

# 人工損傷を与えた橋脚の重錘打撃加振試験と応答解析

(株)アバン・エス 正員 庄 健介 神戸大学大学院 学生員 山本 和宏  
 (株)アバン・エス 正員 中川 元宏 神戸大学大学院 学生員 吉本 博昭  
 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、人工的に損傷を与えたコンクリート橋脚に重錘打撃加振試験を実施し、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、地盤バネ定数および損傷程度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. 人工損傷実験の概要と動的特性の推定

図 - 1 に示す撤去予定の既設橋脚下端部にハンドブレイカーを用いて、深さ  $D=10\text{cm}$  の損傷を与えた。損傷の前後に実施した重錘打撃加振試験により、橋脚の各測点で水平振動速度波形を測定し、この波形から橋脚の動的特性の推定を試みた。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  $180^\circ$  となるピーク振動数とした。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った。

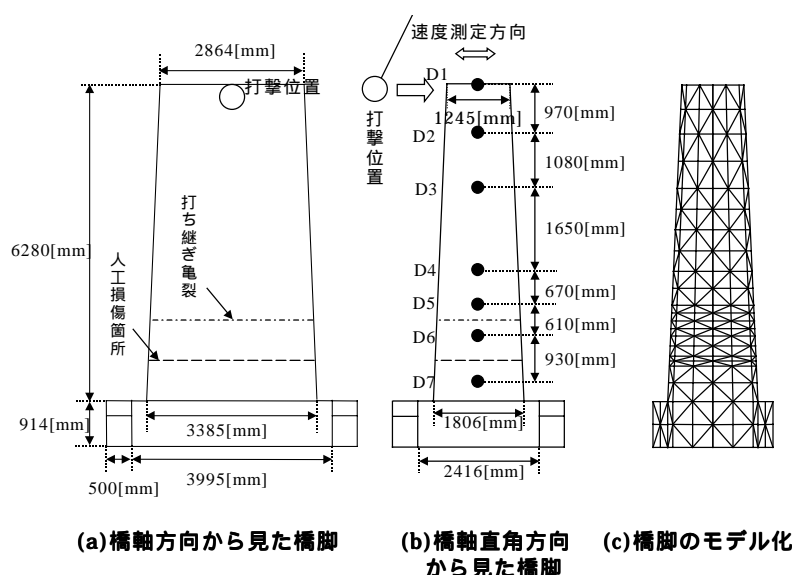


図 - 1 測定した橋脚の形状・寸法および有限要素モデル化

## 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、 $D1 \sim D7$  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 ~ 8 に示す。各 CASE に共通する部材定数は一般的に設計で用いる値とし、ヤング係数を隣接橋脚のコア抜き取り試験結果をもとに、 $E=2.45 \times 10^7 [\text{kN/m}^2]$  としている。CASE 1 は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(8.6Hz)より、2 倍以上大きくなっている。CASE 2 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

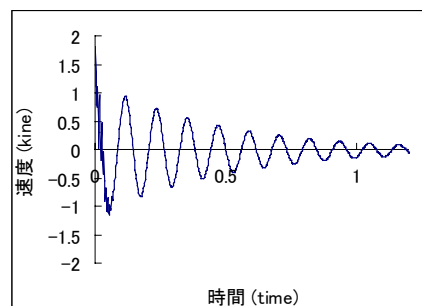


図 - 2 D1点の実測波形

キーワード：重錘打撃加振試験，固有値解析，固有振動数，応答解析，逆解析

〒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

って、上部の振動モードは実測に近づくものの、下部は異なっており解析固有振動数も大きい。CASE3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、まだ少し振動モードに差異が見られる。CASE4では、さらに打ち継ぎ亀裂を深くし、亀裂周辺部のヤング係数を $E'=0.8E$ とした。CASE4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。

CASE5は、CASE4の状態から全周にわたり、深さ $D=10\text{cm}$ の人工損傷を与えた場合である。解析固有振動数はCASE4の値からほとんど変化が見られず、実測値(7.8Hz)と大きく異なる。このため、CASE6では、ハンドブレイカーによる内部亀裂の進行を想定し、打ち継ぎ亀裂を $d=72\text{cm}$ 、損傷部の内部亀裂を $d'=30\text{cm}$ とした。解析値は、固有振動数、振動モードともに実測値と良く一致している。

