

基部にゴムを用いた模型橋脚の実験的基礎検討

西日本工業大学 工学部土木工学系

学生員 ○田口 蓮

西日本工業大学准教授 工学部土木工学系

正会員 濱本 朋久

1. はじめに

阪神大震災や東日本大震災などの被災経験を教訓に、道路橋の耐震設計手法は静的照査法に加えて動的照査法も導入されている。また、従来の技術基準で建設された重要度が高い道路橋に関しては、橋脚の耐震補強が実施され、落橋防止システムも検討されている。一方で、地方の自治体ではかなり多くの老朽化した既設橋梁の管理を実施し、橋梁点検を踏まえて長寿命化計画を策定しながら、予算計画を見直している。しかしながら、重要度の高い既設道路橋に施された耐震補強も必要であるが、財源の確保が難しい状況にある。加えて、従来の技術基準で建設された重要度が低い地方の自治体が管理している中小規模程度の既設道路橋に対して闇雲に耐震補強を実施するのではなく、少ない財源を勘案しながら不測の事態に対して落橋させない効果の最大化が求められている。ここで、既設の橋梁形式は様々存在するが、中小規模程度の既設道路橋とは橋長が100m未満で、橋脚高さが15m未満の固定支承や可動支承で支持された両端に橋台を有する桁橋を想定し、動的照査法も適用されないような老朽化した既設橋梁と定義する。さらに、濱本ら¹⁾は、橋脚基部に免震ゴムを設置した3次元有限要素モデルを構築して、地震応答低減効果について解析的に確認している。そこで本研究では、地方の自治体が管理している中小規模程度である既設道路橋として、両端に可動支承の橋台を有する支間40.0mで、中間支点が固定支承である張出し式鉄筋コンクリート橋脚のPC2径間連続箱桁橋とする。まず、橋脚基部に免震ゴムを設置した橋脚の動的挙動を把握する目的で、中間支点の固定橋脚（P1橋脚）の模型および小型振動台を製作した。これらを用いた振動台実験を実施することで、基部に免震を想定したゴムを設置したことによる地震応答低減効果に関する基礎資料を確認する。

2. 実験概要

2-1. 橋脚模型の製作

本研究では、P1橋脚の柱基部に設置された免震を想定したゴムの有無をパラメータとして振動台実験を行った。図-1 に、免震を想定したゴムを有するP1橋脚の模型を示す（Case-1と称す）。図-2 に、免震を想定したゴムを有しないP1橋脚の模型を示す（Case-2と称す）。P1橋脚の橋軸方向における柱剛性は、振動台実験の変形しやすさを重視して板バネ（材質：SUS304-CSP）を用いた。板バネの構造諸元は、150mm×50mm×2mmである。免震ゴムを想定したゴムの剛性は、 $6.17\text{N/mm} \pm 20\%$ （ばね定数）とした。P1橋脚模型の質量は、453gとした。上部構造の反力として、模型橋脚の上端に342gの錘を設置した。本検討では、対象とした既設P1橋脚の相似則は考慮していない。

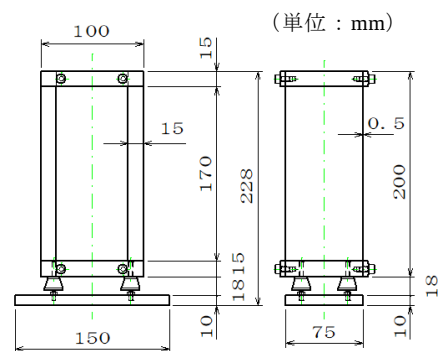


図-1 橋脚模型（Case-1）

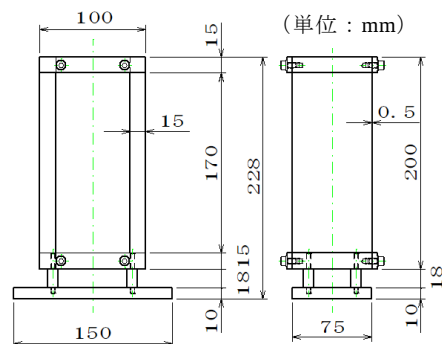


図-2 橋脚模型（Case-2）

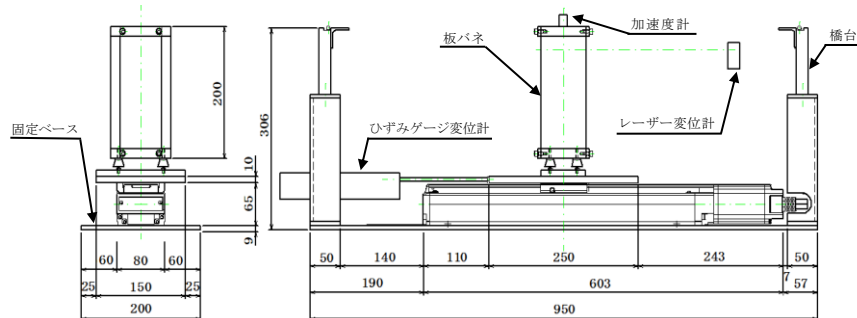


図-3 小型振動台詳細図

(単位: mm)

