

三菱重工長崎研究所 笠口展宏 正 坂田 弘 田中博喜
 〃 広島研究所 桑野研一 〇正 西谷晴光

1. まえがき

風が迎角をもって吊橋に吹きつける時のフラッター限界風速は、風の流れが、吊橋断面からハフリするために、失速状態となり、クラシカルフラッターと異なる。飛行機の場合に、この現象が輪じられ、研究されてきたが、失速フラッターの限界風速は、クラシカルフラッターの限界風速よりも、大巾に下がる。この問題について、前回報告でも、簡単にふれて、実験結果を報告したが、今回は、失速領域での現象を、トラス形吊橋断面と、箱形吊橋断面の場合を例にとり、検討する。

2. 非定常空気力

流れが失速している場合は、失速のない時の非定常空気力と、大巾に異なった空気力を生ずる事が多く、また、それらの空気力を、理論的に推定する事は困難である。吊橋の場合は、水平風の状態で、すでに失速をする断面形状もあるが、水平方向と 10° で吹き上げるような風の中では、ほとんどの吊橋が、失速した流れになる。このように、失速した場合の非定常空気力を求めるのは、理論的には、不可能である以上、実験にたよる外はない。我々は、文献(1)で紹介したような方法で、トラス形及び箱形断面吊橋模型を使用して、風が迎角 10° で、吹き上げる場合の非定常空気力を計測した。その一例を図に示すが、流れが、失速しているために、空気力は複雑な周期函数となった。これに対しては、文献(2)でも取り扱っているように、フーリエ級数に展開して、その第1項のみをとった。図1、2は

トラス形及び箱形断面吊橋

が回転振動をしている時の非

定常空気力の位相差 β である。

これを失速のない平板の理

論計算値〔文献(3)〕と比較す

ると、図1、2からわかるよ

うに、失速のある時は、振動

数により位相差が、大巾に変

わる。また、振動の振巾によ

っても、非定常空気力は、異

なっている事がわかる。

3. 失速フラッターの特徴

空気力の項でも述べたように、失速フラッターでは、振動の振巾によって空気力が、異なるのでフラッター限界風速も振巾によって異なってくる。トラス形の場合の振巾と風速の関係を図3に示す。即ち、実験模型は、ある風速で急に振巾 2° の振動を始めるが、それから風速を増すと、振巾はそれにつれて増加する。逆に、風速を下げると振巾は小さくなっていくが、振巾 2° で急にフラッターを停止する。また、この時のフラッター現象は、ほとんど振り振動のみで起り、振動数は、振りの固有振動

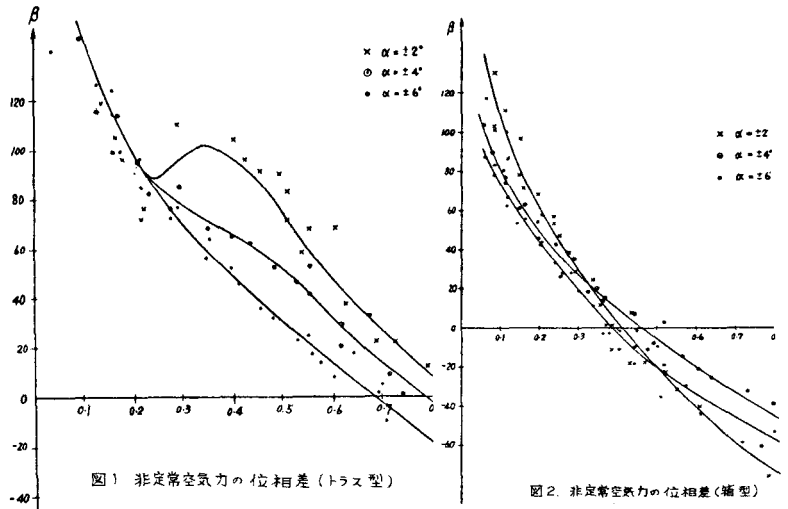


図1 非定常空気力の位相差(トラス型)

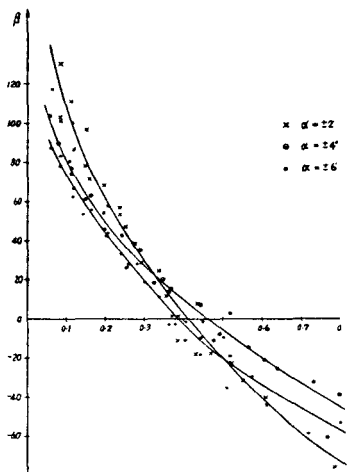


図2 非定常空気力の位相差(箱型)

数に接近している。このように、交連フラッターは、ある風速で換り振動が持続し、又、フラシカルフラッターの場合のように、ある風速以上で、振巾が危険に増加して発散するとなうようなことはないが、フラッター限界風速は、交連のない場合よりも低下するのが普通である。

