

神戸大学工学部 学生員 ○吉本 博昭
アーバン・エース(株) 正 員 庄 健介
神戸大学自然科学研究科 学生員 山本 和宏
神戸大学工学部 正 員 北村 泰寿

1. はじめに

橋脚の部材定数や地盤バネ定数を推定する方法として、重錘打撃によって得られる実測の固有振動数、振動形と固有値解析による固有振動数、固有モードを対比させる手法が用いられている。本報では、固有値解析による固有振動数と、重錘打撃力に対する応答解析から求まる振動形を実測のそれと対比させる手法で、部材定数や地盤バネ定数を推定することを試みた。本研究は、実測値と計算値を対比させて部材や支持地盤の損傷程度を推定する、一種の逆解析システム構築の基礎研究である。

2. 動的特性の推定

橋脚の動的特性を把握するには、天端に設置した起振機による強制振動試験が最も良い方法である。しかし、この方法は時間と費用が掛かるため、数多くの橋脚に適用するには実用的ではない。そこで簡便な方法として、図-1

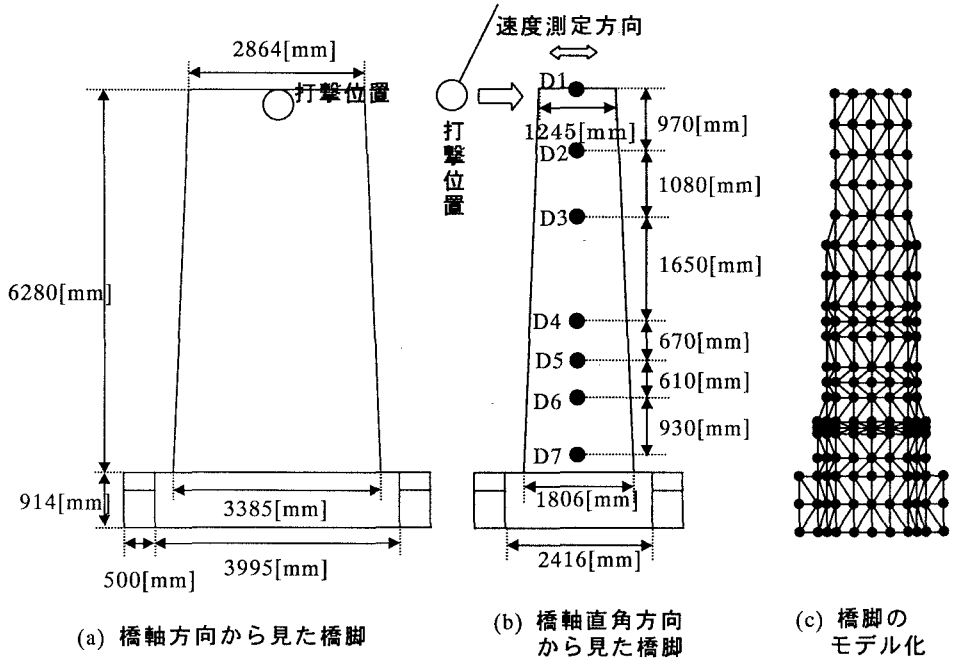


図-1 測定した橋脚の形状・寸法および有限要素モデル化

重錘によって打撃し、橋脚の水平振動速度を測定する重錘打撃試験が用いられている。本研究では重錘打撃による振動を測定し、実測波形から橋脚の動的特性の推定を行う。橋脚の固有振動数は、実測波形をフーリエ解析し、位相角が 180° となるピーク振動数としている。また、減衰定数は、図-2 に一例として示す実測の自由減衰波形から読み取る。

3. 応答解析および考察

橋脚の応答解析には、図-1 に示すように、三角形有限要素でモデル化した。応答解析により得られる振動速度値を用いて描いた振動形を解析振

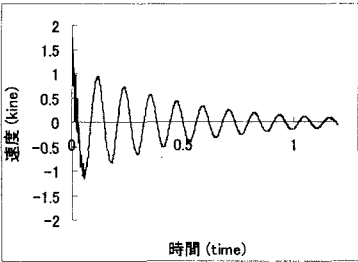


図-2 D1点の実測波形

動モード、同様に実測の振動速度値による振動形を実測振動モードと定義する。なお、振動速度値は加振力の継続時間終了後のピーク値を、D1～D7 のそれぞれの測点において読み取っている。実測振動モードと解析振動モードの比較を図-3～6に示す。各 CASE に共通する部材定数は橋脚の単位体積重量を $2300[\text{kgf/m}^3]$ 、ポアソン比を $1/3$ とし、その他の計算条件はそれぞれの図中に示す。

