

すべり系支承とダンパーを用いた橋梁模型の振動台実験

独立行政法人土木研究所 正会員 ○岡田太賀雄

独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹

1. 目的

橋梁の上部構造の慣性力を下部構造に分散する方法の一つにすべり系支承とダンパーを組み合わせた形式が考えられる。すべり系支承のみ設置した橋脚には、橋桁に生じる慣性力は摩擦力以上伝わらないというメリットを有するが、橋桁の変形量が大きくなるため、これをダンパーで制御する構造である。本研究においてはダンパーとすべり系支承を用いた橋梁の動的挙動の検証とトレース解析を実施した。

2. 実験概要

図-1 に示すように振動台上に橋軸方向（長辺）6.11m、橋軸直角方向（短辺）1.83m、重量 283kN の橋桁模型の4隅を充填剤入り PTFE と SUS（鏡面仕上げ）を組み合わせたすべり系支承で支持し、図-2 に示すようにオイルダンパーを長辺と平行に 1 本設置した。レーザー変位計・加速度計により桁の変位量・加速度を計測した。また、すべり系支承の下には三分力計を設置し摩擦力を計測し、ダンパーに生じる減衰力はロードセルにより計測した。

すべり系支承の設計面圧は 20N/mm^2 であり、摩擦係数は 0.1 程度である。オイルダンパーについてはストロークが $\pm 120\text{mm}$ で、図-3 に示すような特性を有しており、バルブにより低速域では減衰係数が大きく、高速域では小さくなるタイプである。設計値としての切換速度・荷重は $0.013\text{m/sec} \cdot 53\text{kN}$ 、減衰係数 $C1=4000\text{kN}/(\text{m/sec})$ 、 $C2=200\text{kN}/(\text{m/sec})$ である。

入力波として図-4 に示す 1995 年兵庫県南部地震時の JR 鷹取駅構内における記録（NS、UD 方向）（以下鷹取波）を用い、水平一方向と上下動の影響について検討することとした。なお、時間軸については圧縮していない。

3. 実験結果

主要な応答値について、表-1 に最大応答値、図-5 に時刻歴図、図-6 に摩擦力の総和の履歴図を示す。入力地震動に対して桁の応答加速度は増幅されることなく低減されていることがわかる。上下動も入力した結果と比較すると、鉛直荷重の変動に伴い摩擦力が変動し、桁の応答

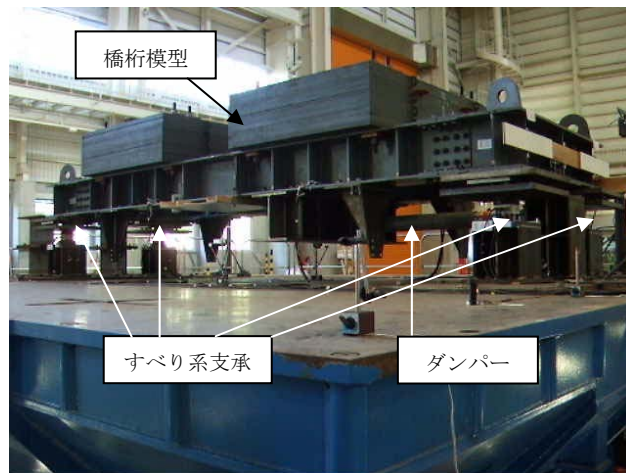


図-1 模型設置状況

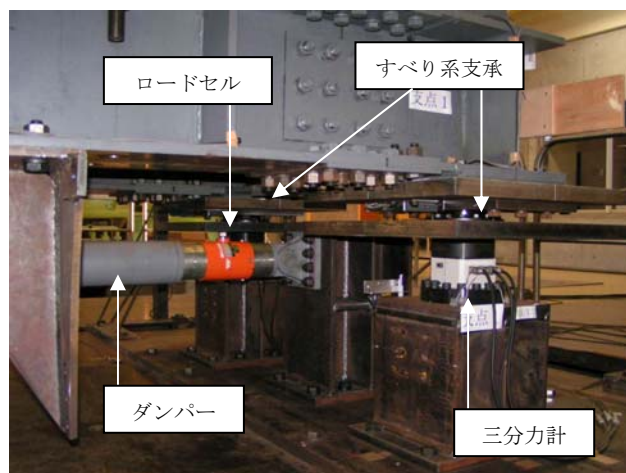


図-2 ダンパー設置状況

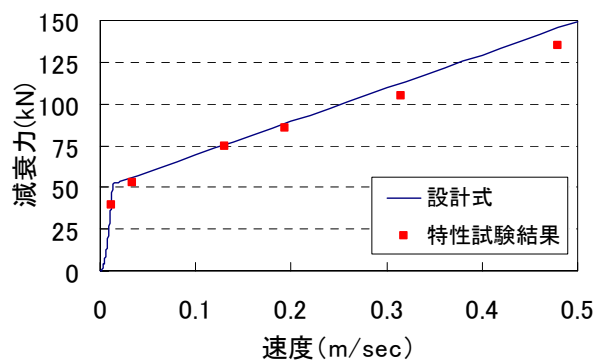


図-3 ダンパー性能

キーワード すべり系支承，オイルダンパー，振動台実験，トレース解析

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所耐震研究グループ耐震チーム TEL 029-879-6773

