

§1 実験の目的

地盤の常時微動を利用して、対象物の固有振動特性を測ろうとする事は、以前から行われていることである。たとえば、地表層の固有振動は、地盤の卓越周期を知るため常時微動を測ることによって知り得るが、地盤上にある構造物はその振動減衰性が小さいため固有振動が不規則振動時にも顕著に現れるという特性を利用して、固有振動数はかなり容易に知り得る。しかしながら、振動減衰率を常時微動測定結果から知ることは、その解析方法とも関係してなかなか難かしい。本研究では、その常時微動を適当に解析して振動減衰率数が得られないものか、得られない理由は何か。もし駄目ならば何か常時微動の使い道はないものか等と研究したものである。

§2 常時微動の測定

測定対象とした構造物は i) 単橋 ii) 多径向高架橋の二種である。

i) の単橋は、図-1 に示したニールセン系ローゼ橋で、その諸元は、支間 130 m、幅員 9.5 m であって、既に起振機を用いた振動実験によって、減衰率も含めた固有振動特性は知られている。常時微動は、橋梁道路面各点の上下動と橋台上の上下動と主として同時測定した。その特長ある測定結果を示したのが、図-2 である。

図-2 は、上下動換振器を $\frac{l}{2}$ 点、支間 $\frac{l}{4}$ 点、 $\frac{3}{4}l$ 点に置いた場合の結果であって、換振器出力は変位である。ごく普通に想像される振動性状は、 $\frac{l}{4}$ 点と $\frac{3}{4}l$ 点が $\frac{l}{2}$ 点を中心に逆対称に振動するが、または対称に振動するのである。ところが、図-2 から知られるように、一種の唸り現象が生じて、 $\frac{l}{4}$ 点が振幅が大きい時は、 $\frac{3}{4}l$ 点の振幅は小さくというように $\frac{l}{2}$ 点を境に振動エネルギーをやりとりしながら唸りと繰返しているという現象が認められた。

解析方法

解析は、データの読取り誤差その他の影響が小さくなるといわれるクロス・スペクトル法を用いた。すなわち、橋梁上の微振動を、橋梁への入力ととした場

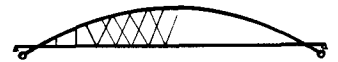


図-1 測定アーチ橋

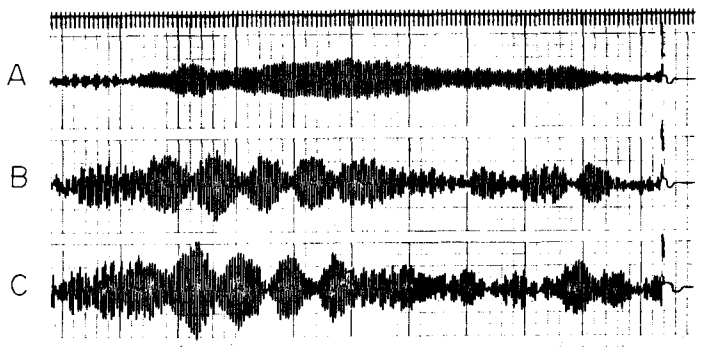
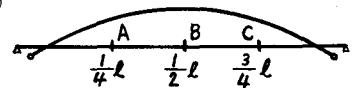


図-2 振動変位記録

合、クロス・パワースペクトル $S_{xy}(j\omega)$ 、入力のオート・パワー・スペクトル $S_{xx}(\omega)$ から橋梁の動特性 $H(j\omega)$ を求めようとするものである。

$$H(j\omega) = \frac{S_{xy}(j\omega)}{S_{xx}(\omega)} \quad \text{----- (1)}$$

(1)式により計算された結果の一例が図-3、4に示してあるが、クロス・スペクトルはまだ見られるとしても、振動特性に関しては、全く何だかわからない。この原因は次のようなものと考えられる。

(i) 入力として橋台上の振動を採用したが、橋台の振動は橋梁への入力だけでなく橋梁の固有振動の影響を強く受けており、(1)式の $S_{xx}(\omega)$ の中に y の成分すなわち固有振動成分が多く含まれているため(1)式による場合、固有振動のピークが強んど現われず、図-4のように誤差ばかりという結果に終わったものと思う。

(ii) さらに、このような微小振動を扱う場合、入力として、地盤の常時微動のみを考えればよいがどうかも疑問である。風によってなかなか振動することもあると考えなければならぬ。

(iii) このようなことを考えると、常時微動測定により、構造物の動特性を求めするためには、入力は白色雑音と仮定し、通常のオート・パワー・スペクトル法により求めるのが適当ではないかと思う。

(iv) 最後に、この研究の最も重要な結論としては、構造物に対する常時微動測定の応用は、構造物の分解された動特性を知ることはなく、地震とか、風とか複雑な入力が入力した場合、どのように振動するかをわかってもらうにある。

多径方向橋梁の振動

(iv)の結論の応用として図-5のような多径方向の橋軸直角方向振動を測り、同じような構造の隣接径間では、ほぼ同一の振動を測っていることが分かった。

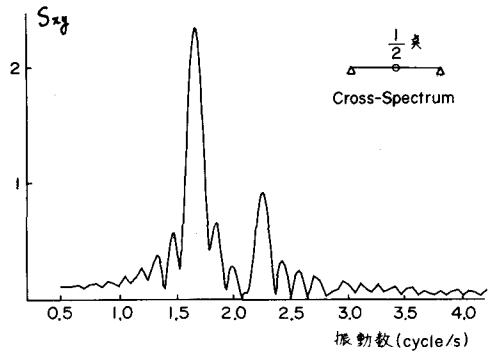


図-3 アバットメントと $\frac{1}{2}$ 尺の振動のクロス・スペクトラム

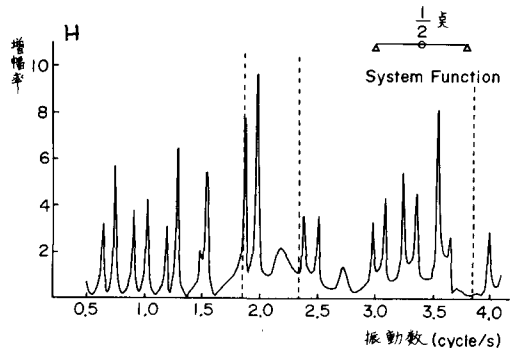


図-4 $\frac{1}{2}$ 尺の振動特性 (クロス・スペクトル法)

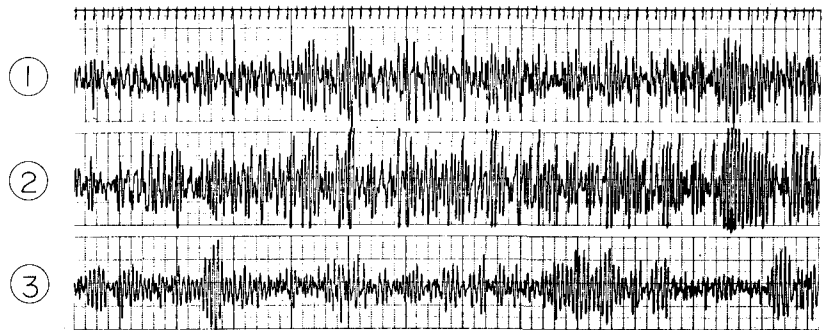
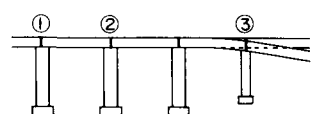


図-5 隣接橋桁の振動 (橋軸直角)