

列車振動による高架橋の健全度評価について

東海旅客鉄道株式会社	正会員	丹間 泰郎
東海旅客鉄道株式会社	正会員	石川 祥啓
東海旅客鉄道株式会社	○正会員	浅川 高行

1. はじめに

高架橋の健全度を判断するために、目視によるほか非破壊検査である衝撃振動試験により固有振動数を求め健全度の指標とする。測定方法としては、原則重錘を用いた打撃による強制振動により、正常な応答波形を得る。通常重錘は、下端にロープを取付け、地上でロープを引くことにより重錘を振り上げて構造物を打撃する。現地のロケーションによっては、治具等を用いて工夫して打撃することもある。しかし、重錘の設置は、高所作業となるため時間と手間を多く費やし、危険を伴う作業でもある。又、測定時においても極力通行車両及び列車走行による影響を受けない時間帯を選び測定することで、同一構造物を複数回打撃することを避ける必要がある。そこで、速やかにかつ効率的に高架橋の健全度を判定するために、重錘を用いた打撃に変わる測定方法として、列車通過後の残響振動の測定（以下「列車残響測定」という）及び常時微動を測定することにより得られる卓越振動数と、通常の打撃方法で行った衝撃振動試験から得られた数値とを比較検討した結果がまとまったので報告する。

2. 加振方法の検討

衝撃振動試験により固有振動数を求める最も良い方法は、任意の振動数で加振できる起振機を高架橋の天端等に設置して強制振動試験を行うことであるが、一般に時間と費用が掛かるほか列車運行に影響を与える可能性が高く実用的ではない。そのため、一般に打撃には重錘が用いられるのであるが、先述した理由から、より安全に試験を行う方法として、高架橋全体に振動を与えている列車走行による振動に着目し、衝撃振動試験に利用できないかを検討するために通常の衝撃振動試験と同じ条件で測定し、結果を比較してみることにした。また、常時微動を利用することも考えられるが、今までは背が低く曲げ剛性が大きい橋脚、根入れの深い橋脚などにおいては、明瞭な卓越周期が得られない場合が多く、固有振動数の決定が困難なことが多いとされてきたが、今回列車残響測定と併せて測定して比較してみることにした。

3. 測定項目及び測定方法

測定項目及び測定箇所については、衝撃振動試験の測定結果と比較検討を行うために、高架橋全体系と同一箇所とした。測定方法については速度モードで行い、列車残響測定及び常時微動測定とも各1回ずつ行った。列車残響測定は、対象高架橋を列車が通過後約3秒後から測定を行った。常時微動測定は、極力通行車両及び列車走行の影響を受けない時間帯を選び、約10秒間測定を行った。測定の概略図を図-1に示す。

構造形式の異なる5箇所の高架橋に対し、列車残響測定及び常時微動測定を行うことにより、各調査による衝撃振動調査との測定結果の違いを把握することとした。

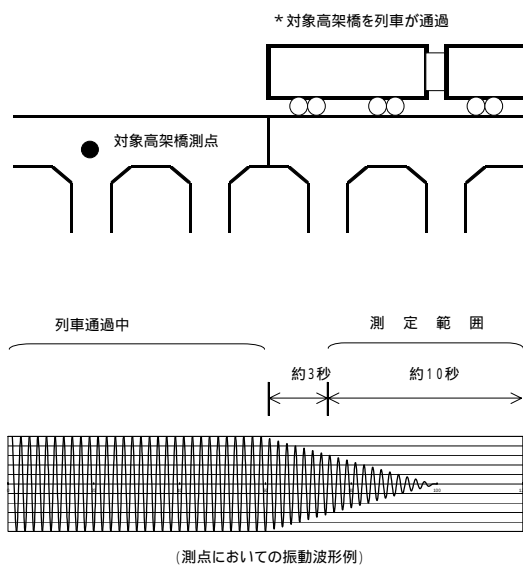


図 - 1 列車残響測定概略図

キーワード 衝撃振動試験，卓越振動数

連絡先 〒453-8520 名古屋市中村区名駅一丁目3番4号 東海旅客鉄道(株) 工務部工事課 052-564-2486

3．測定結果

列車残響測定、常時微動測定の各結果について、衝撃振動試験同様にフーリエ変換を行い、各測定での卓越振動数を算出し、その結果と衝撃振動試験の測定結果との比較を行った。尚、測点は衝撃振動試験と同一である。測定の結果、5箇所の高架橋とも高架橋全体系では衝撃振動試験の結果と列車残響測定及び常時微動測定の結果はほぼ同じ値となった。測定結果（数値）を表 - 2 及び測定結果例（波形）を図 - 2 に示す。

