

I-420 新幹線高架橋における振動特性について

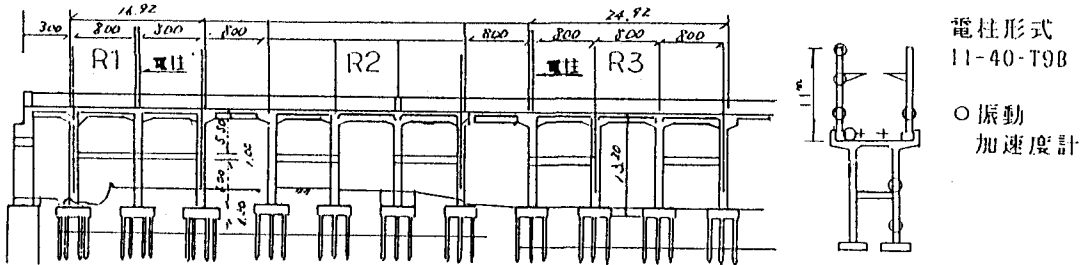
J R西日本 広島構造物検査センター 正 ○ 西田 丈美
野崎 勝弘
豊田 徹也

1. はじめに

新幹線高架橋の一部の区間においては、スピードアップ後に電柱の揺れにより既設のトロリー線、き電線などの設備や営業列車への影響が懸念されるため振動試験を実施すると共に、将来の速度向上に対して検討を行った。

2. 測定方法

測定対象構造物及び測定箇所を図-1に示す。調査した電柱は、R1であるが比較検討を行うためR3電柱にも測点を設置した。測定内容は、列車走行時の振動測定と合わせて衝撃振動試験を実施し応答値から振動特性の検討を行なった。



3. 測定結果と考察

図-2に示す波形は、列車速度の異なる同一の電柱の波形である。波形に共振現象が220 km/hの左右動と267 km/hの前後動に現われている。また連続した高架橋のために通過後も列車振動の影響を受けているものとする。よって当高架橋においては、共振現象に着目し、構造物の固有周期を求めた。

図-3は電柱及び高架橋の最大振幅を列車速度別に表わしている。電柱の橋軸直角方向についてみると、R1電柱は、217 km/h付近で最大値を示し、R3電柱は、225 km/h付近で最大値を示す。電柱の橋軸方向については、R1、R3電柱ともに振幅は同程度である。

高架橋の橋軸直角方向について見るとR1は217 km/h付近で最大値を示すがR3は速度にかかわらず同程度の振幅となっている。橋軸方向は、R1、R3とも振幅は同程度で速度に対しても210 km/h付近から一定の値を示す。

この測定においてR1電柱橋軸直角方向の固有周期を最大振幅の列車外力(T)と同程度と考えるとその周期は0.415 SECとなる。

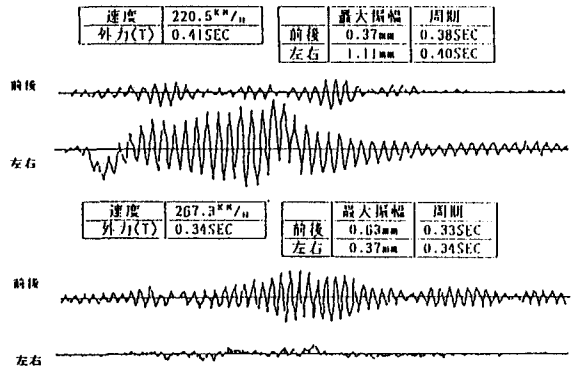
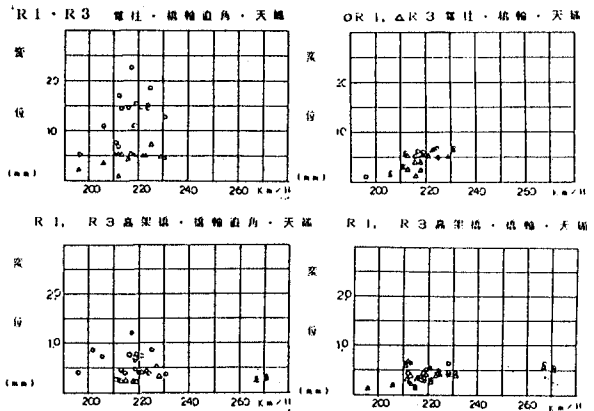


