基礎形状の異なる橋脚における固有振動数と減衰定数の関係

鉄道総合技術研究所　正会員　○　上野　慎也　　佐名川　太亮
西岡　英俊　　生井　貴宏

１．はじめに

橋脚周辺において，洗掘や河床低下が生じると橋脚の安定性が低下する．現状の鉄道橋脚の保守管理においては，衝撃振動試験[1)]から得られる固有振動数により健全度判定がなされている．しかしながら，壁式橋脚のような比較的剛な構造形式の場合には，固有振動数の同定が難しいことが経験的に知られており，そのため，これまでは固有振動数だけでなくフーリエ振幅スペクトルの形状の変化をもって橋脚の状態の変化を管理する場合もあった．フーリエ振幅スペクトルの形状は固有振動数と減衰定数によって決定されることから，橋脚の健全度の定量的な評価指標として「減衰定数」を新たに設定することができれば，衝撃振動試験による健全度評価の高精度化に繋がると考える．

そこで本報は，基礎の平面形状が異なる複数の橋脚模型（模型縮尺は実構造物の約 1/10）を対象に衝撃振動試験を実施し，減衰定数を比較した．加えて，土被りの有無が橋脚の減衰定数に与える影響についても確認した．

２．模型および試験概要

橋脚模型は，縮尺 1/10 の平面形状の異なる橋脚 3 種類（壁式橋脚（複線），井筒橋脚（単線），壁式橋脚（単線））である（図 1）．模型の詳細については，文献[2)]を参照されたい．

これらの橋脚模型（土被り厚 0mm）を対象に，ハンマーを用いた衝撃振動試験を行い，応答速度波形から求められる減衰定数を比較[3)]した．また，井筒橋脚(単線)については，土被り厚が 0mm と 1000m(ハッチング部)の状態における橋脚の減衰定数を算定し，土被り厚が減衰定数に与える影響についても確認した．

３．衝撃振動試験の結果

図 2～図 5 に，各橋脚模型に対して実施した衝撃振動試験の応答速度波形ならびにフーリエ振幅スペクトルと周波数関係，位相スペクトルと周波数関係を示す。まず，固有振動数に着目すると，井筒橋脚(単線)，

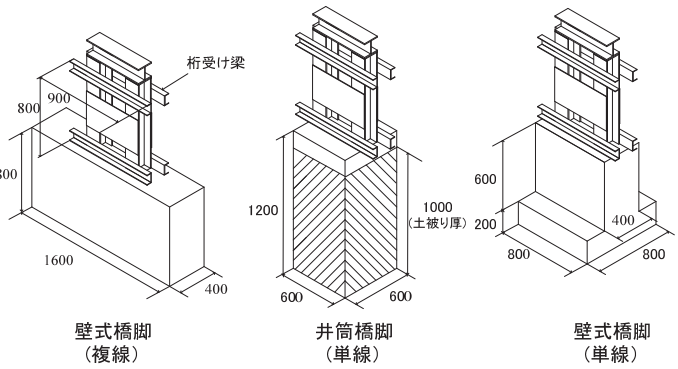

図 1　模型概要

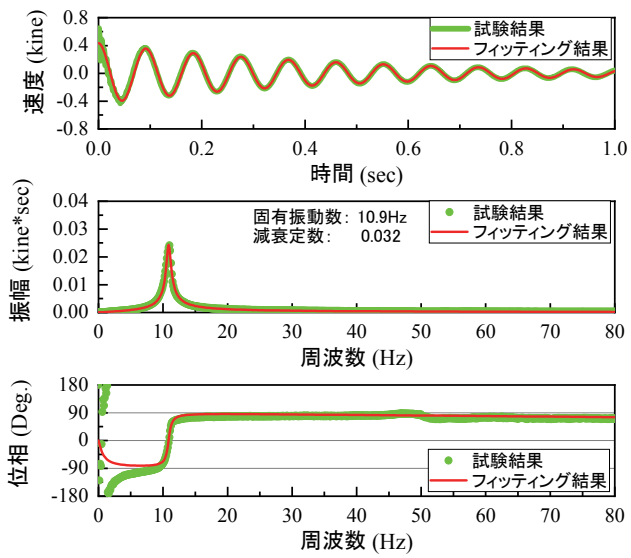

図 2　井筒橋脚(単線)

