

重錘打撃試験を用いた橋脚の構造同定における解析モデルに関する研究

(株) アーバン・エス 正 員 ○ 庄 健介
 都市基盤整備公団 正 員 吉本 博昭
 神戸大学工学部 正 員 北村 泰寿

1. はじめに

重錘打撃試験による橋脚の健全性一次診断では、重錘打撃試験により得られる橋脚の動特性を利用して構造同定を行い、部材のヤング係数や地盤ばね定数等を推定し、これと初期値あるいは設計値を対比することにより健全性を判断する¹⁾。実際の構造物の形状は3次元であることから、構造同定に用いる解析モデルにおいても3次元でモデル化を行うことが最も望ましい。しかし、3次元モデルの場合にはモデルの作成労力並びに計算機の処理速度と容量の制約から多くの計算時間を必要とし、計算コストが課題となる。そこで、本研究では、実務への適用性を考え、取り扱いが容易な橋脚の2次元モデル化方策について検討する。

2. 解析モデルの概要

1辺が1[m]の立方体を作成し、これを立方体基準モデルと定義する。立方体基準モデルは、1080個の4面体要素を用いて構成されている。橋脚の3次元モデル化は、立方体基準モデルをX方向に2個、Y方向に1個、Z方向に4個組み合わせている。また、ヤング係数、ポアソン比、単位体積重量は、鉄筋コンクリート橋脚を想定し、それぞれ、 $E_0=2.45 \times 10^{10} [\text{N/m}^2]$ 、 $\nu=0.20$ 、 $w=2.45 \times 10^4 [\text{N/m}^3]$ としている。橋脚の基礎下端は地盤ばねとし、鉛直ばね定数が $k_z=9.8 \times 10^5 [\text{kN/m}^3]$ で鉛直ばね定数 k_z と水平ばね定数 k_h の比が 3:1 としている。また、2次元モデル化は、三角形平面応力要素を用いて同橋脚をXY平面上でモデル化している。

3. 洗掘のモデル化と解析結果

下流端側(X方向)において、橋軸方向(Y方向)に一樣に洗掘が発生した場合を想定し、図-1に示した2次元および3次元モデルを用いて、固有振動数解析を行った。橋脚支持地盤洗掘のモデル化は、洗掘発生部における基礎部の地盤ばねを自由支点に変更することで表現している。表-1に洗掘の幅と自由支点との関係を示す。図-2から、3次元モデルと2次元モデルにおける固有振動数の差異はほとんど見られず、高い精度で2次元モデル化が可能であることが読み取れる。

つぎに、下流側(X方向)の片側あるいは両側端部で橋軸方向(Y方向)に局部的に洗掘が生じた場合を想定してモデル化を行い、固有振動数解析を行った。表-2に洗掘部を表現し

