

日本鋼管(株)・技研 正会員 北川 貴一
京都大学・工学部 正会員 白石 成人

1. まえがき

一様流中の2次元物体の渦励振応答を、実験によって得られた空気力に関する諸定数を用いて、強制振動的手法によって推定する。ここで対象とする応答は、静止物体のストローハル数より定まる共振風速付近に発生する応答であって、低風速励振、剥離渦励振等と呼ばれている共振風速の $1/2, 1/3, \dots$ 等の風速域で発生する応答は除外する。昨年度の土木学会年次学術講演会では、円柱、角柱についての計算結果を報告^(*)したが、本年度は、より偏平な断面について同様の手法を展開する。

2. 応答推定法

1自由度線形系に強制外力 $F(t)=(1/2)\rho V^2 \tilde{C}_L B \exp(i2\pi ft)$ が作用する場合を考える。作用周波数 f は物体の振動振幅 x_0 に依存する量であるとする。円柱、角柱の場合には、物体の振動の影響で後流幅が広がり、 $f=St\cdot V/[H\{1+c(x_0/H)\}]$ とし、ばね支持振動実験結果図1(a)に示すように、単一のパラメータ c で表わすことができた。^(*) 偏平な断面の場合、図1(b)のような変化を示し、パラメータ c のみで表わすことができないので、 $f=St\cdot V/[H\{1+c(x_0/H)+b(x_0/H)^2+a(x_0/H)^3\}\dots(1)]$ として応答を推定する。ここで、 ρ ; 空気密度, V ; 風速, V_r ; 無次元風速($=V/f_0H$), f_0 ; 固有振動数, $\tilde{C}_L$; 静止物体に作用する変動揚力係数, B, H ; 物体の幅と高さ, St ; 静止物体のストローハル数であり, a, b, c はばね支持振動実験結果より定める。

3. 実験および計算結果

(1) 対象断面形

今回、対象とした断面は、矩形(Type-R)の他に図2に示すType-S, Type-Tで、これらの断面寸法比を以下に示す。

Type	B/H	B/C
R15, 30	1.50, 3.00	—
S40	4.00	4.19
T23~55	2.34, 2.77, 3.77, 5.52	2.25
T40	3.98	2.28

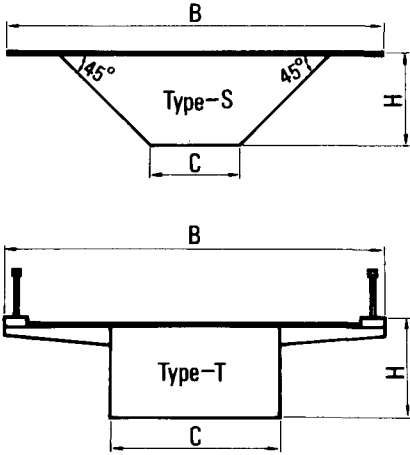
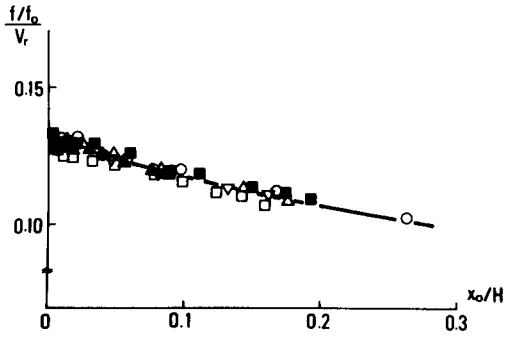
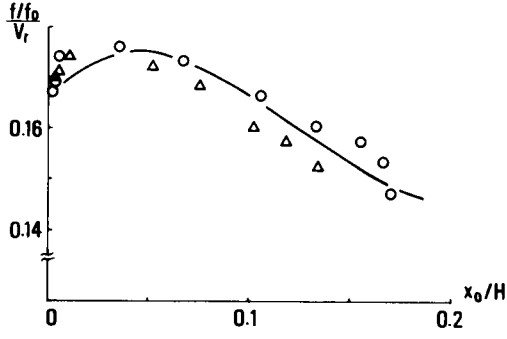


図2 対象断面形



(a) 正方形断面(R10)



(b) 長方形断面(R30)