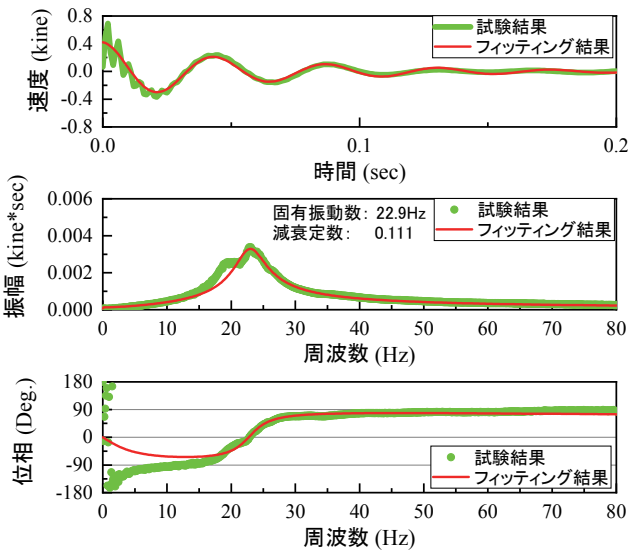

図 3　壁式橋脚（単線）

キーワード　直接基礎，衝撃振動試験，固有振動数，減衰定数
連絡先　〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　鉄道総合技術研究所　TEL　042-573-7261

壁式橋脚（単線），壁式橋脚（複線）の順に大きくなっており，既往の知見と一致することがわかる．次に，各々の橋脚模型における減衰定数を比較する．**図 6** に固有振動数と減衰定数の関係を示す．橋脚の固有振動数が大きくなると減衰定数も大きくなる傾向にあることが確認できる．具体的には，橋脚模型の中で固有振動数が最も小さい井筒橋脚の減衰定数は 3.2%である．その一方，橋脚模型の中で固有振動数が最も大きい壁式橋脚（複線）の減衰定数は 38.5%である．

図 5 に井筒橋脚（単線）土被り厚 1000mm の状態における衝撃振動試験の結果を示す．ここでは，土被り厚が橋脚の固有振動数および減衰定数にどのような影響を及ぼすか確認した．土被り厚 0mm における橋脚の固有振動数（**図 2**）と土被り厚 1000mm における橋脚の固有振動数（**図 5**）を比較すると，土被り厚の増加に伴い，固有振動数は著しく大きくなることが確認できる．また，減衰定数に対しても同様のことがいえる．

以上の結果より，基礎形状の違いや土被り厚の変化に伴い固有振動数が大きくなると，減衰定数も同様に変化し，固有振動数と減衰定数には一定の関係があることが確認できた．

5. おわりに

本報では，衝撃振動試験による健全度評価の高精度化を目的として，基礎形状の異なる橋脚模型に対して衝撃振動試験を行い，固有振動数と減衰定数の関係性について整理した．今後は，「減衰定数」が健全度評価の指標として適用可能か否か，模型仕様や土被り厚を変化させ更なるデータの蓄積および分析を行う予定である．

参考文献

1) 西村他：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，1989.
2) 生井他：土被り量が橋脚の振動特性に及ぼす影響に関する実験，第 53 回地盤工学会研究発表会（投稿中），2018.
3) 生井他：橋脚模型を用いた衝撃振動試験による橋脚基礎の減衰定数の評価，第 73 回土木学会年次学術講演会(投稿中)，2018

