

### 衝撃振動試験の改良に関する一考察

東海旅客鉄道株式会社

正会員

畑中 達彦

正会員

門田 祐一郎

正会員

神田 仁

正会員

石川 達也

#### 1. はじめに

基礎構造物や橋脚躯体，ラーメン高架橋の柱等の健全度調査には衝撃振動試験が広く用いられている．東海道新幹線においては，現在，「IMPACT システム」を用いた標準的な手法により，データを蓄積し健全度評価を行っている．本稿では，測定作業の効率化等を目的とした衝撃振動試験手法の改良を図り，実構造物での現地試行によりその適用性を検証した取組みを述べる．



図-1 柱下部打撃手法の風景

#### 2. 現地試行の概要

測定作業の効率化を目的として，「柱下部打撃手法」と「常時微動」による固有振動数(全体系1次)の把握を，複数の構造物で試行した．

柱下部打撃手法とは，東海道新幹線の標準ラーメン高架橋を対象として測定作業の迅速化・効率化を図る目的で提案された手法<sup>1)</sup>であり，図-1に示すように，通常の試験に用いる30kgfの重錘を脚立に取り付けて柱の下部を打撃するとともに，速度計1台を柱に設置することで，全体系1次の固有振動数を計測するものである．地震発生後等の緊急対応や高所作業車の侵入困難な箇所でも容易に測定ができる利点がある．

常時微動については，従来から構造物の健全度判定に用いる手法が提案されているが，特に衝撃振動試験との照合の観点から，IMPACTシステムによる固有振動数の把握が可能であるかどうかに着目した．

上記2手法について，各地区の高架橋(参考として一部の橋脚も)を対象として調査を行い，固有振動数の特定が可能であるか，また測定に適した手法や条件があるかを改めて検証し，改良の可能性を検討した．

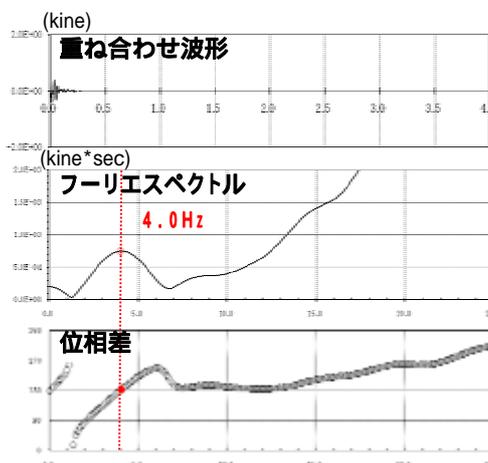


図-2 柱下部打撃による結果(A高架橋)

#### 3. 「柱下部打撃方法」の試行結果

静岡地区 A 高架橋の下部打撃の結果を図-2に示す．天端打撃と比べるとスペクトルのピークがなだらかなるものの，位相差を含めれば固有振動数の特定は十分に可能であることが分かる．

次に静岡地区 B 高架橋の結果を示す．図-3に示す1ch～3chの測点配置により，同一打撃に対する応答を比較することで，センサーの適切な位置を検証した．

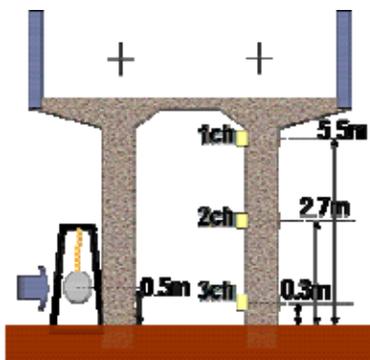


図-3 センサー位置(B高架橋)

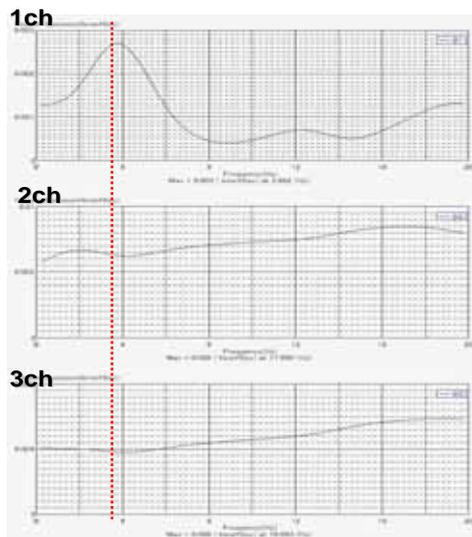


図-4 フーリエスペクトルの比較

図-4にこれらのフーリエスペクトルを示すが，当高架橋では打撃時のエネルギーが弱かったこともあり，柱下部の

キーワード: 衝撃振動試験, 下部打撃, 常時微動

連絡先: 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-9-1 丸の内中央ビル Phone03-5218-6274 Fax03-3286-5185

測点(2ch, 3ch)では,固有振動数の特定が難しいことが確認できる.

