

九州大学応用力学研究所 正員 中村泰治

正員 吉村 健

渡辺公孝

本研究は、簡単な形状の吊橋断面につき、2自由度フラッタにおよぼす前後縁スポイラならびに中央分離帯の影響を風洞実験により調べたものである。

1. 2自由度フラッタの分類

われわれの研究¹⁾によれば、糸へのエネルギー流入形式の差によって、吊橋断面の2自由度フラッタを3つの型に分類することができる。具体的には、 $\beta = 2$ 自由度フラッタにおける対数発散率； $\beta_1 =$ 見掛けの振り中心を固定した振り1自由度系の対数発散率 とするとき、

- | | | | |
|-----|----------------------------------|-----|---------|
| (1) | $\beta - \beta_1 \gg \beta_1$ | ならば | クラシカル型 |
| (2) | $\beta - \beta_1 \simeq \beta_1$ | ならば | 中間型 |
| (3) | $\beta - \beta_1 \ll \beta_1$ | ならば | 振り1自由度型 |

として、その分類²⁾実行される。その際、フラッタの型は風速によって異なることに注意せねば。

2. 実験結果と考察

風洞実験は、弦長 $= 2b = 40 \text{ cm}$ の2次元平板を基本とし、これに軽い発泡スチロール板を貼付け、色々な断面に変形させた。振りおよび曲がり固有振動数 $= f_0$ 。および $f_{h0} \doteq 3.2 \text{ Hz}$ および 1.6 Hz ； $\frac{2m}{\rho b} \doteq 300$ 、 $\frac{2I}{\rho b^3} \doteq 200$ であった。設定迎角は0であり、実験中、平均迎角の変化は小さく、高々 0.5° であった。

図1～図3は、それぞれ、断面比6%および22%の矩形断面柱ならびに9%比のH型断面柱に対する結果であるが、上記の3つのフラッタを示す例としてあげた。図中、縦軸は対数発散率および見掛けの振り中心位置を示し、横軸は無次元風速 $\bar{V} = \frac{V}{f_0 b}$ で、 f_0 は発振中の振り振動数 ($< f_{h0}$) である。また、図中、1点鎖線は、適当な軸位置を固定し、風速をかえて振り1自由度振動の対数発散率を求めたものである。 β_1 は、これらのデータをクロス・プロットして求められる。煩雑を避けるため、以下の図ではこのような操作を省略し、単に

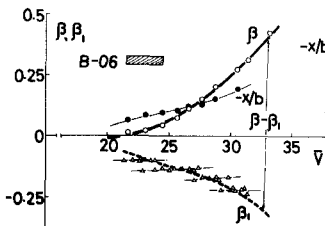


図1 6% 矩形断面柱

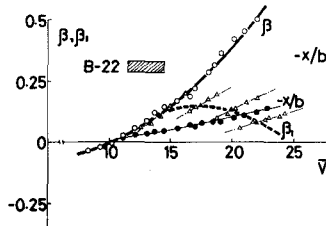


図2 22% 矩形断面柱

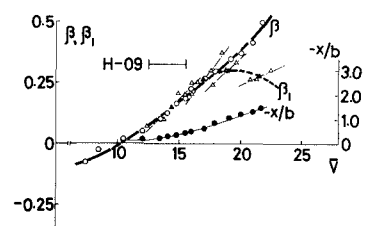


図3 9% H型断面柱

β_1 の測定値のみを記す。3つの図に於いて β と β_1 の関係に注目された。図1は明らかにクラシカル型フラッタである。図2と図3では、風速が増大とともに、2自由度フラッタは捩り1自由度型より中間型を経て、クラシカル型へと移行して行く。また、図2と図3は、異なる断面比をもつ矩形断面柱とH型断面柱がほぼ同一のフラッタ特性をもつことを示す。このことから、同じ断面比の上記2種の断面を比較すると、H型断面柱の方がはるかに有効 *bluffness* が大きく、捩り1自由度型フラッタに早く移行するようになる。

図4の(1)は、断面比6%の 平板+ストリニカ 断面柱の結果である。

図1と比較すればわかるように、平板+ストリニカ 断面柱のフラッタ特性は矩形断面柱のそれとほとんど変わらないのである。この模型に対して、前後縁に1%高のスポイラを取付けると驚くべき効果をもたらす。図4(2)のようになる。すなわち、わずかな高さのスポイラ取付けで限界風速の著しい低下をまじ、限界風速近傍では捩り1自由度型フラッタへ移行するのである。このとき、図4の(1)と(2)とを比較すると、スポイラ取付けにより、 β_1 に著しい変化を生じ、 $\beta - \beta_1$ はほとんど変化しないことは興味深い。このような変化が前縁はくりバブルの拡大（および後縁はくりバブルの出現）によることは疑いがない。

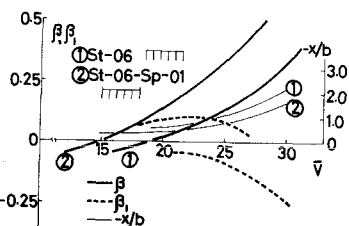


図4 平板+ストリニカ 断面柱

さて、中央分離帯はどのような場合に有効であろうか？ 図5の(1)と(2)は、前述の 平板+ストリニカ 断面に、それぞれ、3%および6%高の中央分離帯を取付けたものである。すなわち、分離帯の効果は、まず、クラシカル型フラッタに対して大きく、限界風速の著しい増大がみられる。その効果はきわめて特徴的であって、3%高の分離帯は β_1 のみに初め、 $\beta - \beta_1$ に対してはほとんど作用しない。これに対して、6%高の分離帯は、 β_1 に対する効果もさることながら、 $\beta - \beta_1$ に対する効果も著しいのである。

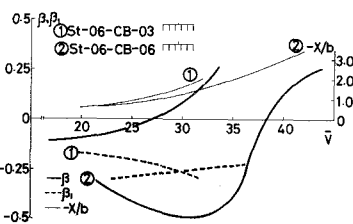


図5 平板+ストリニカ 断面柱
と中央分離帯

さらに、この模型にスポイラを付けた場合についてその効果は著しく、限界風速はきわめて大きくなった。6%断面比の矩形断面柱に対する分離帯の効果は図5と同様であった。しかし、図6に示すように、比較的大きい断面比（22%）に於いてその効果は小さい。図2と図4の(2)とは、フラッタ特性が類似するにもかかわらず、中央分離帯の効果に大きな差があることが問題として残る。また、H型断面柱についていえば、6%比の断面柱に対する分離帯の効果は著しく、9%比の断面柱に対しては図6と同様に小さい。このような中央分離帯の作用機構の詳細については、前縁はくりバブルの大きさが関係すると思われる。近く流体力学観察を行う予定である。その結果については、講演当日に発表したい。なおこれによ、本研究の成果は、吊橋の耐風設計に有用な指針となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 中村泰治, 吉村 健; 吊橋断面の2自由度フラッタについて, 土木学会論文報告集, 第226号, 1974年6月, pp.13~20.

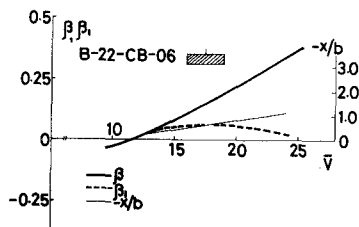


図6 22%矩形断面柱と
中央分離帯