

京都大学工学部 正員 白石 成人
 京都大学工学部 正員 松本 勝
 三井造船 正員 ○井上 浩男*

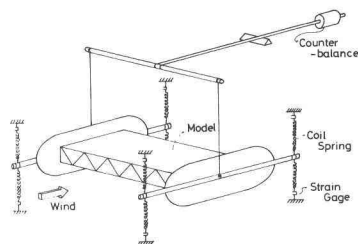
1. まえがき

一般に構造物のフラッター振動現象において、その限界風速および応答特性は、風の迎え角の違いにより変化することが知られている。ところで、自然風における迎え角は、地形・地物の影響を受けて変化しやすく、長大橋梁になれば、スパン方向に一様ではない迎え角を有する風が作用することも考えられる。そのため、橋梁全体としての耐風性を考慮する場合、その橋梁断面の迎え角の変化に対する応答特性のみならず、スパン方向に対して部分的な迎え角を持つ風が作用する時の応答特性についても検討を加える必要があるように思われる。本研究では、迎え角が正の場合（吹き上げ流）に着目し、本州四国連絡橋吊橋一案断面（部分模型）を用いて、迎え角の変化がその空力応答特性に及ぼす影響について実験を行ない、さらに乱流境界層中に設置された平板三次元模型について、部分的な吹き上げ流が作用した時の応答特性についても実験を行なった。以下に、それらの風洞実験の結果を報告し、2・3の考察を加える。

2. 風洞実験

○部分模型実験

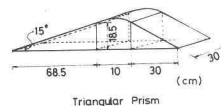
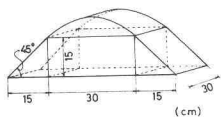
模型は、図-1に示すように模型重量平衡装置により、水平にバランスをとって支持し、その応答は、コイルスプリング端にとりつけたストレインゲージにより検出した。迎え角は、模型の支持状態を変えず同じ振動形を促すように、風洞底面に傾斜面を設けることにより与えた。傾斜面は、模型近傍上・下流方向に約4mを有するもので、底面となす角度を 0° から 10° まで 2° おきに変わて実験を行なった。なお、風速の測定はピトー管を用いて行ない、迎え角はX型熱線風速計により算出した。



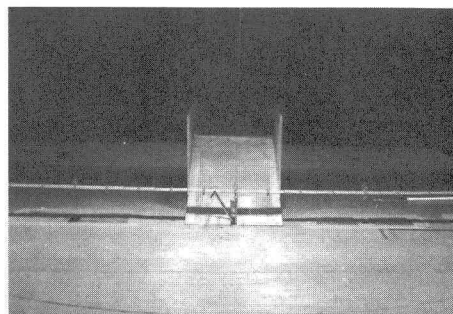
(Fig. 1)

○平板三次元模型実験

鋼製のラーメン型フレームに、水平に3本の平行なワイヤーを張りわたし、そのワイヤーに幅5cm、長さ10cm、厚さ2.5mmの木製平板18枚と金具で取りつけた模型を用いた。応答は、スパン $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ 点にそれぞれフィロスプリングを取りつけ、その端のストレインゲージにより検出した。部分的な吹き上げ流については、図-2に示す2種類の二次元プリズムを模型下方底面に設置して模型に部分的な吹き上げ流が作用するようにし、プリズムの種類と位置を変えて実験を行なった。乱流境界層については、風洞内上流部に、アルミ製曲線平板による乱流境界層発生装置を設置した。これにより海上における自然風をある程度シミュレートしうられる。風速については、ピトー管により平均風速を読み取った。実験の状況の一部を写



(Fig. 2)



(Photo. 3)

Dimension of Model	Sectional Model	Three Dimensional Model
Mass per Unit Length (kg/sec/m)	0.4897	0.0267
Mass Moment of Inertia (kg-sec ²)	0.181×10^{-1}	0.192×10^{-4}
Span Length (m)	0.93	1.85
Chord Length (m)	0.34	0.05

(Table 4)

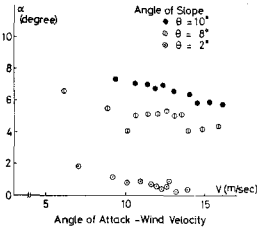
した。乱流境界層については、風洞内上流部に、アルミ製曲線平板による乱流境界層発生装置を設置した。これにより海上における自然風をある程度シミュレートしうられる。風速については、ピトー管により平均風速を読み取った。実験の状況の一部を写

真一に示す。(部分模型
および平板3次元模型の諸
元を表一に示す。)

