

## 増水時における河川橋脚の挙動把握のための水理模型による基礎実験

（財）鉄道総合技術研究所 正員 中島大輔 正員 佐溝昌彦  
 正員 小林 徹 正員 村石 尚  
 東洋大学 フェロー 荻原国宏

### 1. はじめに

河川増水時には橋脚基礎部が局所的な洗掘を受け、その健全性が低下する場合がある。不安定な支持条件になると橋脚の振動状態も変化することが予想されるが、増水時の河川橋脚の振動性状を把握した例は極めて少なく、不明な点が多い。そこで、流水中での橋脚の振動性状を定性的に確認するための基礎的な模型実験を行った。ここでは、模型橋脚を支持するばねの強度の低下が橋脚の振動性状に与える影響について発表する。

### 2. 模型実験の概要

鉄道における一般的な単線橋脚を参考に円柱模型橋脚（図1および図2）を製作した。なお、実橋脚と模型橋脚の寸法等を比較したものを表1に示す。模型橋脚の支持は橋脚の底面に設けた4枚の板ばね（図3）を介して支持台と固定する方法とした。板ばねの長さを変えると基礎部のばね定数が変化することを考慮し、実験ケースを図4のように設定した。なお、ばね定数はCase1, Case2, Case3, Case4の順に小さくなっている。これらの実験ケースにおいて、模型橋脚の天端付近に一定の加振力で打撃を加え、強制加振させた。また、振動の計測は橋脚天端に設置した加速度計により加振方向のみとした。

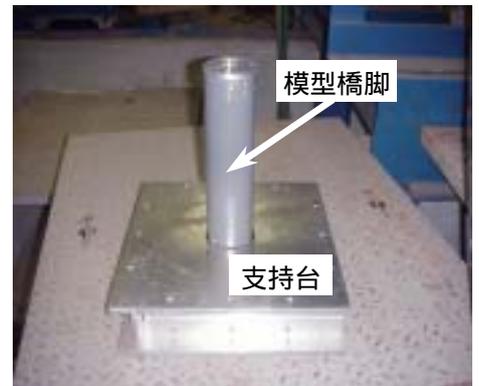


図1 円柱模型橋脚全景

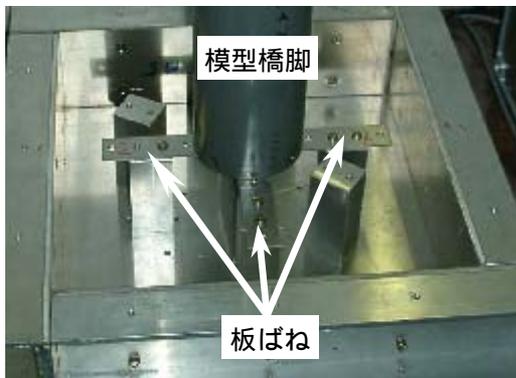


図2 模型橋脚支持状況

表1 実橋脚と模型橋脚の寸法等の比較

	実橋脚	模型橋脚
橋脚高さ	9.4m	30.7cm
橋脚直径	1.6 ~ 2.7m	8.8cm
橋脚質量	86.7t	約 3kg
基礎部 支持形式	直接基礎	板ばねによる 4点支持形式

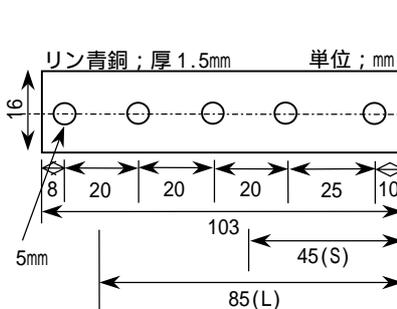


図3 板ばね詳細

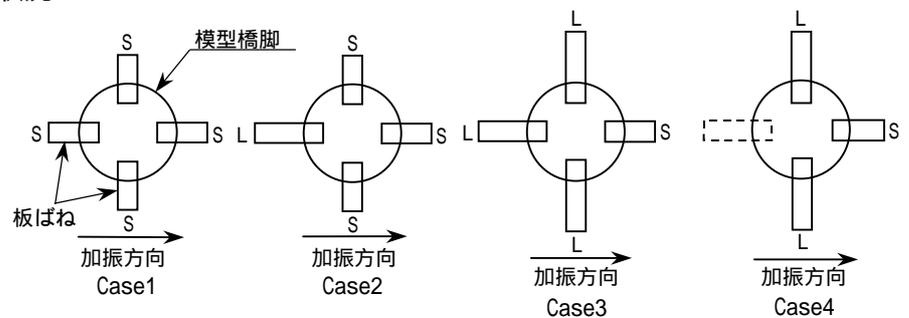


図4 実験ケース

キーワード 橋脚, 洗掘, 模型実験, ばね定数, 固有振動数, 減衰定数

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7263

### 3. 実験結果

計測された振動波形（図5）から強制加振時に相当する区間を複数抽出し、波形の重ね合わせを行った。重ね合わせ後の波形データを用いてフーリエスペクトルを求め、スペクトルの第1ピーク振動数を模型橋脚の固有振動数とした。図6は、各実験ケースごとの模型橋脚の固有振動数をグラフ化したものである。この図から、ばね定数が小さくなると固有振動数が低下することが分かる。また、ばね定数が最も小さいCase4においては、最も大きいCase1と比べて固有振動数が約70%低下していることが分かる。これらの結果から、橋脚基礎部のばね定数が小さくなると、固有振動数が著しく低下する可能性があると考えられる。

