

## 鉄道橋りょう基礎の 劣化度判断の一手法について

鉄道総研 正会員 西村昭彦  
J R 東海 正会員 羽田野晃  
○ J R 東海 正会員 平田 貢

### 1. はじめに

橋りょうの維持管理に当たっては、その健全度を把握し、実態に即した点検、修繕などの保守を行う必要がある。

基礎構造物は、直接目で見て確認することができないので、躯体に表れる傾斜や沈下などの静的な変位量や、列車走行時の振動・沈下量などの動的な振動振幅を測定し、その時系列変化や基準値からの外れなどを基にして健全度の判定を行っている。しかし橋脚のように土圧等の水平力を受けない構造物においては、洗掘が進行しても傾斜や沈下が表れにくいので、その健全度の適格な判断が難しい。このため健全度判定の指標として橋脚の固有振動数の変化に着目した。

一般に洗掘が進行し、橋脚の根入れ長さが減少すると、地盤の拘束力が小さくなり、橋脚の固有振動数が低下するはずである。したがって、この値の変化を把握することができれば、健全度判定の指標の一つとして固有振動数の変化量を用いることが可能となる。

固有振動数を把握する方法は、起震機を用いた強制振動試験が最も信頼性が高いと考えられるが、洗掘が生じた直後に速やかにしかも多くの橋脚に適用するには適切でない。このような場合の測定方法は簡易でしかも精度のよい方法が要求される。そこで、固有振動数の測定方法として衝撃振動試験法を用いることとした。この試験は現在 J R において実施されており、固有振動数が把握できることは確認されているが、わずかな根入れ長さの差による固有振動数の変化の把握が十分にできるかどうかを検討するため、J R 東海管内の橋りょうにおいて試験を行った。以下にこの結果を報告する。

### 2. 衝撃振動試験の概要

この試験は図-1 に示すように橋脚または橋側歩道から吊下げた重錘により、橋脚の天端から1.0～1.5mの箇所に衝撃力を与え、橋脚の応答波を測定する。重錘は作業性を考慮して30～50kgの比較的軽量なものによることとしたため、一回の打撃では応答値が小さいので10回程度打撃して、個々の振動測定値をパソコンにより重ね合わせることにより応答値を大きくすると共に、ノイズ成分を除去する。この応答値のフーリエスペクトルが衝撃による橋脚の周波数応答関数であり、この関数の振幅の卓越する振動数が橋脚の固有振動数となる。

なお、この衝撃振動試験によって得られた変位波形およびフーリエスペクトルの例を図-2-A, B に示す。

図-1 衝撃振動試験概要図

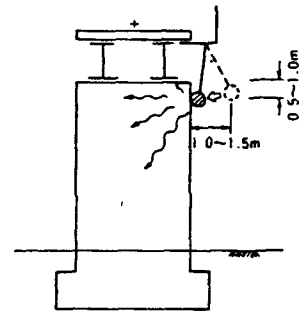


図-2-A 振動変位波形

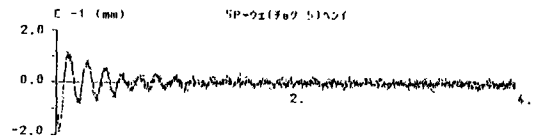
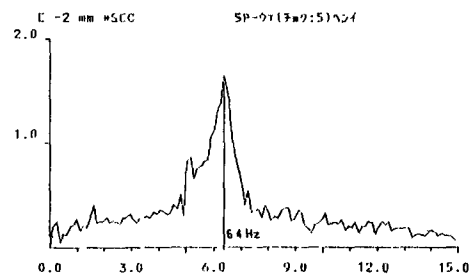


図-2-B フーリエスペクトル波形



### 3. 橋脚の根入れと固有振動数

橋脚の固有振動数は、それが支える橋桁、橋脚自身の重量、躯体の曲げ剛性、および地盤のバネ定数などによって決定される。

先に述べたように洗掘が進行し、橋脚の根入れが浅くなると地盤のバネ定数が小さくなり、固有振動数が低下する。この現象を確認し試験法の精度を高めるために、同一型式の複数の橋脚を持ちしかも各橋脚の根入れ長さの異なっている橋りょうで衝撃振動試験を実施し、固有振動数を求めてその違いを比較した。