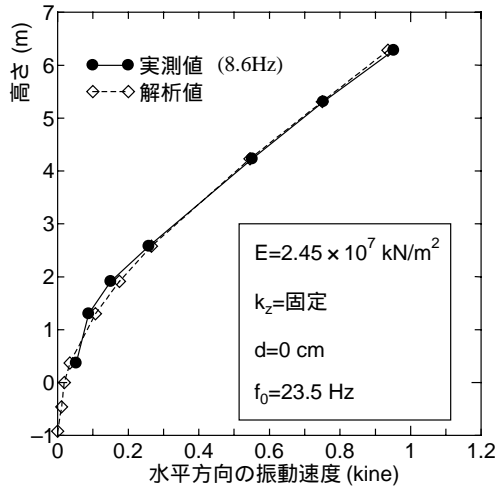


図 - 3 CASE 1

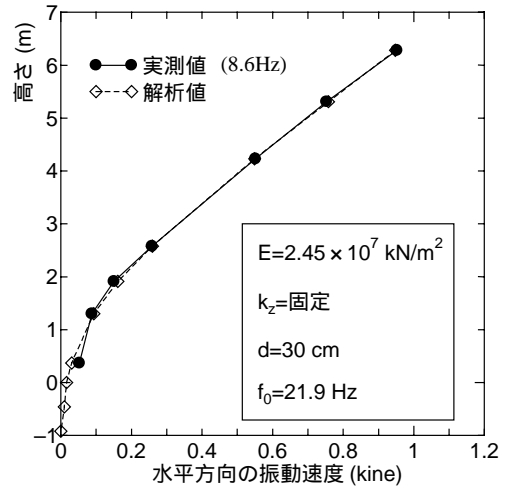


図 - 4 CASE 2

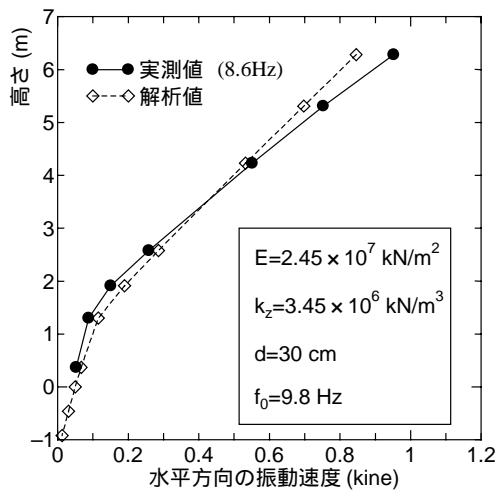


図 - 5 CASE 3

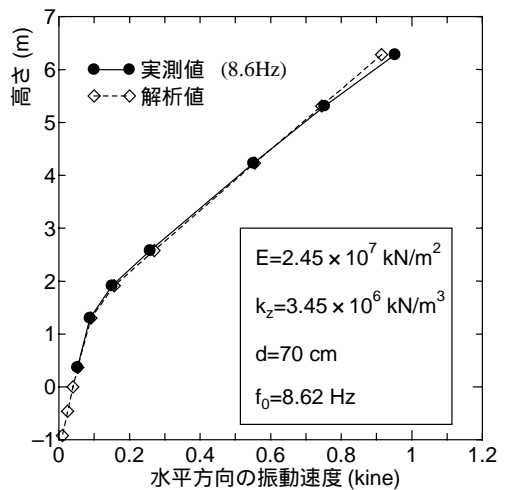


図 - 6 CASE 4

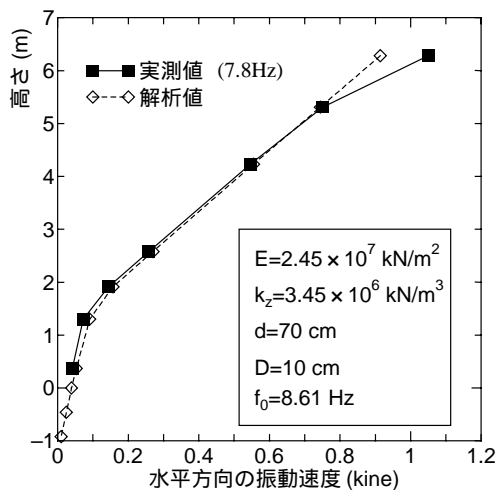


図 - 7 CASE 5

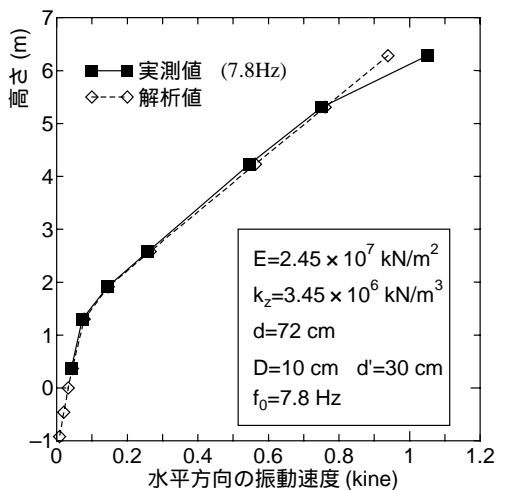


図 - 8 CASE 6