

Ⅲ - A319

衝撃振動試験における基礎の健全度判定値についての検討(その2: ケーソン基礎)

鉄道総合技術研究所 正会員 永妻真治

同 上 正会員 西村昭彦

同 上 正会員 棚村史郎

同 上 正会員 羽矢 洋

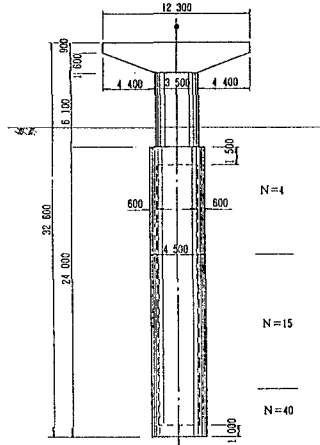
1. はじめに

衝撃振動試験は、直接目視により検査できない橋梁の基礎の健全度を評価するための試験法であり、重錘によって打撃したときの応答から橋脚の固有振動数を求め、その値によって健全度を判定するものである^{*1)}。これまで、多くの鉄道橋脚について実施され、多くのデータが蓄積されてきた。これらのデータを用い、各基礎種別毎に固有振動数に大きく影響する要因について多変量解析を行い、橋脚の固有振動数の「標準値」の算出式を求め、調査対象橋梁での実測値とこの「標準値」とを比較することにより橋梁の健全度の判定を行ってきた。しかし、その1(直接基礎)で述べたように、この「標準値」は、いくつかの課題点があるため、質点-ばね系の振動モデルを用いた固有値解析を行うこととした。

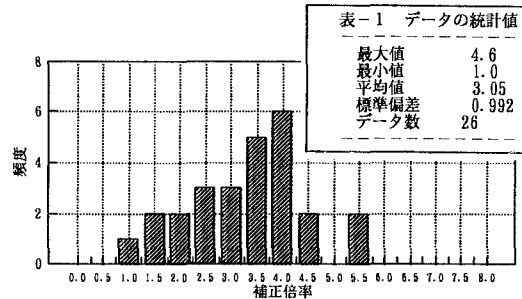
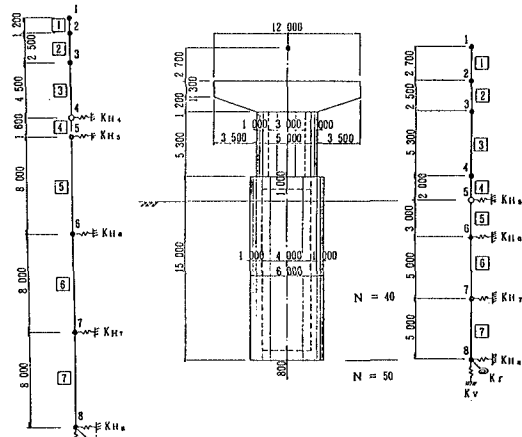
本報告では、この検討例として、ケーソン基礎について固有値解析により標準値の作成の際に用いる地盤のばねの補正倍率(n)を設定し、これを用い、モデル橋脚での解析により設定される固有振動数と、各限界状態で橋脚が安定計算上危険となる状態を想定したときの固有振動数(以下「限界振動数」と呼ぶ)を求め、この方法を応用した健全度判定について示した。

2. 固有値解析による「標準値」の設定に用いる地盤ばね係数の設定

代表的なケーソン基礎の橋脚について、図-1の例に示すような質点-ばね系の振動モデルを作成し、地盤ばね係数を変化させて固有値解析を行い、固有振動数を求める。このときの地盤ばね係数は、「基礎標準」^{*2)}により求めた値を基準としてパラメータ計算を行い、実測の固有振動数を説明し得るばね係数の補正倍率(n)を求めることとする。算定に用いたデータ数(橋脚数)は26であり、補正倍率の計算結果をまとめると図-2のようである。その最大値、平均値等の統計値を求め、表-1にまとめた。この平均値より、 $n=3.0$ とした。



(橋脚a)

図-2 補正倍率(n)の分布状況(ケーソン基礎)

(橋脚b)

図-1 橋脚モデル(ケーソン基礎)

キーワード: 衝撃振動試験, 健全度, ケーソン基礎, 固有振動数, 限界状態設計
住所: 〒185 東京都国分寺市光町2-8-38 Tel. (0425)73-7262 Fax. (0425)73-7248