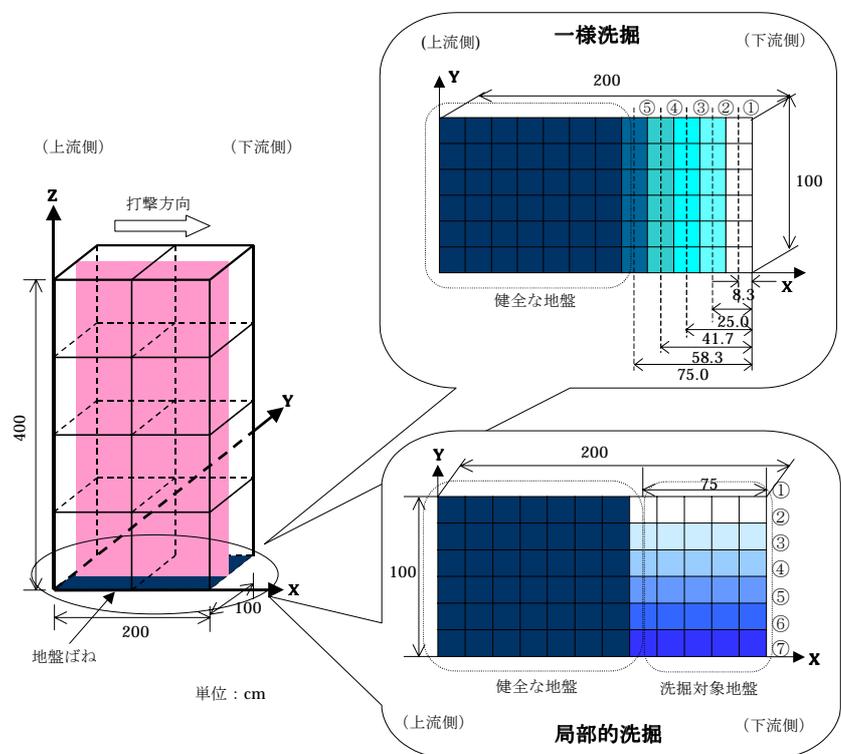


図-1 洗掘を受けた橋脚のモデル化

キーワード：重錘打撃試験，構造物健全度診断，固有振動数解析，構造同定，数値シミュレーション

〒530-0012 大阪市北区芝田1丁目4番8号 北阪急ビル4階 TEL：06-6359-2756, FAX：06-6359-2762

た自由支点ラインとそのときの洗掘面積率との関係及び3次元モデルにおける固有振動数解析結果を示す。ここで、洗掘面積率とは、洗掘対象地盤のすべての地盤ばね（①～⑦）を自由支点に変更したときを100[%]とし、洗掘部の地盤面積をこれに対する比率で示したものである。このような局部的な洗掘が橋脚に生じた場合には、一様洗掘のように2次元モデルでは表現できない。そこで、2次元モデルに対しては、洗掘対象地盤における地盤ばねを洗掘面積の割合に応じて減少させ（以下では、地盤ばね損傷率と呼ぶ）、固有振動数解析を行った。2次元モデルの固有振動数解析結果を図-3に示す。なお、同図(a)は3次元モデルで計算したCASE1～CASE8の固有振動数を直線で示し、同図(b)はCASE9～CASE16を示している。ここで、2次元モデルと各CASEの交点を見みると、2次元モデルにおける地盤ばね損傷率は3次元モデルの洗掘面積率とほぼ一致していることが読み取れる。このことは、局部的洗掘が生じた橋脚の洗掘箇所を推定することは困難であるが、洗掘面積率を重錘打撃試験で推定することはある程度可能であることを示唆している。

参考文献

- 1) 庄 健介・山本和宏・他3名：人工損傷を与えた橋脚の重錘打撃加振試験とその応答解析,第55土木学会年講,V-461,2000.

表-1 洗掘の幅と自由支点ライン

洗掘の幅	自由支点のライン
8.3cm	①
25.0cm	①+②
41.7cm	①+②+③
58.3cm	①+②+③+④
75.0cm	①+②+③+④+⑤

表-2 局部的洗掘と固有振動数

	自由支点のライン	洗掘面積率	固有振動数[Hz]
CASE1	①	8.33%	10.98
CASE2	①+⑦	16.67%	10.73
CASE3	①+②	25.00%	10.50
CASE4	①+②+⑦	33.33%	10.18
CASE5	①+②+③	41.67%	9.94
CASE6	①+②+③+⑦	50.00%	9.54
CASE7	①+②+⑥+⑦	50.00%	9.49
CASE8	①+②+③+④	58.33%	9.23
CASE9	①+②+③+④+⑦	66.67%	8.72
CASE10	①+②+③+⑥+⑦	66.67%	8.63
CASE11	①+②+③+④+⑤	75.00%	8.27
CASE12	①+②+③+④+⑤+⑦	83.33%	7.56
CASE13	①+②+③+④+⑥+⑦	83.33%	7.49
CASE14	①+②+③+⑤+⑥+⑦	83.33%	7.46
CASE15	①+②+③+④+⑤+⑥	91.67%	6.80
CASE16	①+②+③+④+⑤+⑥+⑦	100.00%	5.71

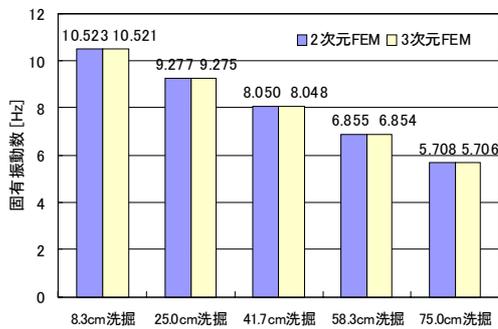
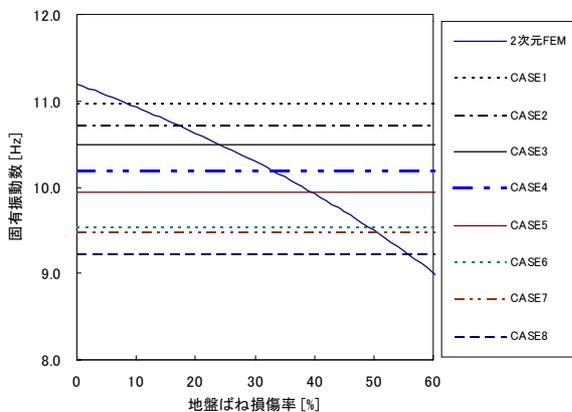
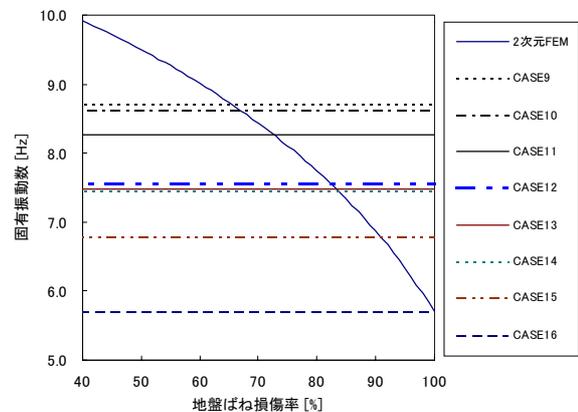


図-2 一様洗掘の場合



(a)CASE1～CASE8



(b)CASE9～CASE16

図-3. 局部的洗掘の場合