図1 振動振幅に対する振動数の変化

(2) 振動数の変化

図1(b)と同様に、ばね支持振動実験より得られた振動振幅に対する振動数の変化に曲線を当てはめ、図3にその結果を示す。ここで、曲線の当てはめは、必ずしも図1(a)のようにはならず、式(1)による当てはめには無理な場合もあるが、振動振幅に対する振動数の変化に対する一応の傾向と考えればよいと思われる。また、振動振幅が小さくなった場合には、静止物体に対して得られたストローハル数に一致するはずであるが、一致しない場合もあり、そのような場合には、振動物体の結果を優先させて曲線を当てはめている。振動振幅に対する振動数の変化には、円柱 (Type-C)、角柱 (Type-R10~R20)、Type-S40 のように、振動振幅の増加に対して単調に減少するタイプ、角柱 (Type-R30)、Type-T38~T55 のように、増加して減少するタイプ、Type-T23~T28 のように増加するタイプがある。ただし、図から考えて、Type-T23~T28 では、より大振幅で振動数は減少すると考えた方が妥当なように思われる。

(3) 応答

風速に対する振動振幅および振動数の変化の例を図4(a), (b)に示す。図4(a), (b)は、それぞれ、Type-R30, Type-T55 の結果である。記号は実験値、曲線は計算値、 $V_{r(re)}$ は共振風速 ($=1/St$) を示す。振動振幅の大きさに関して、これらの図では実験値と計算値は比較的良好に合っているが、今回対象とした断面の中には図4程合っていないものもあった。しかし、共振風速とずれた風速で振動振幅のピークが現われる点や、風速の増加に対して振動振幅が急激に大きくなるか、徐々に大きくなるか等、応答の特徴は実験値と比較的良好に合っていると思われる。

したがって、便宜上、静止物体に作用する変動揚力が、振動物体に対してもそのままの大きさで作用し、その作用周波数が物体の振動の影響を受けて変化すると仮定した強制振動的な手法によって、斜張橋断面のような偏平な断面でも、共振風速付近に発生する応答の推定が可能であると考えられる。

4. あとがき

本手法では振動の影響を表わすパラメータ $a \sim c$ を振動実験結果より定める必要があるため、現時点では振動実験を行っていない断面の応答推定はできない。しかし、構造減衰、重量等が実験時と異った場合の推定は可能であり、工学上、一応のメリットはあるものと思われる。

今後、共振風速付近以外の風速域で発生する応答、パラメータ $a \sim c$ と物理現象との対応等について研究を進める予定である。

参考文献

(*) 第38回土木学会年次学術講演会, I - 278

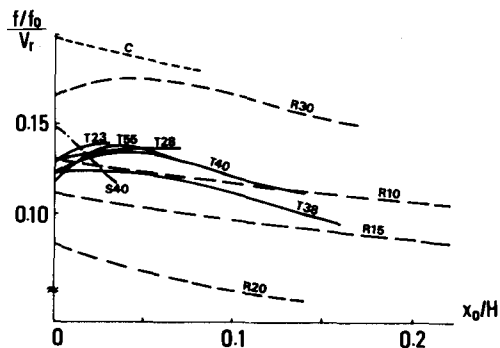


図3 振動振幅に対する振動数の変化

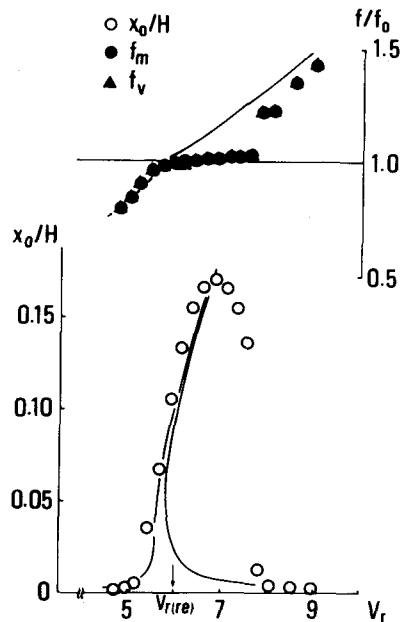


図4(a) 応答 (R30)

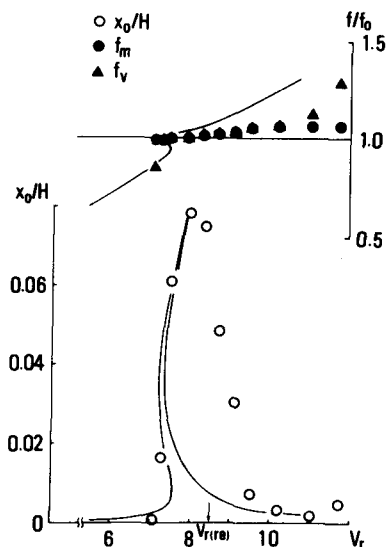


図4(b) 応答 (T55)