# 積層ゴム支承を有する橋梁模型の振動挙動の数値解析 による再現性の検討

宇都宮大学	学生員	〇中川大輔	フェロー会員	中島章典
	学生員	丸山祥平	学生員	Reem Al Sehnawi
オイレス工業株式会社	正会員	横川英彰		

## 1. はじめに

橋梁の設計実務では、時刻歴応答解析を用いることも一 般的であり、その際にはできるだけ再現性の高い解析モデ ルの構築が要求される.このため積層ゴム支承をなどの支 承を有する構造物に対して振動計測から固有振動数や減衰 定数など同定した結果と数値解析結果との比較などが行わ れて、解析による振動挙動の再現が試みられてきた<sup>1)</sup>.

しかしながら,積層ゴム支承をはじめとする種々の支承 を有する構造物に対する再現性を検討した事例もあるが, その再現性は必ずしも高くはない.

そこで本研究では,積層ゴム支承を有す RC 橋梁模型を 用いて振動実験を行い,比較的低い振動レベルにおいてそ の振動挙動の数値解析による再現を試みた.

### 2. 実験概要

橋梁模型を対象とした振動実験を実施するため,図−2のような鉄筋コンクリート製の橋梁模型を作製した.また,橋梁模型の振動実験を行う前に積層ゴム支承および RC 橋脚のみの振動実験も行った.

## (1) 積層ゴム支承の振動実験

断面が 40mm × 20mm で 1 層厚 4mm のゴム 4 層と 1.6mm の内部鋼板 3 枚を有する積層ゴム支承を使用し,図 -1 のように振動台に固定した H 鋼の上に積層ゴム支承を 設置し,種々の振幅の正弦波を用いて水平方向に振動台で 加振実験を行った.その際,支承の加振方向相対変位と上 部構造の水平方向加速度を計測した.

#### (2) RC 橋脚の振動実験

RC 橋梁模型の脚となる 2 体の RC 橋脚を対象として自 由振動実験を行った. 図-2 のように,振動台と H 鋼梁を ボルトで固定した後,H 鋼梁の上に RC 橋脚を置いてフー チング部を H 鋼梁とボルト 6 本で固定した.

ゴムハンマーで橋脚頂部を叩き,最大応答加速度の大き さを変えて加振し,橋脚頂部の橋軸水平方向,フーチング 上の鉛直方向の加速度を計測した.

## (3) RC 橋梁模型の振動実験

上記で記したように固定した2体の橋脚上に積層ゴム支 承を,また上部構造と積層ゴム支承を,それぞれボルトで 固定し,橋梁模型を構成した.

自由振動実験では、ゴムハンマーで上部構造を叩き、最 大応答加速度の大きさを変えて加振した.また、振動台を 用いて釧路地震波で加振した.ここでは、上部構造上面の 橋軸水平方向、橋脚頂部の橋軸水平方向、フーチング上の 鉛直方向の加速度と支承の加振方向相対平変位を計測した.

# 3. 固有値解析および時刻歴応答解析

## (1) モデル化

橋梁模型の固有振動数および時刻歴応答を解析により求 めるために、図-3のように、橋梁模型を平面の梁要素を



図-4 最大応答加速度と固有振動数

用いてモデル化し,同構造系を63節点62要素に分割した.基部である節点番号44,63には,回転地盤ばねと回転ダッシュポットを設定した.それらのばね定数と減衰係数は橋脚のみの自由振動実験結果に基づいて同定した.

Key Words: RC 橋梁模型 積層ゴム支承 時刻歴応答解析 振動実験
〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6210



図-7 釧路地震波を用いた解析値 (回転地盤ばね定数の変更後)

一方,橋脚と上部構造の間となる要素番号 26,45 には, 水平ばね定数,鉛直ばね定数,回転ばね定数を組み込み, 積層ゴム支承をモデル化した.その水平ばね定数には,支 承の振動実験で計測した水平変位と慣性力の関係の傾きを 設定した.ここで,橋梁模型の自由振動実験から求めた最 大応答加速度と固有振動数の関係を図-4 に示した.構築 した解析モデルの固有振動数は7.076Hz で,橋梁模型の自 由振動実験で計測した図-4 の加速度が最も小さい時の固 有振動数 7.080Hz とほぼ一致した.

#### (2) 実験結果と解析結果の比較

橋梁模型を釧路地震波で加振した際の上部構造上の応答 加速度とそのフーリエスペクトルおよび支承の相対変位の 実験結果と前記の解析モデルによる時刻歴応答解析による 結果をそれぞれ、図-5および図-6に示した.両者を比較 すると、応答加速度波形の振幅やそのフーリエスペクトル の卓越振動数などが再現できていないことがわかる.これ は、橋梁模型の解析モデルに設定した回転地盤ばね定数は、 上部構造のない橋脚単体の自由振動実験に基づいて同定し た値であり、上部構造を有する橋梁模型の挙動を再現して いないためであると考えられる.そこで、図-5に示すフー リエスペクトルの7Hz以下の卓越振動数が6.59Hzである ことから、橋梁模型の固有振動数が6.6Hzとなるように橋 脚基部の回転ばね定数を変え、さらにその位置の回転ダッ シュポットの減衰係数を試行錯誤的に変化させた.その解 析結果を図-7に示す.この図から、上部構造位置の応答 加速度波形およびそのフーリエスペクトル,また,支承の 相対変位ともある程度再現できる結果となった.つまり, 地震動を受ける橋梁模型の振動レベルに応じた橋脚基部の 固定度などを考慮する必要があると言える.

#### 4. まとめ

本研究では,積層ゴム支承を有する RC 橋梁模型の地震 時挙動を数値解析により再現することを試みた.まず,RC 橋梁模型を構成する積層ゴム支承と RC 橋脚の振動挙動を 確認して,RC 橋梁模型の解析モデルに組み込む諸量を決 定した.その結果,橋梁模型の解析モデルの固有振動数は, 橋梁模型の自由振動実験で求めた固有振動数にほぼ一致し たが,釧路地震波に対する橋梁模型の時刻歴応答解析結果 は振動台実験で得られた結果とあまり一致していない.そ こで,橋梁模型の振動レベルと橋脚基部の固定度を考慮し て解析モデルの諸量を設定し直した結果,解析結果が実験 結果をある程度再現できた.

上記のことから,地震動を受ける橋梁模型の振動レベル に応じた橋脚基部の固定度などの検討が今後の課題である. 参考文献

- 浅井 他:積層ゴム支承を有する高架橋模型の振動実験とその解析,土木学会第63回年次学術講演会,1-577, pp.1153-1154,2008.9.
- 2) 日本道路協会:道路橋支承便覧,丸善出版,2004.
- 3) 齋藤 他:異なる振動レベルにおける橋梁模型の振動特性の把握に関する研究,第39回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集,土木学会関東支部,I-33,2012.