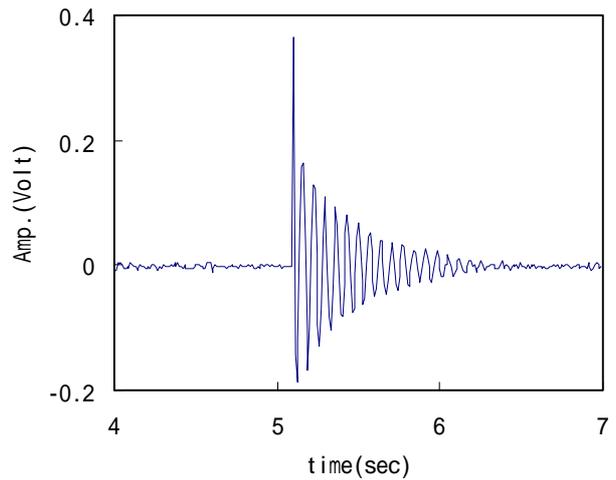


図5 強制加振時での計測波形の一例

### 4. ばね定数の変化と減衰定数

強制加振時における模型橋脚の振動が周期 $T$ なる減衰自由振動であると考え、ある時刻 $t = t_i$ における振幅を $x_i$ 、これより1周期後の時刻 $t_{i+1} = t_i + T$ における振幅を $x_{i+1}$ とすると、これらの振幅と減衰定数 $h$ との間には以下のような関係が成り立つ<sup>1)</sup>。

$$\log_e \frac{x_i}{x_{i+1}} = \frac{2\pi h}{\sqrt{1-h^2}} \dots \dots \dots (1)$$

そこで、強制加振時の計測データにおける振幅値から(1)式を用いて各実験ケースごとの減衰定数を求めた（図7）。この図から、ばね定数が小さくなると減衰定数が小さくなっていることが分かる。また、Case3においてはCase2と比べて減衰定数が約50%と、急激に低下していることが分かる。図3より、加振方向を流下方向と考えると、Case3がCase2と比べて橋脚側面のばね定数が小さいことが分かる。図7の結果から、橋脚側面のばね定数が小さくなると減衰定数が急激に低下する可能性があると考えられる。

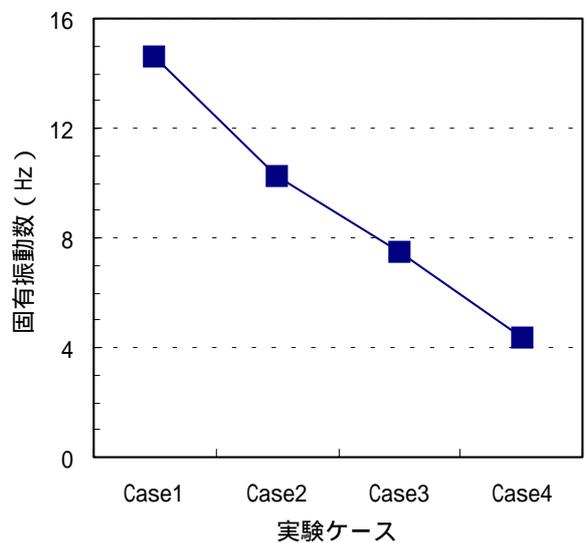


図6 各実験ケースごとの固有振動数

### 5. おわりに

鉄道における一般的な単線橋脚を模擬した模型橋脚を用いて基礎的な実験を行った。その結果、橋脚を支持するばねの強度が低下すると、橋脚の固有振動数や減衰定数が著しく低下する可能性があることを定性的に確認出来た。今後は、ばねの支持形式が異なる場合について、更なる検討を行う予定である。また、模型橋脚におけるばね定数と実橋脚の地盤ばね定数との整合性についても検討を行う予定である。

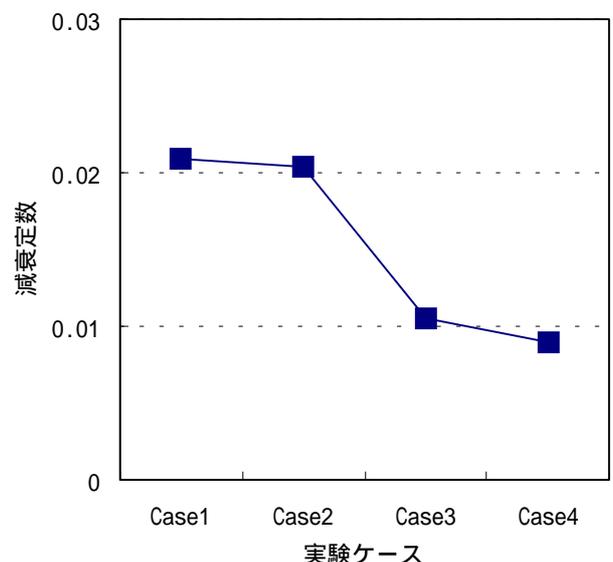


図7 各実験ケースごとの減衰定数

### 参考文献

1) 志賀敏男：構造物の振動, 共立出版, 1976