3. 各限界状態の安定計算上で橋脚が危険となる状態での固有振動数の検討

ケーソン基礎の橋脚が安定計算上危険となる状態として、洗掘および河床が低下した状態を想定し、図-3に示すように土被り厚を変化させて、使用限界状態と地震時使用限界状態に対する安定を検討し、安定計算上決定される土被り厚を求め、このときの固有振動数（限界振動数）を求めた。対象橋梁は図-1に示すものとし、安定の検討は「基礎標準」によった。地盤のばね係数の補正倍率(n)は、前述した固有値解析によって設定した標準値による値（① $n=3.0$ ）を用い、また参考とし安定計算に用いている「基礎標準」での係数（② $n=1.0$ に相当）についても固有振動数を計算した。

各計算ケースでの固有振動数を表-2にまとめた。この例では、現況における固有振動数は実測固有振動数に対して、0.82ないし0.92である。ケーソン基礎では、地盤条件やモデル化による影響が比較的大きく、精度の向上には、さらに現地の地盤条件を考慮して検討を加える必要がある。また、「基礎標準」による補正係数は、大きな歪レベルを対象としており、固有振動数が低くなることから、固有振動数の算出には適切でない。

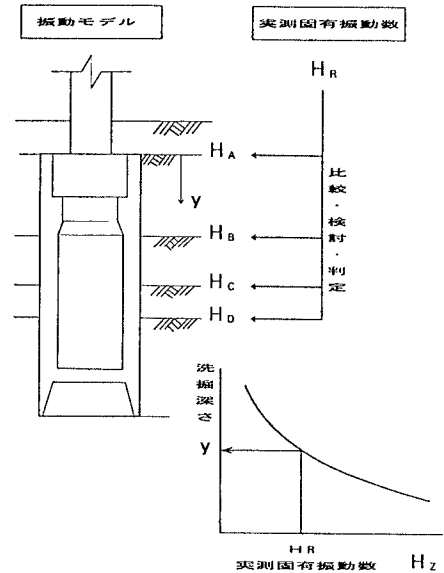


図-3 洗掘深さと限界振動数の考え方

各橋脚モデルにおける固有振動数の実測振動数に対する比率を図-4に表した。洗掘を想定し土被りが低下した状態では固有振動数が低下している。このことから、限界振動数を求めておくことにより、洪水後における固有振動数の比較から各限界状態に対する橋脚の健全度を判定することが可能となる。

4. まとめ(健全度および安全性の評価手法の提案)

衝撃振動試験における橋脚の固有振動数を固有値解析により求め、地盤のばね係数を設定した。次に、ケーソン基礎のモデル橋脚について、洗掘を受けた状態を想定したときの固有振動数を求め、その低下程度から健全度を判定する方法を示した。今後は、さらに検討例を増やし、健全度を判定する手法を確立していく予定である。

表-2 固有振動数の計算結果（ケーソン基礎）

橋脚モデル 実測固有振動数(現況)	橋脚 a			橋脚 b		
	現況	使用 限界状態	地震時使用 限界状態	現況	使用 限界状態	地震時使用 限界状態
安定計算上決定される 土被り厚(m)	—	9.5 (24.0)	16.5 (24.0)	—	4.5 (15.0)	10.5 (15.0)
ケーソン側面地盤のN値 (γ):層厚(m)	4.15, 40 (10.6, 11.4)	15.40 (5.5, 4.0)	4.15, 40 (1.5, 11.4)	40 (12.0)	40 (4.5)	40 (10.5)
① $n=3.0$ での 固有振動数(Hz)	3.68 (0.823)	1.53 (0.342)	2.33 (0.521)	5.01 (0.916)	2.23 (0.407)	4.37 (0.799)
参考) ② $n=1.0$ での 固有振動数(Hz)	2.23	1.15	1.83	3.45	1.42	2.95

*1) 限界状態での荷重ケース

使用限界状態：死荷重+列車荷重+衝撃荷重+車両横荷重
地震時使用限界状態：死荷重+列車荷重+地震荷重(中地震)

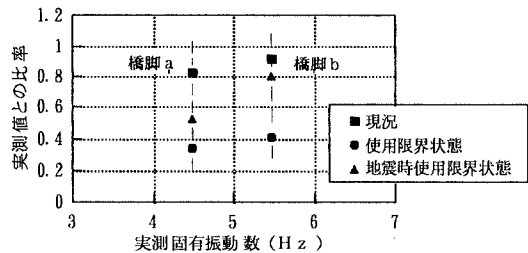


図-4 算定した固有振動数の実測固有振動数との比率
各限界状態での土被り厚が低下した状態での計算値

地盤ばねの補正倍率： $n=3.0$ （固有値解析での標準値より）

参考文献

- *1) 西村・棚村：既設橋梁 橋脚の健全度判定法に関する研究、鉄道総研報告、第3巻第8号、平成元年8月
- *2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物、丸善、平成9年3月