

VI-132 壁式高架橋における電柱の振動特性(その1)

-列車走行時の振動測定試験による振動発生原因の把握-

(株)福山コンサルタント 正員 丸山 泉

J R東日本 高崎支社 小池 政男

J R東日本 高崎支社 町田 昭夫

1. はじめに

上越新幹線では昭和57年以来安定推移してきたが、昭和60年頃から壁式高架橋において電柱の振動、架空地線の振動および付属物に異常音が発生し、各種の保全措置が講じられてきた。しかしながら昭和62年、壁式高架橋部の電柱においてBGバンドが破断し、懸架されている架空地線等が垂下するという事態が発生した。本稿はこの原因を電柱の異常振動によるものと考え、列車走行時の高架橋と電柱の振動測定試験を行い、振動発生原因の究明を行った結果について報告するものである。

2. 列車走行時の振動測定試験

壁式高架橋は図-1に示す様に壁構造の柱と連続けたとを組合わせた多径間ラーメンの高架橋で、中央部に橋軸方向の水平力を受ける壁構造箱形橋台を有し、他の柱を鉛直力と橋軸直角方向の水平力のみ抵抗する壁構造の柱としたものである。したがって中央部のアバット以外の柱は橋軸方向の剛性が小さく非常にスレンダーな形状となる。この様な構造ではスラブがたわむことにより柱の天端位置に回転角が生じ易く、その回転角が電柱を揺するため、振動の発生原因としては、高架橋とりわけスラブの鉛直振動と電柱との共振あるいは、列車振動と電柱との共振などが推測された。そこで振動測定は列車走行時における、スラブのたわみ、柱および電柱の振動変位(橋軸および橋軸直角方向)、電柱付根部分の回転角について行った。なお測定には、スラブのたわみは変位計を、また柱と電柱の水平振動は加速度計を用いた。これらの測定点位置も図-1に示している。また、測定時の列車速度は概ね、240km/h、210km/h、160km/hの3段階を対象とし、電柱天端のGW支持点での拘束も可動状態と固定状態の2通りについて測定を行った。

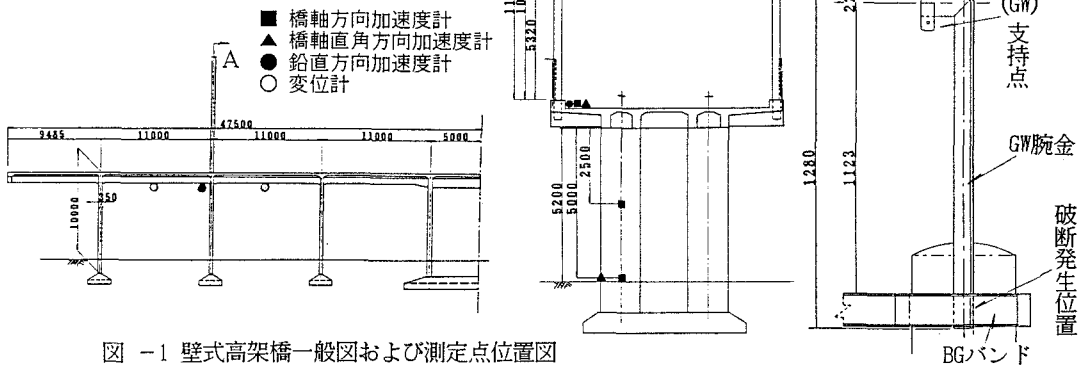


図-1 壁式高架橋一般図および測定点位置図

3. 高架橋および電柱の振動性状について

列車速度239km/hと207km/h時におけるスラブのたわみ波形と電柱天端の振動波形を図-2に示すが、振動波形は比較的滑らかな形状であり、列車速度によっては通過後も10数秒間振動が続くものもあった。また、電柱の振動の大きさは、列車速度によって異なり、図-3に示す様にGW支持点が可動状態では210km/h付近で大きくなり、速度がさらに速くなると減少する傾向を示し、GW支持点が固定状態では列車速度が上昇するのに伴って大きくなる傾向であった。これに対して高架橋のスラブのたわみおよび柱の水平振動は、列車速度に伴う変化はほとんど見られず、概ね一定の値であった。