4. 吊橋の構造特性とフラッター

構造量が、フラッター限界風速に及ぼす影響を調べるために、試みに吊橋の重量と回転慣性モーメントを、種々変化させて計算したものが、図4である。これによると、振動数を一定とした場合の危険風速は、重量の大きい方が安定になる傾向を有している。次に、模型実験によるフラッター限界風速と実橋の危険風速の関係を調べるために、二次元模型により求めた非定常空気をを用いて、三次元模型のフラッター限界風速を計算し、それに実験結果を記入したものを図5に示す。この図をみると、実験値は、計算値と精度よく合っており、二次元的に求めた非定常空気がよりフラッター限界風速が推定できると差える。そこで、実橋の場合の構造量(箱形断面の場合： $\mu=6.876$, $\nu=1.435$ トラス断面の場合： $\mu=33.741$, $\nu=6.55$)を、実験に使った模型の構造量(表)と比べると、その値は大きく相異している。これは、小さな風洞内での実験では、いろいろな制約条件のために、実物と模型を相似させる事が困難である事を物語っている。本実験では、図4にも示したように、実橋と比較すると、 μ , ν ともかなり大きい領域での実験をしている事になる。それ故、

実橋の危険風速の推定にあたっては、その構造特性を使用し、別途、フラッター計算をする必要がある。

6. おすび

以上述べたように、交連フラッターの場合は、フラシカルフラッターと異なるが、本方法により、吊橋の危険フラッター限界風速の推定も可能と思われる。

参考文献 1. 笠口, 坂田: 日本航空学会誌 Vol.13 No.133

2. 笠口, 坂田, 西谷: Vol.14 No.146

3. Theodorsen T & Garrick: General Theory of Aerodynamic Instability and the Mechanism of Flutter NACA Report 496 (1935)

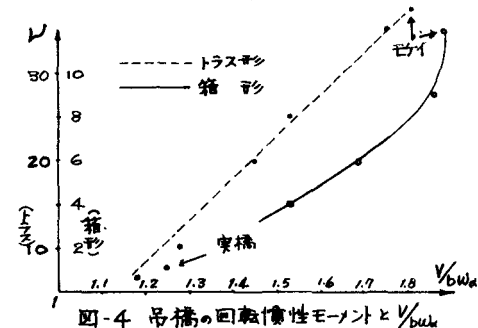
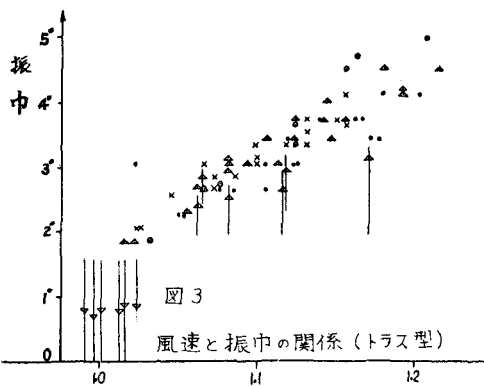


図-4 吊橋の回転慣性モーメントと V/V_{bulk}

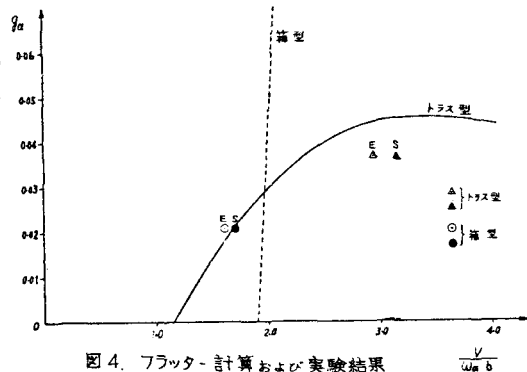


図5 フラッター計算および実験結果

	トラス形	箱形
b	40 mm	56.5 mm
ω_{d1}	24.1 $\frac{Rad}{sec}$	32.8 $\frac{Rad}{sec}$
ω_{d2}	64.7 $\frac{Rad}{sec}$	57.2 $\frac{Rad}{sec}$
M	0.0454 $\frac{kg \cdot sec^2}{m}$	0.0385 $\frac{kg \cdot sec^2}{m}$
I_x	$4.01 \times 10^{-5} \frac{kg \cdot sec^2}{m}$	$5.09 \times 10^{-5} \frac{kg \cdot sec^2}{m}$
μ	72.29	30.71
ν	39.91	12.67
g_a	0.0361	0.0366

表, 実験に用いた模型の構造量

記号説明:

ω_{d1}, ω_{d2} ... 曲げと

換りの1次振動数

M... 単位質量

I_x ... 回転慣性モーメント

$\mu = M / \rho b^2$

$\nu = I_x / \rho b^4$