

## 増水時の橋脚の運動特性に関する考察

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 木口博之  
同 上 正会員 山下彰彦

### 1.はじめに

河川増水時には橋脚は水流から水圧を受け振動するだけでなく、基礎部に洗掘などを受け、大きな残留変位が生じたり著しい場合には転倒したりすることがある。そこで定量的かつ客観的な検査手法として構造物の実挙動を計測し、健全度を評価するモニタリングがある。しかし従来のモニタリング技術にはセンサー等の計測ハードウェアに限界があり、あまり精度のよいものではなかった。ところが、近年センサーの計測精度が向上するとともに膨大なデータの処理が可能なコンピュータ技術が急速に進歩し、これらの進歩を受け、橋脚の実挙動を精度よく把握することが現実的に可能となった。

筆者らは道路橋で流水が増加すると橋脚の運動特性はどうなってくるのか実挙動を測定し把握することにより実証的に考察をおこなった。

### 2.測定システム

使用したシステムは振動センサー、低域振動計、データ・レコーダ、パソコンで構成されリアルタイムで振動波形をパソコン上に表示し、確認することが出来る。この振動センサーは X、Y、Z の 3 方向の加速度成分を測定する事ができるサーボ式加速度センサーで、振り子、振り子位置検出器、バネ、サーボ増幅器から構成され振り子の揺れを振り子位置検出器により検出し、その信号をサーボ増幅器で増幅したのち電気力を発生する。発生された信号は低域振動計内部の積分回路により速度、変位に変換している。

### 3.道路橋での測定

測定場所の橋梁付近には発電所があり、放水中には河川は強い水の流れになる。この道路橋は、橋長 43.2m、車道部の幅 3.5m、3 径間のゲルバー桁橋で水路河床はコンクリートで橋脚基礎の上面から 60cm 厚で覆われ、基礎の状態はかなり堅固なものである。

測定は 2 基の振動センサーを用い、橋脚天端の河川上流方、と下流方にそれぞれ取り付け低水時(水位 60cm 放水量  $23\text{m}^3/\text{s}$ )、増水時(水位 110cm 放水量  $75\text{m}^3/\text{s}$ )について行った。

また振動センサー設置方向は水の流れ方向を Y 軸、流れの直角方向を X 軸、橋脚鉛直方向を Z 軸とした。



写真 1 道路橋梁



写真 2 ①振動センサー

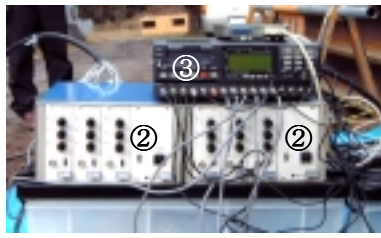


写真 3 ②振動計、③データレコーダ

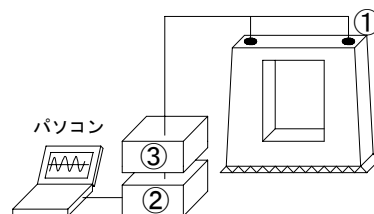


図 1 測定システム

キーワード 振動測定、サーボ式加速度センサー、振動波形

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 電話 042-573-7263 Fax042-573-7398

