

河川流水下の橋梁橋脚における微動測定について

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 山下彰彦

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 村石 尚

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 木口博之

1. はじめに

JRグループの鉄道橋梁の平均経年数は50年を越え、年々その平均経年数が増加している。過去の鉄道橋梁の建設工事の記録を見ると、建設機械の施工能力は今に比べると小さく、人力に頼る部分が大きかったとの内容を読み取ることができる。JRグループの在来鉄道線の河川部の橋梁は、明治時代、大正時代、昭和初期、戦後、昭和三十年代、昭和四十年代に建設されたものが多く、橋脚断面の形状が円柱あるいは楕円のものが多く、また、現在の建設施工能力から見れば、橋梁の各径間が短く、橋脚の高さが低く、上部工が軽量の鉄桁となっているものがほとんどを占める。経年数が長くなっているため、鉄道橋梁の橋脚の健全性評価はより大切な事柄になっている。ところで、流水下の橋脚はその流水による洗掘作用を受けるが、流量の多い箇所ではその洗掘状態を目視することは極めて困難である。そして、洗掘は橋脚の支持部分に損傷を与え、橋脚振動に影響を与えるものである。そこで、流水による橋脚健全性と橋脚振動との関係はどうかを知るために、橋梁構造様式の振動への影響はどうか、橋脚から常時微動の信頼ある振動データを取り出せるだろうか、という課題を念頭において、経年59年の橋脚で行った微動振動の測定について報告する。

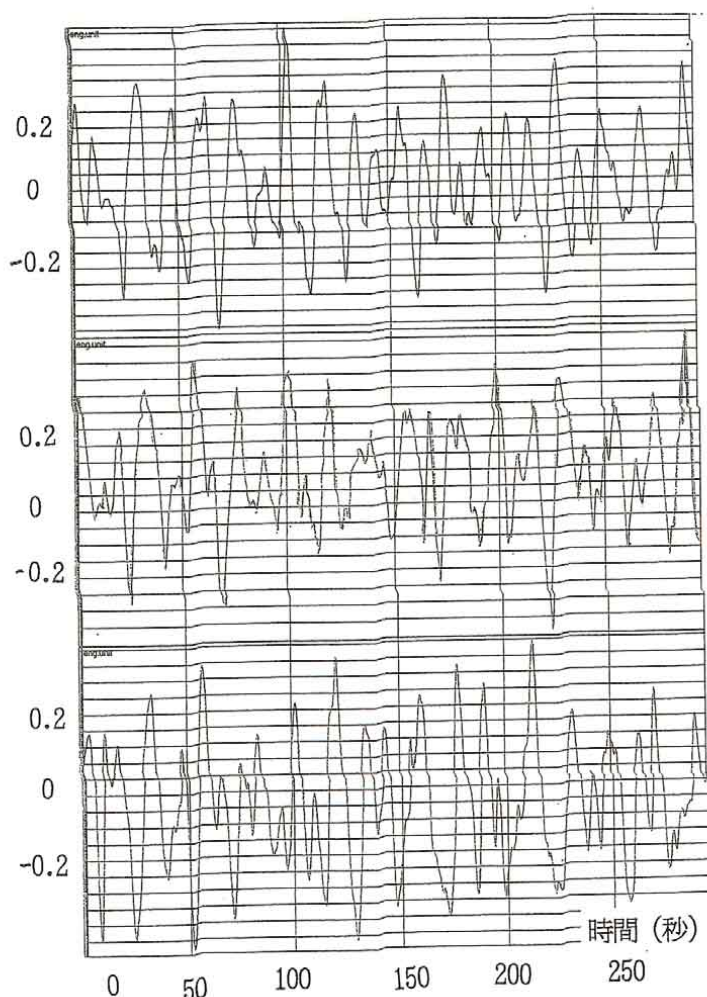
2. 橋梁橋脚での測定作業と測定データ

写真-1に測定を行った橋梁を示す。この橋梁は、3径間で全長43mの鉄筋コンクリート製であって、河川と直交でなく44度で交差している。上部工は2つの桁として構成されており、延長中央点でかみ合わせる構造である。図-1は橋脚頂部に振動センサーを置いて得た変位量の測定データで、直交3成分のそれぞれの変位を示す折れ線グラフを示したもので、横軸が時間(秒)で、縦軸が変位量である。座標系の取り方は、河川を横切る向きがX軸で、川の流れ下る向きがY軸で、鉛直上方向がZ軸である。図示したのは測定した中のある300秒間である。

振動センサーは3チャンネル低域振動用の加速度計を用いた。測定システムは、振動センサー、サーボ式感震器、データレコーダーなどで構成し、オシロスコープで波形入力状況を確認した。電源は発電機を用いた。また、流水運