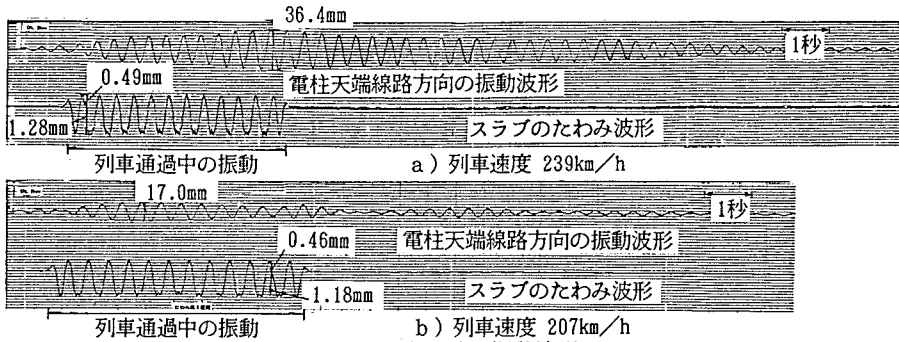


図 -2 列車走行時の振動波形

4. 振動の発生原因について

列車通過時の電柱および高架橋の振動には、列車の輪重による周期荷重の影響が含まれている。これは、列車荷重がほぼ車軸位置にインパルスが並ぶ様な特性を有しており、周期特性を持つためである。そしてこの列車の周期荷重による卓越振動数は列車速度と軸配置により定まる長さ（本調査対象の場合は車両長 25mが最も卓越する）との関係から（1）式で算定することができる。

$$F = \frac{V}{3.6L} \quad (1)$$

ここに、F：列車の周期荷重による卓越振動数(Hz)
V：列車速度(km/h)
L：軸配置により定まる長さ(m)

次に、GW支持点可動状態における電柱天端の橋軸方向の振動波形の周波数分析を行った結果を図-4に示している。図は列車速度に対する変化を見るため4列車について列車速度に比例した位置にフーリエスペクトル図を並べて示している。図中、斜線で示しているのが（1）式に示した列車荷重の卓越振動数であり、列車速度に係わらず変化しないのが電柱の固有振動数であるが、両者の振動数が重なる部分、図では列車速度212km/hでピークが他より大きくなり両者の共振が推測される。

さらに、電柱と高架橋の関連性では、① 電柱の固有振動数(GW支持点固定時 2.8Hz,可動時 2.4Hz)は高架橋の固有振動数(スラブの鉛直振動約12.5Hz)と十分離れている。② 列車走行時の電柱の振動の大きさは、列車速度によって変化するが高架橋各部の振動は一定値で変化しない。などの分析結果より、共振の可能性がないことが推測できた。

5. おわりに

以上述べた様に電柱の振動の発生原因は電柱と列車荷重の卓越振動の共振にあり、壁式高架橋では、柱厚が薄く、列車走行時に電柱付根の回転角が大きく発生するために、この様な異常振動となることが予測できた。

さらにこれらの結果は振動モデルを用いたシミュレーションによる検証を行っており、その結果は（その2）に示している。

参考文献

(1)中野, 猿谷, 山上; 壁式高架橋における電柱の振動特性（その2）

土木学会 第45回年次学術講演会 平成2年9月

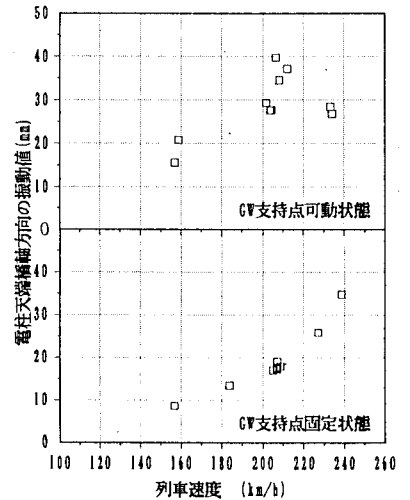


図 -3 列車速度と振動値の関係

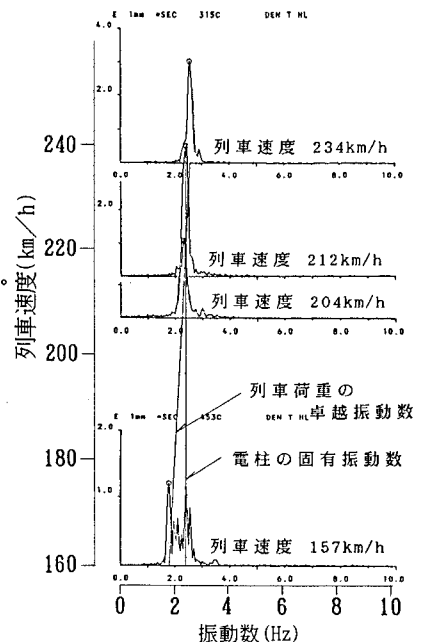


図 -4 列車速度と卓越振動数の関係