以上のように,柱下部打撃法については,条件を整えれば高架橋での固有振動数の特定が可能であることが確かめられた.ただし,図2の時刻歴波形からも明らかなように,衝撃に対する応答が短時間で収束することから,スペクトル形状は上部を打撃した通常のものとは比べると不明瞭になりがちである.このことから,より正確な判定を行うために打撃方式やセンサーの設置位置に工夫が必要である.特に,

- ・打撃する柱に対して(海・山の)対面側の柱にセンサーを設置する
  - ・打撃時に大きなエネルギーを伝える(重錘に初速を与え,押し込む)
  - ・柱上部(少なくとも柱中間以上)にセンサーを取り付ける
- ことが重要であることが分かった.

次に東京地区の C 橋脚での結果を図-5 に示す.当橋脚は複線用壁式橋脚で高さが 6m と低めであり,ロッキング振動が卓越したため,下部を打撃することでも明瞭なピークが見られ,固有振動数が判定可能であった.これが他の橋脚でも一般的かどうか,構造条件や地盤条件等の異なる橋脚で事例の蓄積を行い,確認することが必要である.

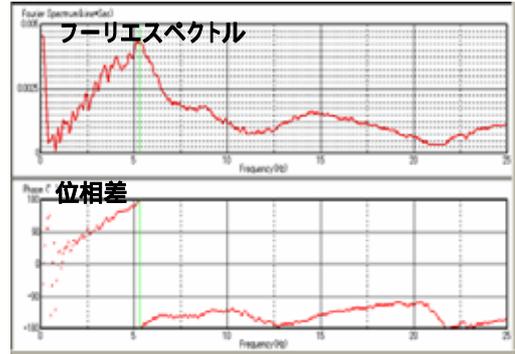


図-5 橋脚下部打撃の結果(C 橋脚)

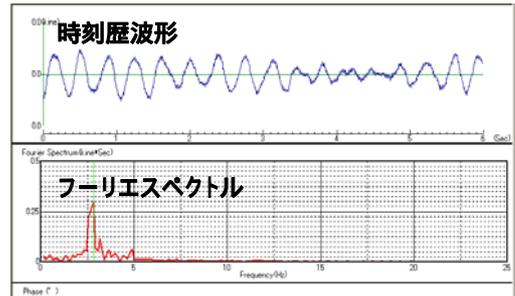


図-6 常時微動の時刻歴波形とスペクトル (D 高架橋)

**4. 「常時微動」による計測**

大阪地区の D 高架橋における常時微動の計測結果を図-6 に示す.当高架橋では,時刻歴波形からも周期が明瞭であり常時微動から固有振動数の特定が可能であった.またこの値が同位置で行った衝撃振動試験によるものと一致していることを確認した.

東京地区 E 橋脚での常時微動の計測結果を図-7 に示す.時刻歴波形が大きく波打っているデータ(30 秒間)をサンプリングしており,このスペクトルからは固有振動数の特定は困難であることが分かる.

このように,常時微動については,一般的には固有振動数の特定に有効であるが,計測データの選定が適切でないと振動数の特定が難しい場合がある.また,常時微動では IMPACT の位相差分布図は意味を持たず,フーリエスペクトルのピークのみから固有振動数を特定することとなるため,事前の計測値が無い場合や大きな環境変化があった後の測定では,固有振動数の判定が難しいケースも想定される.

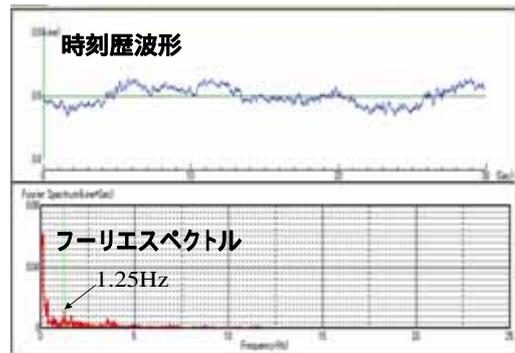


図-7 常時微動の時刻歴波形とスペクトル (E 橋脚)

**5. まとめ**

衝撃振動試験に関しては,自然災害等の異常時対応において,現場レベルで固有振動数を迅速に測定し即座に健全性を判定できることが何より重要である.そのような観点から,本稿で有効性が確認できた「柱下部打撃手法」を活用することが有望であると判断される.

なお,脚立を用いた打撃に代わるものとして,高架橋柱に簡便に設置できる治具を試作し,作業の効率化を図る取組みを試行した(図-8).さらに,非接触の測定システムを用いることにより,衝撃振動の遠隔測定(例えば,堤防から河川内橋脚を測定する)が可能となるとの報告<sup>2)</sup>

もあり,異常時対応の迅速化と安全性向上が期待される.今後も衝撃振動試験の改良の取組みを継続していく.

参考文献 1)和田博之,三浦文司:ラーメン高架橋柱下部打撃による衝撃振動試験の迅速化,日本鉄道施設協会誌,2004.5  
2)上半文昭:リモートセンシング技術によるコンクリート探傷への応用シンポジウム,2009.1



図-8 柱下部打撃の治具試作イメージ