

I - 257

橋梁基礎の健全度評価における固有振動数と土被りの関係

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 室野 剛隆

同上 正会員 西村 昭彦

同上 正会員 羽矢 洋

東海旅客鉄道(株) 正会員 後藤 克彦

1. はじめに

橋梁基礎は上部工を支える重要な構造物である。この基礎が変状すれば、橋梁の使用性に重大な影響を及ぼすことは明らかである。そこで、基礎の健全度を簡単にしかも精度良く判定することが重要な課題となってくる。現在橋梁基礎の健全度の判定方法として(財)鉄道総合技術研究所が開発した衝撃振動試験がJR各社等で用いられている。この試験では、基礎の変状によって構造物の固有振動数が変化することに注目している。そこでここでは、橋梁の下部工健全度調査として行った橋脚の衝撃振動試験の調査結果から、主に次の2点について検討を加え、固有周期で基礎の健全度を判定できることの妥当性を検証する。

(1) 固有振動数と土被りの関係

(2) 橋脚基礎の健全度

2. 調査対象橋梁

東海道本線の橋梁(A橋梁)の橋脚計14基を対象とする。調査対象橋梁の概略図を図-1に示す。また、構造諸元を表-1に示す。調査対象橋梁は、ケーソン深さが橋台を除いて16mと17mの2種類で、その他の構造諸元は上部工重量が多少のばらつきがあるものの、橋脚の寸法はほぼ同程度である。

表-1 構造諸元

橋脚番号	上部工重量(t)	橋脚高さ	ケーソン深	ケーソンの土被り	基礎形式	基礎諸元(m)	実測固有振動数
1P	21.59	3.52	16.0	-0.58	ケーソン基礎	4.0*4.0	6.80
2P	24.59	3.52	16.0	-3.08			6.60
3P	21.59	3.52	16.0	-4.58			6.50
4P	29.88	3.52	16.0	-5.78			6.10
5P	26.88	4.72	17.0	-5.78			5.70
6P	24.59	4.72	17.0	-5.08			6.00
7P	21.59	3.52	16.0	-4.58			6.10
8P	24.59	3.52	16.0	-0.78			7.30

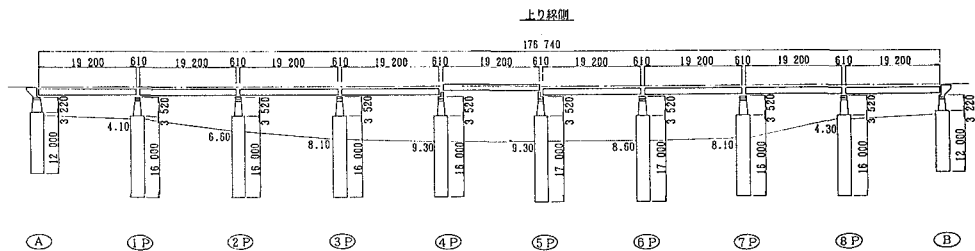


図-1 調査対象橋梁(A橋梁)全体図

3. 衝撃振動試験

衝撃振動試験とは、橋脚を重錘で打撃することにより橋脚の固有振動数を測定し、それにより次式で示される橋脚基礎の健全度判定指標 κ を算出し、現在の健全度を評価する非破壊検査方法である¹⁾。

$$\kappa = \frac{\text{実測固有振動数}}{\text{基準の固有振動数}}$$

(1)

衝撃振動試験の結果得られたスペクトル図の一例を図-2に示す。位相スペクトルが90°を示す振動数に対応するピークの固有振動数を見ることで橋梁の固有振動数を決定できる。こうして決定された実測の固有振動数の値を表-1の右欄に示した。

4. 固有振動数と土被りの関係

図-3に各橋脚における固有振動数と土被りの関係を示す。両者はほぼよい対応関係を示しているのがわかる。根入れが小さい橋梁では振動数が小さく、根入れに応じて振動数が変化する。基礎の変状の原因の1つとして、洗掘や地盤沈下による基礎根入れ長が変化すること起因する地盤の支持力の低下が考えられるので、上記のような固有振動数と土被りの関係は、基礎の変状の有無（健全度）を精度良く評価できることを示す。ただし、同一の土被りでも固有振動数はばらついており、土被りの要因のみで固有振動数の差異を説明できないことも確認できる。

そこで、土被りとケーソン深さを組み合わせるために、基礎深さと根入れ深さの比率（根入れ深さ＝ケーソン深さ＋ケーソン天端からの土被り）を算出し、固有振動数との関係を見た。回帰分析の結果を表-2に示す。両者の関係は多少のばらつきはあるものの、比較的良好な相関が見られる。

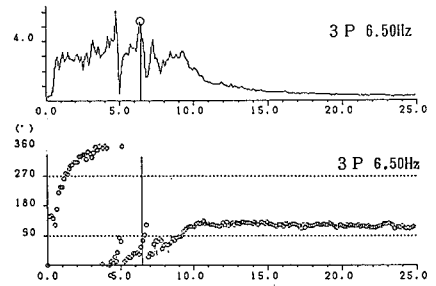


図-2 フーリエスペクトル図

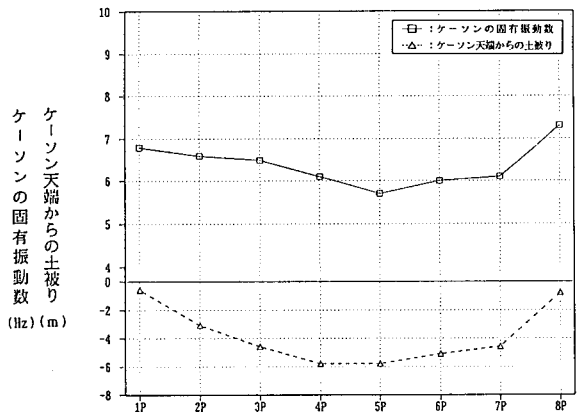


図-3 固有振動数と土被りの関係

5. 健全度判定

次にA橋梁の健全度の判定を行う。(1)式中の基準固有振動数は(財)鉄道総合技術研究所が多数の実測データを基に統計解析して決定したもので、

$$f = 11.8 \times \frac{N^{0.1842}}{W_k^{0.2851} + H_k^{0.0691}} \quad (2)$$

ここに、N:荷重平均N値

W_k :桁重(tf)

H_k :橋脚高さ-天端張出し部の高さ(m)

で求められる。健全度指標 κ が0.86以上確保されていれば、健全と判断している。今回の橋梁ではケーソン天端まで土被りがあると仮定すると、 κ は1以上確保されており、健全と判断できる。

6. 終わりに

以上から、基礎の根入れ長の低下は固有振動数の違いとなって明確に現れることが確認できた。このモデルを用いれば洗掘が進行し、設計上危険となる状態での固有振動数も計算できるので、それを把握しておけば将来、出水時で洗掘の恐れがある場合にもその健全度を即座に判定することができる。

表-2 固有振動数と基礎深さに対する根入れ深さの比率の相関

	相関係数	データ数
上り線	0.885	8
下り線	0.813	8