2-2. 小型振動台の製作および計測計画

図-3 に示す小型振動台の製作は、最大可搬質量 60g の架台テーブル (250mm×150mm) に、ストロークが 300mm の変位制御型加振機 (RCS3-SS8C) を取り付けた。本実験の計測では、加速度計 (ARF-50A) を上部構造・橋桁の加速方向に 1 つ設置する。また、固定 P1 橋脚の上端に加速方向の水平変位をレーザー変位計 (HG-C1200、測定中心距離 200mm タイプ) で計測し、固定 P1 橋脚の下端は接触型ひずみゲージ式変位計 (SDP-200R) により計測する。

2-3. 入力地震動

入力地震動は、基礎検討として最大振幅を $0.3G \pm 10\text{mm}$ 程度に調整した正弦波 (周期: 0.7秒) を使用した。今後は、地震波形による検討を実施する予定である。

3. 実験結果

図-4に、Case-1およびCase-2の応答加速度履歴を示す。この図から、Case-1の最大応答加速度は315galとなった。また、Case-2の最大応答加速度は1001galとなった。これらより、橋脚基部に免震を想定したゴムを設置したCase-1の最大応答加速度が、Case-2に比べて約69%低減されていることが確認できた。次に、Case-1およびCase-2の荷重-変位履歴を、図-5に示す。この図から、模型橋脚上端の最大変位は、Case-1で24.9mmとなり、Case-2で33.3mmとなった。これより、橋脚基部に免震を想定したゴムを設置したCase-1の最大変位は、Case-2に比べて約25%低減されていることが確認できた。

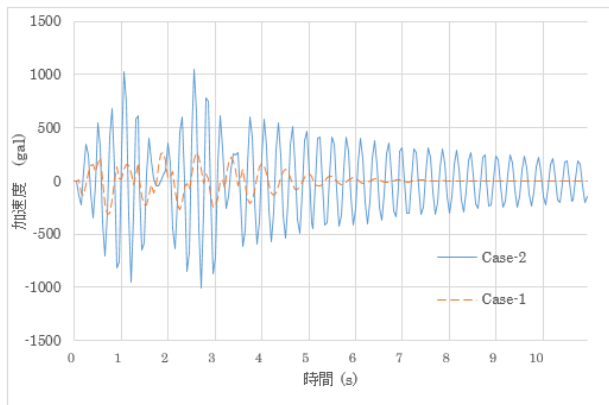


図-4 応答加速度履歴

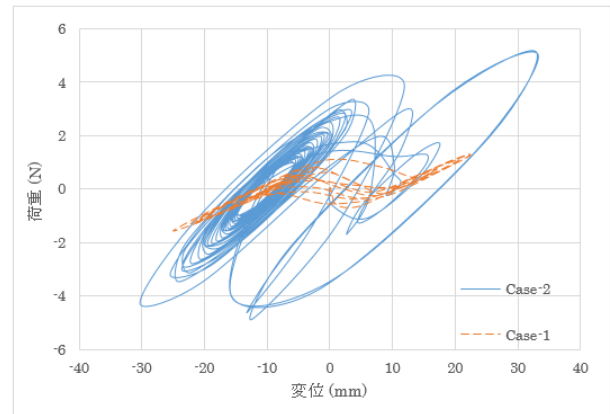


図-5 荷重-変位履歴

4. まとめ

本振動台実験では、既設の固定P1橋脚を対象にした模型を製作し、橋脚基部に免震を想定したゴムを設置した模型の有効性を検証した結果、本模型に限定して、最大応答加速度が約69%程度低減され、模型橋脚上端の最大変位は約25%程度低減された。今後は、振動台の最大振幅や模型橋脚の相似則などを精査していく予定である。

参考文献

- 1) 濱本, 浦志, 山尾: 桁端衝突と免震ゴムによる2径間連続PC橋の地震応答低減手法に関する一検討, 土木学会論文集A2(応用力学), Vol.72, No.2(応用力学論文集 Vol.19), I_663-I_674, 2017.2