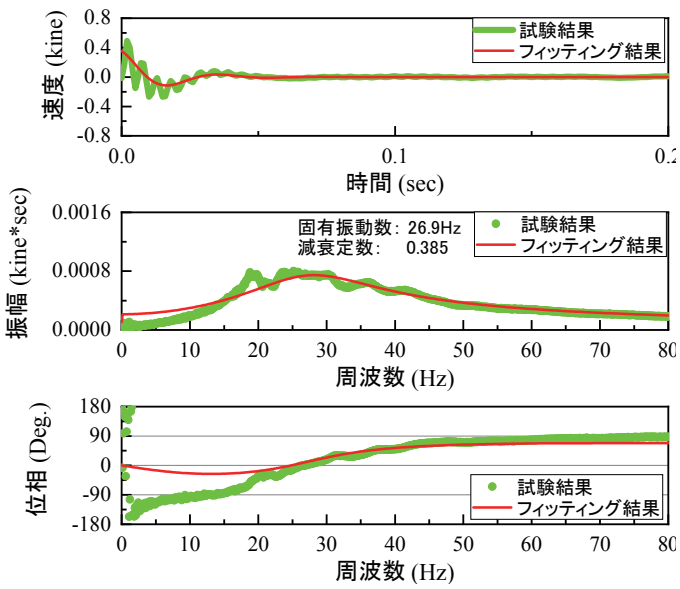

図 4　壁式橋脚（複線）

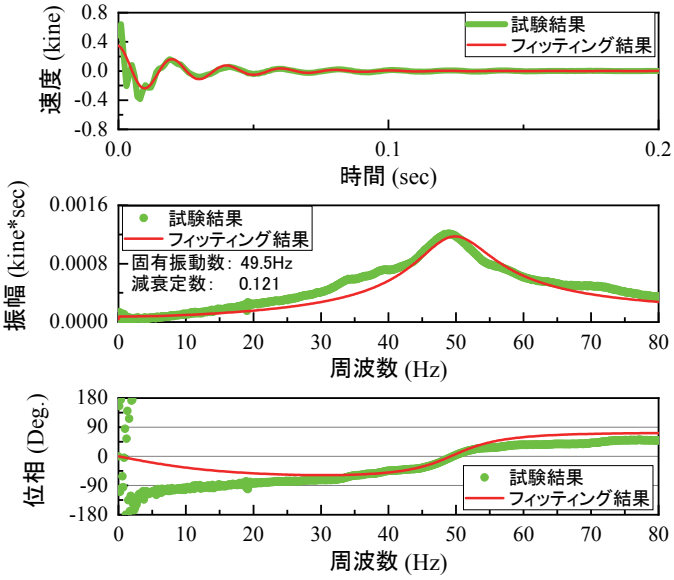

図 5　井筒橋脚（単線）土被り厚 1000mm

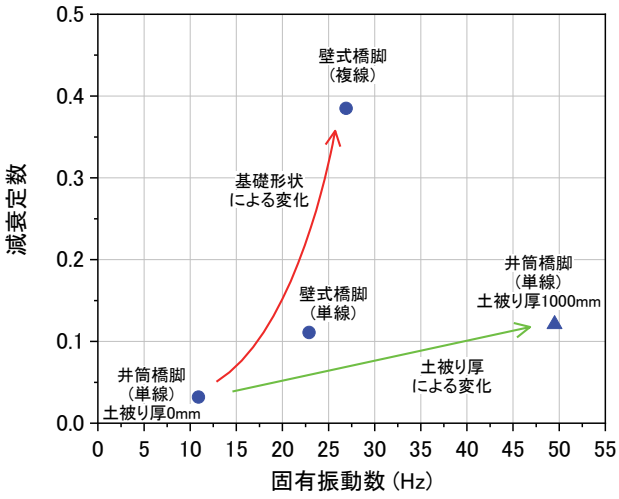

図 6　固有振動数と減衰定数の関係