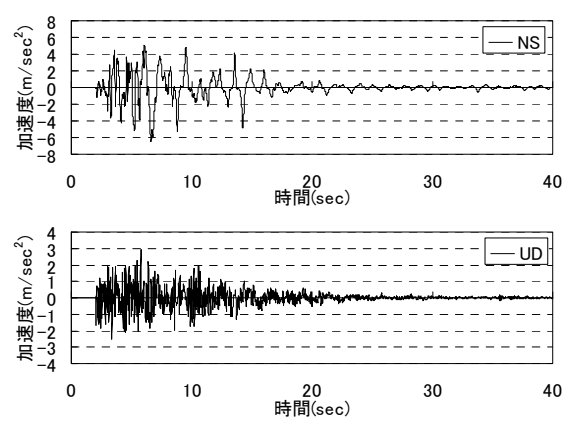


図-4 入力地震動（鷹取波 NS，UD）

加速度については高振動数での応答が付加されスパイク状のピークみられるものの，水平方向の橋桁の応答変位やダンパー荷重に及ぼす影響はほとんど無いことがわかる．

4. トレース解析

水平方向のみ入力した結果について，1 質点系のモデルでトレース解析を行う．解析ソフトには DYNA2E を使用し，ダンパーについては特性試験結果に基づき $C2=180\text{kN}/(\text{m}/\text{sec})$ とし速度依存減衰要素で，摩擦力については速度・面圧依存性があるがここでは一定とし，実験結果に基づき 40kN の摩擦力を有する非線形バネ要素でモデル化した．粘性減衰については考慮していない．図-7 に応答変位について比較図を示す．概ね最大応答値は再現されているものの残留変位には相違が見られる．すべり出しには摩擦力の大きさが影響することから摩擦力一定のモデルでは再現できなかったことが考えられる．また，図-8 にダンパーを省きすべり系支承のみのモデルでの解析結果を示す．応答変位が 60cm 程度となりダンパーにより応答値が $1/6$ 程度になったことが確認できる．

5. まとめ

すべり系支承で支持しダンパーで変位を制御する橋桁模型を用いた振動台実験を実施し，上下動の影響はあまり無いことを確認した．また，簡易なモデルでトレース解析を実施し，最大応答変位については概ね再現できることを確認し，ダンパー無しモデルとの解析結果との比較から制振効果について確認した．

謝辞： 本実験で使用した三分力計は(独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターより借用したものであり，松森主任研究員には大変お世話になった．ここに記して謝意を表します．

表-1 最大応答値比較

	水平のみ	水平+上下動
最大応答変位(mm)	92.7	95.7
最大応答加速度(m/sec^2)	4.87	5.6
最大ダンパー荷重(kN)	99.4	102.5

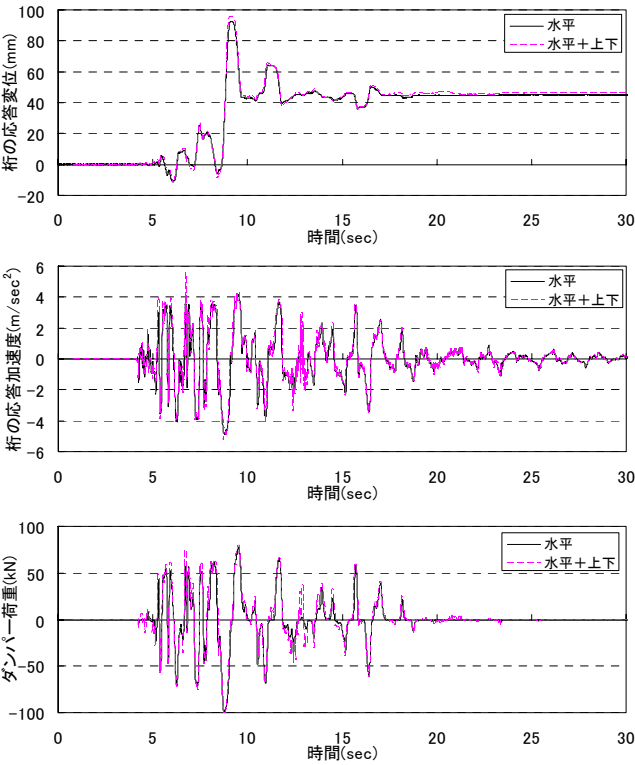


図-5 時刻歴図比較

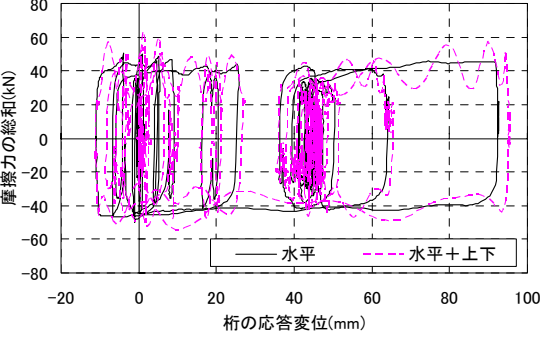


図-6 摩擦力履歴図

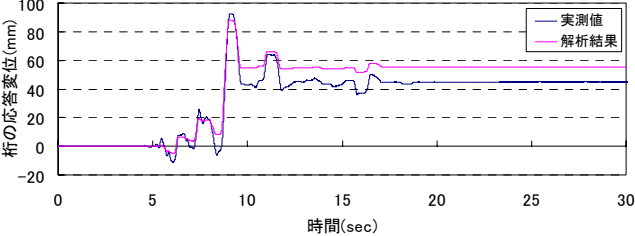


図-7 解析結果との比較

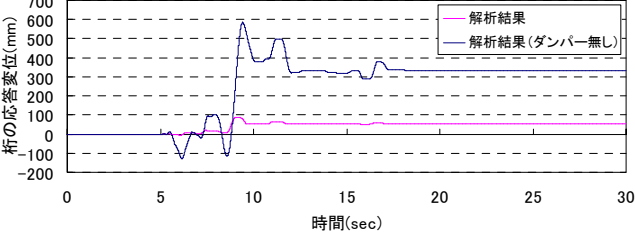


図-8 ダンパー無しでの解析結果との比較