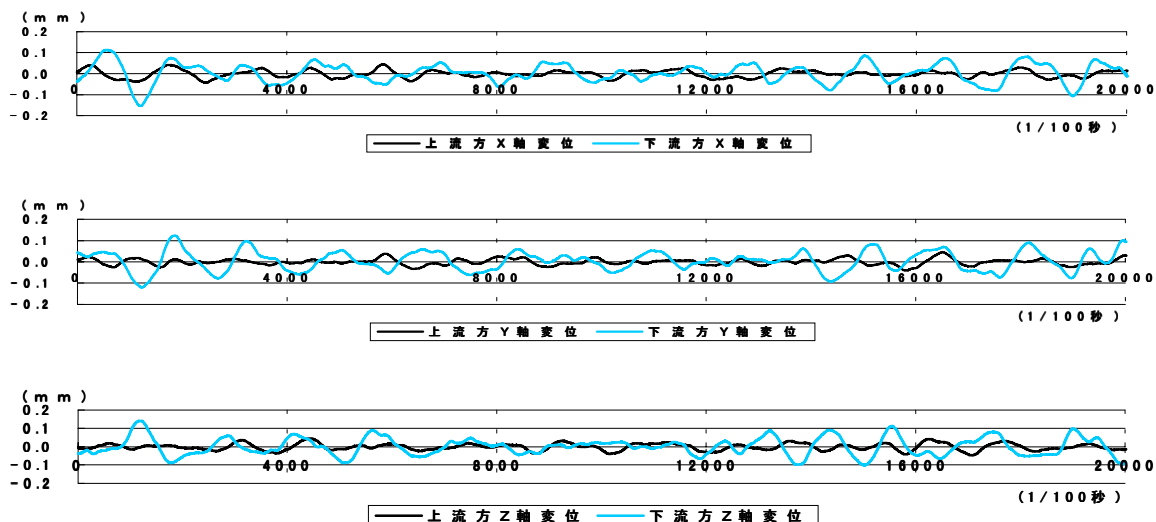


図 2 橋脚天端の上下流方の各軸方向変位成分(増水時-75m<sup>3</sup>/s)

#### 4.測定結果

図 2 は増水時について上下流方の 1 回分(1/100 秒刻みで 20000 個のデータ値)の測定結果をグラフにし、表 1 は低水時、増水時の 4 回分の測定結果を各方向成分について整理し、平均振幅値および最大振幅値を求めたものである。低水時については、各軸成分は下流方に比べ、上流方が若干大きい値を示したが、それほど顕著なものではなかった。増水時については、上流方では、低水時よりも減少し、下流方では低水時より明かに増大している。このことから、低水時では橋脚は、その断面の

重心軸を中心に振動しているが、増水時では振動中心軸が上流方にずれている傾向があることがわかった。

このような現象が生じたのは、上流方では水が橋脚にぶつかる部分でせり上がり橋脚を包み込み、水压で拘束している状態になり、下流方では上流方との水位差で乱流が生じ、激しく渦が発生したため、渦による作用力を受けたからではないかと考えられる。

#### 5.おわりに

サーボ式加速度センサーを使って、低水時と増水時における橋脚振動の測定を行った結果、低水時と増水時では橋脚の振動に明らかな違いがあることを確認したほか、増水時による橋脚振動軸の移動を捕らえることができた。今回の測定場所では付近に人家など存在せず、放水がほぼない時の振動が極めて小さく、比較的良好な測定結果が得られた。しかし他の橋梁が必ずしもこの様な条件であるとは限らず、また今回測定からの考察が、全ての橋梁橋脚に当てはまるかどうかまでを確認したものではない。今後さらに測定データを蓄積し、評価指標の質が向上する論理を折り込むことが必要である。

| PI | 平均振幅値(mm) |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|----|-----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|    | 橋脚方向      |      |      |      | 橋脚角方向 |      |      |      | 鉛直方向 |      |      |      |
|    | 上流        |      | 下流   |      | 上流    |      | 下流   |      | 上流   |      | 下流   |      |
|    | 低水時       | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時   | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時  | 増水時  |
|    | 0.05      | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.04  | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 0.05 |

| PI | 最大振幅値(mm) |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|----|-----------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|    | 橋脚方向      |      |      |      | 橋脚角方向 |      |      |      | 鉛直方向 |      |      |      |
|    | 上流        |      | 下流   |      | 上流    |      | 下流   |      | 上流   |      | 下流   |      |
|    | 低水時       | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時   | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時  | 増水時  | 低水時  | 増水時  |
|    | 0.15      | 0.04 | 0.08 | 0.15 | 0.10  | 0.05 | 0.11 | 0.12 | 0.11 | 0.05 | 0.14 | 0.14 |

表 1 平均振幅値および最大振幅値



写真 4 橋脚上下流付近の流れの様子