写真-1 微動測定を行った橋梁橋脚



上からX方向、Y方向、Z方向 単位mm

図-1 橋脚の3方向の変位の測定データ

キーワード 河川、橋脚、微動測定

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38

電話 042-573-7263 Fax 042-573-7398

動についても発泡スチロールを使い、流れる発泡スチロールのビデオ撮影から流線、流速を求めた。

3. 橋脚と微動振動と流水

図-1で示した河川流水での橋脚振動データの中から96~106秒の10秒間を抜きだし、変位量をXZ平面に投影したものを図-2に、YZ平面に投影したものを図-3に示す。写真-2は、橋脚と流水との接する部分を橋梁の上から撮ったもので、測定中の橋脚付近で渦が生じている。特に下流方向と鉛直方向に座標軸をとるYZ平面へ投影した図-3は、橋脚測点の動きが流水の乱流運動の影響を受け、且つ橋梁が河川を斜めに横断しているなどの理由から、いびつな動きになったのではないと思われる。

橋脚全体がどのような動きをしているのかを3次元で把握するには少なくとも複数点での同時系列振動データが必要である。なぜなら、1点だけの測定であれば、橋脚を質点とみなし、橋脚構造内部自身が完全剛であって測定の重心位置に写像できるものであるとするのか、あるいは橋脚振動を定量的に評価できる構造振動体系計算モデルが構築されてあって1点測定データという境界条件から橋脚全体振動を定めることができるものであるとするかを選択せねばならない。構造振動体系の計算モデルを構築するために測定するというのであれば論理が堂々巡りすることになる。どちらの選択をとったとしても大きいきめつけを含むことが避けられず、その信頼性は低く、橋脚全体の振動把握に多くの問題点を含んだものとなる。同時系列でない振動データであれば、同時系列振動データに置き換えて橋脚全体としての動きへと変換する必要があり、その変換をどのように取り扱うのかという問題が入り込んでくる。

流水部の橋脚では、水の流れという外力を受けており、水位の変更からその外力が時間的に変化すると回転中心軸の微小変化などが、微動であるがために明らかに測定した橋脚の変位データが正符号に偏ってきたり、負符号に偏ることが生じる。微動振動の場合、データ値での零をどう設定するのか、流水がないときの橋脚位置がどこになるのかということも課題となる。

4. あとがき

河川流水下の橋脚振動を低域振動用の加速度計を使って測定を行った。流水変化が激しい箇所を選んで測定したところ、振動の最大振幅が1mm程度であった。流水水位が低下していくと測定データも変化が小さくなっていくのが観察され、攪乱要素波の混入が小さいものと推察されるが、その収束する線は必ずしも初期設定した零の位置であるとは限らなかった。橋脚健全性と橋脚振動の関係や、橋脚振動様式と橋脚振動の特異性を裏づけるためには、更なる測定データの蓄積が必要である。また、読み取ったデータによれば、橋脚の動きは3次元的に複雑なものであった。また、流水運動に関して、流水表面の測定を行ったが、流水の水中部分での運動についての適切な測定方法を考え出せなかった。なお、測定システムの構成は横浜国立大学と共同で行った。

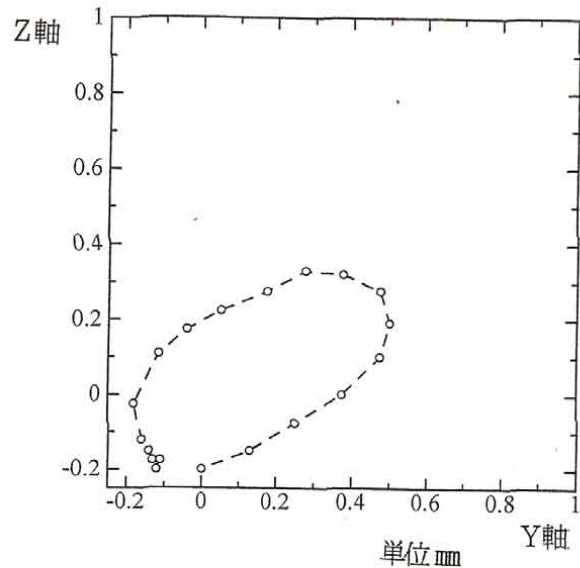


図-2 橋脚のXZ平面での変位 (96 s~106 S)

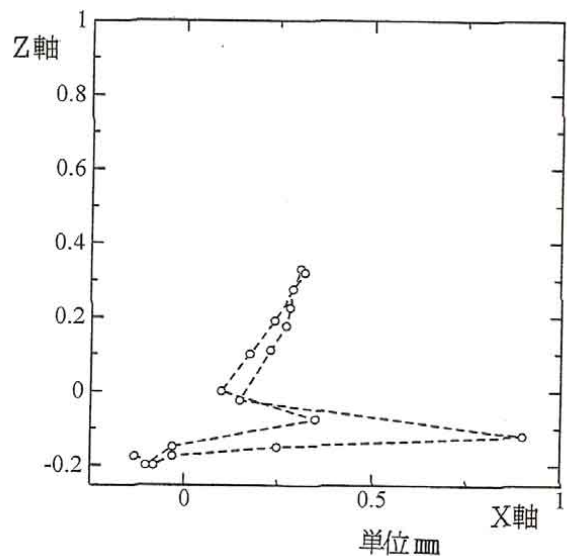


図-3 橋脚のYZ平面での変位 (96 s~106 S)



写真-2 振動測定した橋脚付近の水流