CASE 1 はヤング係数を $E=2.1 \times 10^9 [\text{kgf/cm}^2]$ 、下端を固定とした場合で、解析固有振動数が実測固有振動数より、2倍以上大きくなっている。これは下端を固定としたことによるものと考えられるため、CASE 2 では下端に地盤バネを導入した。鉛直バネ定数 k_z と水平バネ定数の比が $3:1$ の地盤バネを導入することにより、解析固有振動数は実測固有振動数に近づいているが、まだ大きな差異が見られる。CASE 3 では、橋脚に見られた打ち継ぎ亀裂（深さ $d[\text{cm}]$ ）を挿入した。打ち継ぎ亀裂を考慮することによって、解析固有振動数は CASE 2 の場合より実測固有振動数に近づいている。さらに、CASE 4 では、橋脚の中詰が栗石コンクリートであったこと考慮して、橋脚の中心部のヤング係数を $1/10$ の $E_c=2.1 \times 10^8 [\text{kgf/cm}^2]$ とした。CASE 4 の解析固有振動数は実測固有振動数と一致し、振動モードもほぼ一致することが分かった。

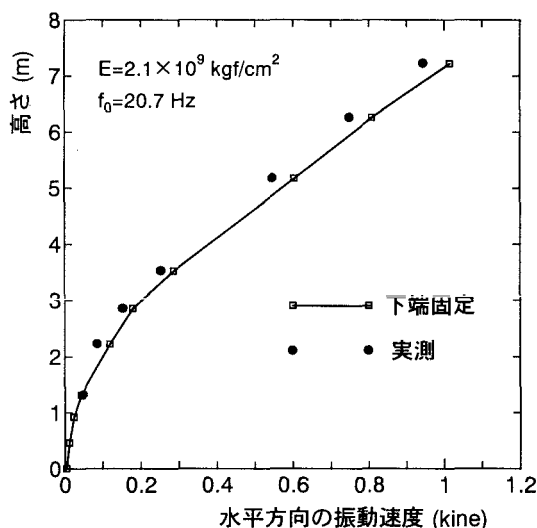


図-3 CASE 1

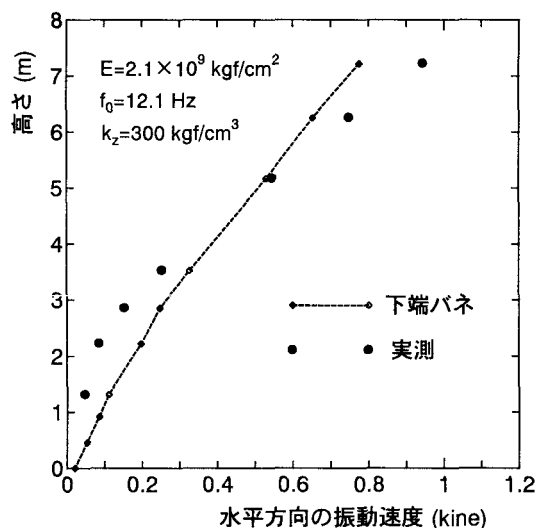


図-4 CASE 2

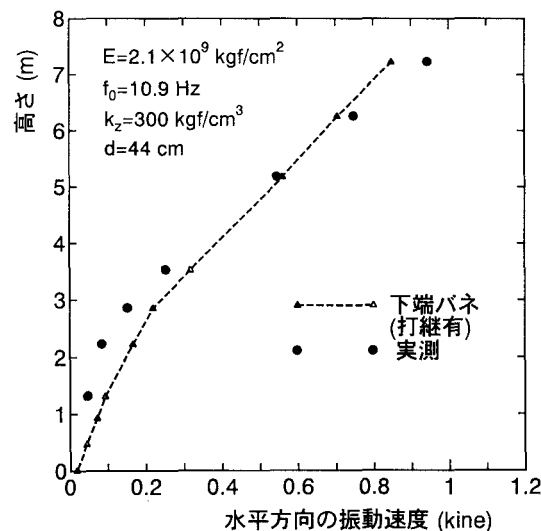


図-5 CASE 3

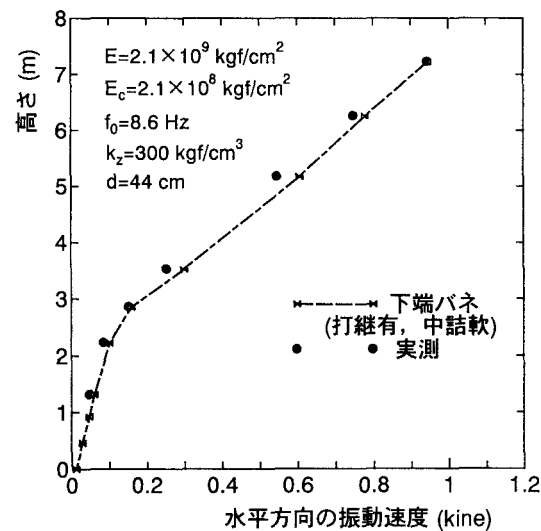


図-6 CASE 4