に見立てている。試験体の設置方向は、ダンパー軸方向を水平方向、ピン回転部を横向きとした。スライド部のすべり面は、ダンパー端部のすべり材にポリアミド樹脂(φ220, 厚さ 25 mm)、ブラケットの相手材にステンレス板を用いた。

3.2 実験方法 アクチュエータに固定したブラケットを介して、横変位摩擦ダンパーを水平・鉛直 2 方向同時に 45° 方向の軌跡となるように載荷した(2 方向載荷)。また、水平荷重の変化を評価するため、事前に水平方向のみの 1 方向載荷を行い(水平載荷)、この際の平均荷重を基準荷重とした。実験条件は、載荷振幅 ±120mm, 載荷速度 0.5mm/sec とし、水平・鉛直荷重および水平・鉛直変位を、ロードセルおよび変位計により計測した。なお、平均荷重は文献 1)と同様、図-4 の要領で評価した。

3.3 実験結果 実験で得られた荷重および荷重比を表-1に示す。図-5に示すような×型の軌跡となるよう、図中①～⑦の順番で 2 方向載荷を実施した。横変位摩擦ダンパーは、2 方向載荷に対して図-6に示すように水平・鉛直方向ともに一定の荷重を保持しながら摺動した。また、表-1より鉛直荷重が水平荷重に対して 10%未満であった。以上の結果から、摩擦ダンパーが摺動したのと同時にスライド部が低摩擦で鉛直変位に追随したといえる。また、図-7に示すように、2 方向載荷時の水平方向の荷重 - 変位関係は、水平載荷時とほぼ同様の履歴形状であった。

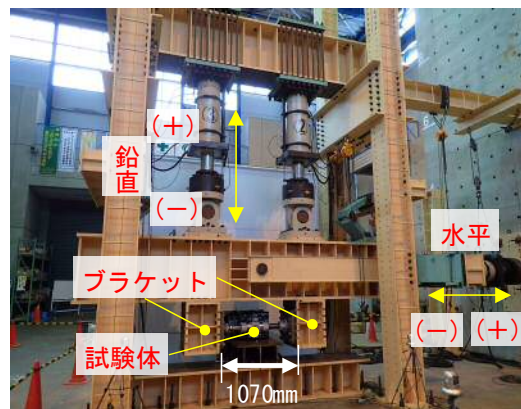


写真-2 実験状況

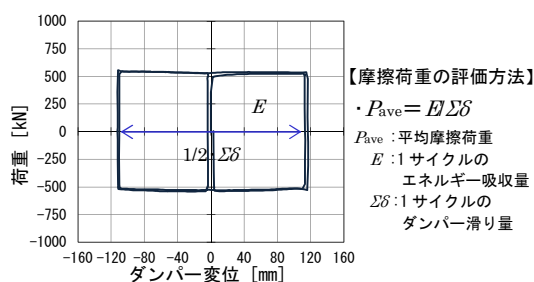


図-4 履歴形状の一例と荷重評価方法¹⁾

4. まとめ

静的載荷実験の結果より、横変位摩擦ダンパーが複数方向の変位に対して追随し、摩擦ダンパーが求められる性能を発揮することを確認した。今後は、より複雑な挙動に対する追随性能を確認する為、振動台実験を実施する予定である。

表-1 荷重一覧

水平平均荷重[kN]	鉛直平均荷重[kN]	鉛直/水平	基準荷重[kN]	水平/基準
514.6	45.3	8.8%	531.7	96.8%

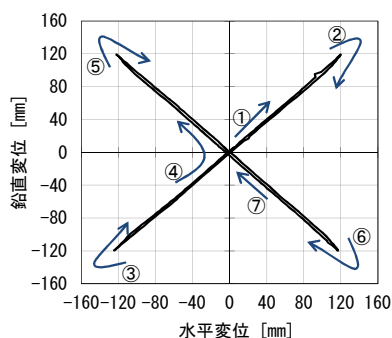


図-5 2方向載荷の軌跡

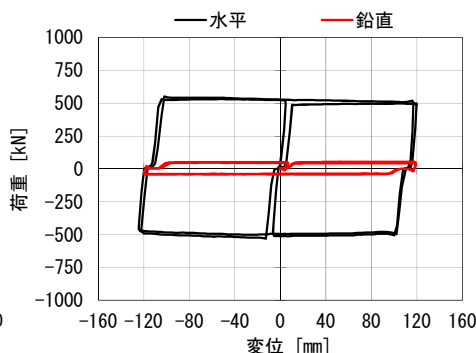


図-6 2方向載荷の荷重 - 変位関係

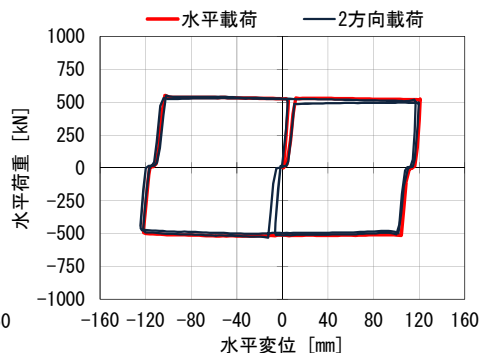


図-7 水平方向の荷重 - 変位関係の比較

【参考文献】

- 1)波田雅也ほか: 既設橋梁の耐震性向上に用いるダイス・ロッド式摩擦ダンパーの開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.2, pp.1003-1008, 2016. 2)波田雅也ほか: ダイス・ロッド式摩擦ダンパーを用いた橋梁模型の振動台実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.859-864, 2017. 3)(財)土木研究センター: - 道路橋の免震構造研究委員会 - 道路橋の免震・制震設計法マニュアル(案), 8-2, 2011. 4) 和田 新ほか: 橋梁に用いる制震デバイスの振動台実験による制震効果の確認, 土木学会第 71 回年次学術講演会, I-200, 2016.