今回試験の対象とした橋脚の概要および試験結果を図-3, 4, 5に示す。なお固有振動数はいずれも橋軸直角方向の値である。これは橋軸直角方向が桁の拘束力の影響が少なく、地盤の影響がやすいために選んだものである。

高山本線A橋りょうは、支間12.9mのプレートガーダーからなる単純型式の橋りょうであり、宮川上流部の砂礫層上に位置した直接基礎からなる円形橋脚である。第5橋脚と第8橋脚の根入れ差は1.2mあり、固有振動数の差は1.2Hzとなった。高山本線B橋りょうは、支間22.3mのプレートガーダーであり、下部工は泥岩上のウエル基礎からなる円形橋脚である。第1橋脚と第3橋脚の根入れ差は1.8mあり、固有振動数の差は0.5Hzとなった。また紀勢本線C橋りょうは、支間31.5mのプレートガーダーであり、下部工は熊野川河口部の砂礫層上に位置した直接基礎からなる矩形橋脚である。第2橋脚と第4橋脚の根入れ差は1.6mあり、固有振動数の差は0.3Hzとなっている。また第5橋脚の固有振動数が根入れに比べ低いのは、過去に洗掘が著しかったものが昭和62年度に土砂の堆積があり根入れは深くなったものの、堆積後の期間が短く拘束力が低いと考えられる。

図-3 高山本線A橋りょう

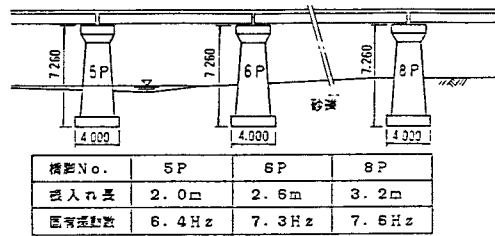


図-4 高山本線B橋りょう

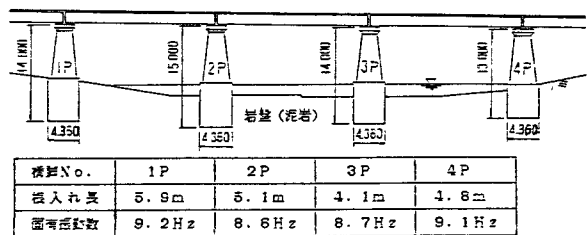
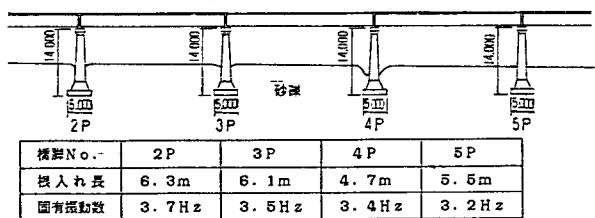


図-5 紀勢本線C橋りょう



この結果を見ると、根入れ長さの小さい橋脚の方が固有振動数が小さくなっている。

これらの橋脚では地盤の強度にはあまり差がないと考えられることから、この固有振動数の差は根入れ長さの差によるものと推定される。

したがって、この衝撃振動試験で固有振動数の変化を把握できることがわかる。

しかし、地盤の強度に差があることも考えられるので今後固有値解析を行って、地盤のバネ定数の値を求め、これらの値の比較を行う予定である。

#### 4. おわりに

以上述べたように、衝撃振動試験によって根入れ長さの変化による固有振動数の変化を

測定できることがわかった。健全なときの固有振動数を測定し、固有値解析により、危険となる固有振動数の範囲を確定しておけば、洗掘を受けたときに固有振動数を測定し、それを比較することにより健全度が判定できることになる。今後測定および解析を積み重ねて、橋脚の固有振動数の標準値の測定や、危険となる固有振動数の範囲の設定などを検討して行くつもりである。