表 - 2 測定結果（数値）一覧表

高架橋名	構造形式					基礎形式	卓越振動数（Hz） 全体系		
	層	柱	径間	高さ	土被り		衝撃振動	列車残響	常時微動
A	1	2	4	12.5	1.6	直接	2.00	2.00	2.00
B	2	2	3	13.1	1.8	直接	2.10	2.10	2.10
C	3	2	7	12.9	0.5	直接	2.20	2.20	2.20
D	2	2	6	11.1	0.9	杭	2.60	2.50	2.60
E	1	2	5	6.4	0.5	杭	3.90	3.70	3.90

4．おわりに

今回実施した5箇所の高架橋について、高架橋全体系の各測定を比較検討した結果、ほぼ同等な数値が得られた。

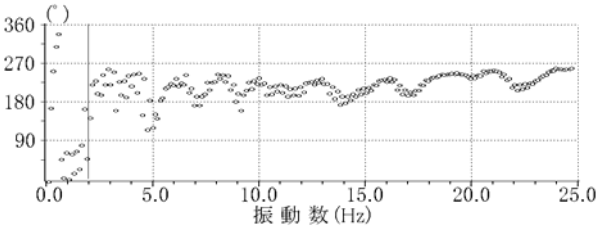
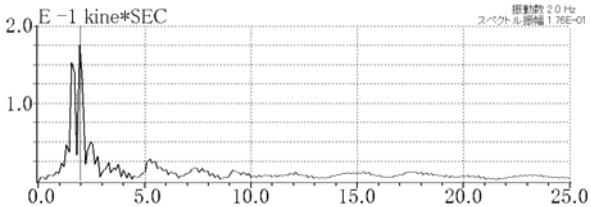
現在、高架橋の衝撃振動試験は高架橋全体系と高架橋端部の柱部分系の2種類の測定を行う。

高架橋全体系同様に、柱部分系に関しても列車残響測定・常時微動測定と通常の衝撃振動試験の測定結果とを比較検討した結果、1層で柱が高く周辺環境の影響がない高架橋についてはほぼ同等な数値が得られたが、多層の高架橋については1層毎の高さが低くなることに加え周辺環境の影響もあり、卓越振動数を断定することができず、期待する結果を得ることができなかった。

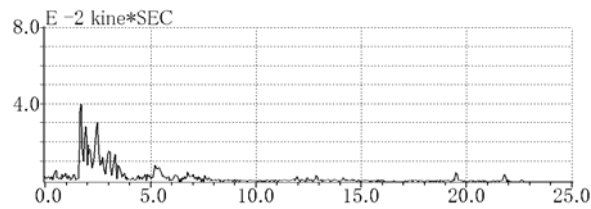
しかし、高架橋全体の健全度を判定するために、従来の重錘を用いた打撃による衝撃振動試験を、列車残響測定及び常時微動測定に置き換えても良好な結果が得られたことから、現地のロケーションによってはより安全な測定方法として期待できる。

今後とも衝撃振動試験データの収集・整理を続けることにより測定結果の分析を行い、鉄道構造物の健全度を速やかに判定するための基準を策定しなければならない。そして、安全性・信頼性の高い鉄道構造物管理を目指していく。

A高架橋
全体系
衝撃振動調査



常時微動測定



列車残響測定

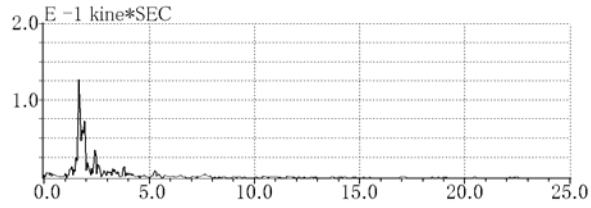


図 - 2 測定結果例（波形）