

各種道路橋の振動特性について

金沢大学工学部 正員 小堀 為雄
金沢大学工学部 正員 梶川 康男

1. ま え が き

各種道路橋の振動特性に關しては、これまでに多くの実験および解析が行なわれている。ところが新形式の橋梁か、動的に問題がありそうな場合のみ、載荷実験・走行試験・起振実験などが行なわれ、中小支間の橋梁に対してはほとんど行なわれていないのが実状である。そこで、われわれは数多く見られる中小支間の橋梁の振動特性を測定した⁽¹⁾。以下に、測定・解析法と結果を示す。

2. 測定・解析方法

測定法は図1に示す通りである。振動計は変位検出型のものを2台使用し、同時に2点の測定を行なった。他の計器(動的歪計・データレコーダー・電源バッテリー)は自動車に積み、機動性を発揮できるようにした。荷重としては、大型バスあるいは空車の大型ダンパー(重量は8~10t程度)が単独で橋梁上に載る機会を待ち、測定した。記録はA-D変換し、電子計算機によってパワースペクトルを求め、振動特性値(固有振動数・動振幅・減衰定数)を計算した。(図2参照) なお、サンプリング間隔は0.016秒、データの長さは8~16秒、最大ラグ時間は2秒を採り、窓関数としてはハミング型のスペクトル・ウィンドーを用いた。

変動波形は平均値ゼロの定常ガウス分布をもつものと考え、特性値は次のように求めた。固有振動数・動振幅の偏差については

$$\text{EQUIVALENT FREQUENCY} \quad \omega_E^2 = \frac{\int_0^\infty \omega^2 P(\omega) d\omega}{\int_0^\infty P(\omega) d\omega} = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i^2 P(I) \Delta\omega}{\sum_{i=1}^N P(I) \Delta\omega} \quad \text{---(1)}$$

$$\text{STANDARD VARIANCE} \quad \text{SGM}^2 = 2 \int_0^\infty \omega^2 P(\omega) d\omega = 2 \sum_{i=1}^N \omega_i^2 P(I) \Delta\omega \quad \text{---(2)}$$

ω : FREQUENCY (RAD/SEC)
 $P(\omega)$: POWER SPECTRAL DENSITY (CM^2)

より求め、減衰定数については、スペクトル密度が最大値の $1/\lambda$ になる振動数を f_1, f_2 ($f_1 < f_2$) として、次のように求めた。⁽²⁾

$$\text{DAMPING RATIO} \quad h \approx \frac{A}{2} \left(1 - \frac{3}{8} A^2 \right) ; A = \frac{f_2^2 - f_1^2}{f_2^2 + f_1^2} \frac{1}{4\lambda - 1} \quad \text{---(3)}$$

しかし、パワースペクトルは記録の長さが有限の場合には平滑化の影響を受け、またS/Nを向上する目的で窓関数をかけるので、一層平滑化される。従って、(3)式で計算される減衰定数は真の値よりも大きいものとなる。だが、予めこれらの原因による平滑化の影響を調べておけば補正できる。われわれが求めた補正図を図3に示す。