図-2 R1電柱振動



4. 衝撃振動試験

測定結果の固有振動数を表-2に示す。R1電柱の橋軸直角方向の固有振動数は、2.4Hzで列車外力が2.4Hzの列車速度は、217km/h（0.415SEC）で列車振動試験の最大振幅の周期と一致する。R1高架橋の橋軸直角方向の固有振動数は、2.5Hzで電柱と0.1Hzの差と小さい。R3橋軸直角方向の固有振動数は、電柱2.6Hz、高架橋2.4Hzと0.2Hzの差を生じている。また橋軸方向については、R3電柱がR1電柱に比べ振動数が高くなっている。R1、R3高架橋の橋軸方向の固有振動数は、10.0Hzを越えている。

5. 考察

列車振動測定及び衝撃振動測定結果よりR1電柱橋軸直角方向においては、2.4Hzの列車外力が作用した場合共振現象が現れる。R3電柱の橋軸直角方向では、列車外力は234km/hで最大振幅を示すと推定されることから共振曲線を図-4に示すとR1電柱の2/3程度の振幅となる。

また過去のデータより、R1高架橋と電柱が2.4Hzの外力を受けた場合に高架橋と電柱は共振関係にあると考える。R3電柱橋軸直角方向は、高架橋と電柱の共振よりも電柱の固有振動数と列車外力が一致した時に共振関係にあると考える。

橋軸方向については、R1電柱2.8Hzの列車速度（252Km/h）、R3電柱は3.5Hz（315km/h）と現行営業列車では共振はない。

またR1、R3の電柱の固有振動数が異なっているが、構造の固有振動数の決定の要因としては①基礎支持力②構造の大きさ（単位重量）③剛性④上部拘束力（固定、可動）であるが①④の違いによるものと思われる。

6. まとめ

以上の測定結果よりR1については、高架橋と電柱の固有振動数が近似し、列車外力により共振現象が強く現れたため他の高架橋より振幅が大きくなっていると考えられる。

R3では、高架橋と電柱に共振関係がなくR1の様に共振関係にある場合の1/2～2/3の振幅になることが考えられる。

また橋軸方向についても過去事例の天端変位量の1/6程度で現行営業列車の速度では問題ない。

表-3に列車速度と共振関係を表わすが、将来の速度向上についてR1、R3電柱の橋軸方向の共振が推定されるので今後これらの測定を引き続き行うことが必要と考える。

表-2 固有振動数・覧

位 置	橋軸直角方向	橋軸方向
R1電柱	2.4Hz	2.8Hz
R3電柱	2.6Hz	3.5Hz
R1高架橋	2.5Hz	10Hz以上
R3高架橋	2.4Hz	10Hz以上

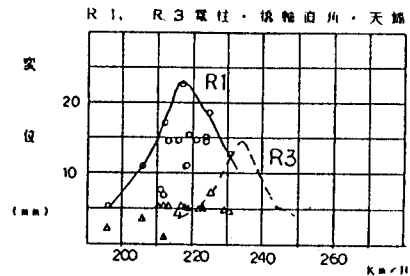


図-4 共振曲線

表-3 固有振動数と共振速度

位 置	方 向	固有振動数	共振速度(Km/h)
R1電柱	橋軸直角	2.4Hz	216 (207 ~ 225)
R1電柱	橋 軸	2.8Hz	252 (243 ~ 261)
R3電柱	橋軸直角	2.6Hz	234 (225 ~ 243)
R3電柱	橋 軸	3.5Hz	315 (306 ~ 324)
R1脚	橋軸直角	2.5Hz	225
R3脚	橋軸直角	2.4Hz	216

() 内に余裕を持たせたのは、電柱の共振現象が前後り、1Hzの範囲に見られたため。