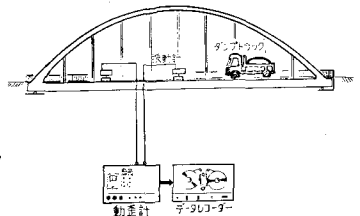


FIG.1 MEASUREMENT METHOD
A-D変換機

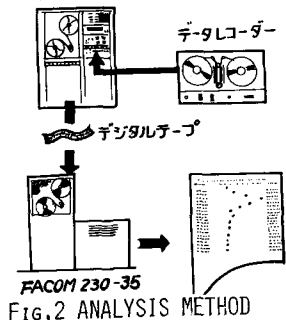


FIG.2 ANALYSIS METHOD

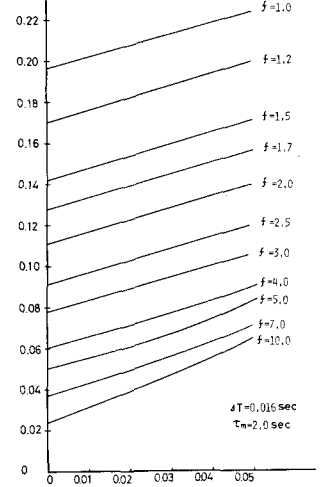


FIG.3 CORRECTION GRAPH

パラメーターは固有振動数である。

3. 結果

図4.~7.に諸特性の関係を示す。なお、図中の記号は、次に示す橋梁形式を表わしている。

R; ランガー桁 S; 単純桁 P; プレベーム GS; ゲルバー桁(吊部)
 L; ローゼ桁 C; 連続桁 CT; 連続トラス GF; ゲルバー桁(鉸着部)
 A; アーチ T; 単純トラス GTS; ゲルバートラス(吊部) GTF; ゲルバートラス(鉸着部)

なお、図7.の E_d は次式で表わされる1秒間に失われた振動エネルギーの率を表わすもので、振動数と減衰との関係を表わす一要素として考えて見たものである。

$$E_d = 1 - \exp(-4\pi f h) \text{ ----- (4)}$$

<参考文献> (1) 小堀・梶川 「道路橋の振動とその振動感覚について」

土木学会第27回年次講演会, E-192 昭和47年

(2) 田中・吉沢・森下 「地震時における実在建物の周期と減衰」

東京大学出版会「相関函数およびスペクトル」Ⅲ-5.

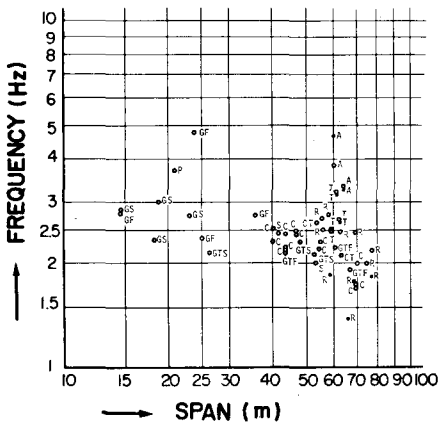


FIG.4 FREQUENCY AND SPAN

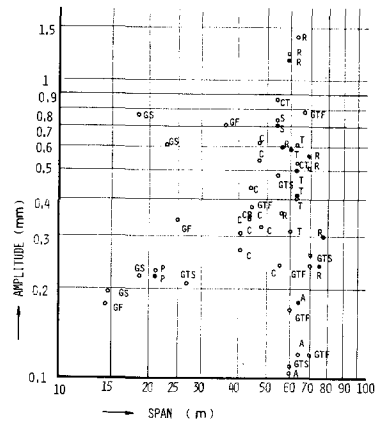


Fig.5 AMPLITUDE(2*SGM) AND SPAN

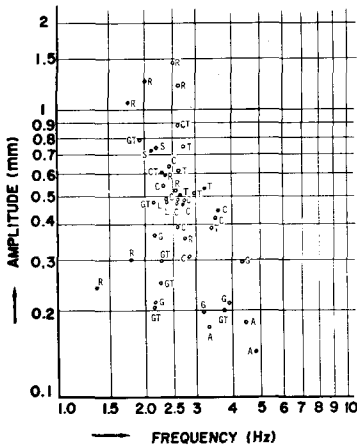


FIG.6 AMPLITUDE(2*SGM) AND FREQUENCY

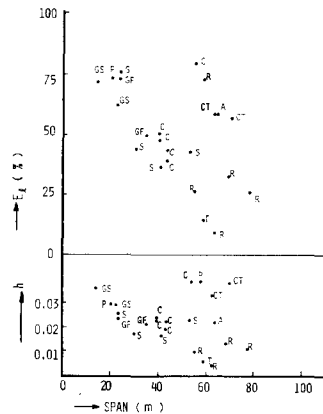


FIG.7 DAMPING OF SEVERAL BRIDGES