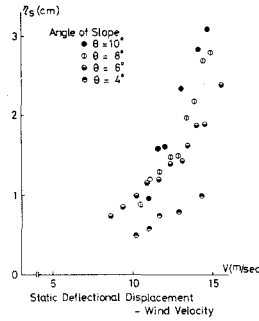
3. 結果および考察

・部分模型実験

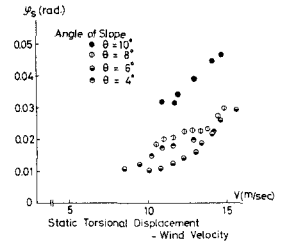
前述の装置により発生し
た迎え角の模型前方 20cm
の点での測定結果を図-5
に示す。迎え角(α)は、い



(Fig. 5)



(Fig. 6)



(Fig. 7)

ずれも傾斜面設定角度(θ)より小さく、また、風速が
増加するにつれて減少する傾向にあるように思われる。
以下に示す応答特性については、上記の特性を有する
吹き上げ流によるものであり、一樣な迎え角を有する
ものとは意味が異なることを注記しておく。フラッター
限界風速については、従来のものとあまり大きな変
化はなく、傾斜面設定角度が $2^\circ \sim 4^\circ$ で減少し、以後
は設定角度の増加とともに限界風速も増加する傾向を
示した。応答特性としては、図-6, 7に傾斜面設定角
度と静的変位の関係を示す。図-8, 9には、傾斜面設
定角度が 0° と 10° の場合について、定常振動振幅と静
的変位およびその和を示す。これによると静的変位も
定常振動振幅と同程度の値を示している。フラッター
開始風速と終止風速の間で応答はヒステリシスを示し
ているが、その大きさは設定角度が増加するにつれて
減少する傾向を示している。さらに、たわみの定常振
動振幅についても同様に減少する傾向を示している。

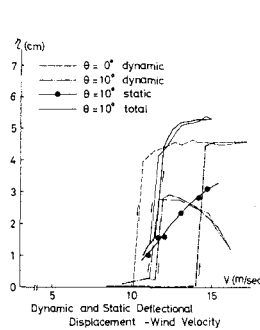
・平板3次元模型

実験は、6種類の場合にフリて行われたが、その
振動物理量を表-10に示す。応答特性については、そ
の一部を図-11, 12に示す。今回の実験は、乱流境界層
中で行われたため、フラッター限界風速以下の風速
でも小振幅の非定常振動がみられた。応答はヒステリ
シスを有し、プリズムを置いた場合の方が、その大き
さは小さく、部分模型実験により得られた結果と同様
の傾向を示しているように思われる。

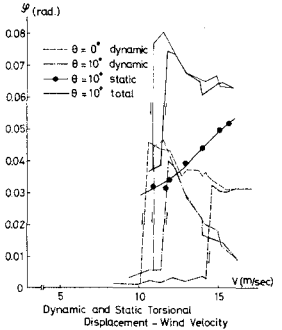
以上、今回の実験において、上述の手法により、
迎え角に対する α の応答特性を得たのであるが、

今後、迎え角の与え方、相似則、模型断面形状などに改良を加えて研究をすすめていくことが望まれる。

最後に、本研究の推行にあたり、終始、熱心に御指導下さいました京都大学工学部小西一郎教授に感謝の意を
表します。(※京都大学工学部研究生)



(Fig. 8)

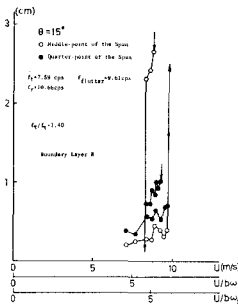


(Fig. 9)

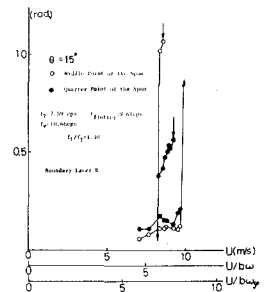
Shape of Prism and Setting Point	Natural Freq. of 1st Sym. Mode		Ratio of Damping Ratio		Freq. in Flutter		Flutter Critical Velocity	V_{cr}/U_{∞}
	η	ψ	Natural Freq.	of 1st Sym. Mode	η	ψ		
45°	Not Placed	7.82	10.61	1.36	0.00688	0.0416	9.65	6.58
	Mid Point	7.82	10.61	1.36	0.00688	0.0416	9.55	6.01
	Quarter Point	7.69	10.73	1.40	0.0133	0.0462	9.60	6.14
15°	Not Placed	7.59	10.66	1.40	0.0133	0.0470	9.63	6.60
	Mid Point	7.59	10.66	1.40	0.0133	0.0470	9.61	6.25
	Quarter Point	7.59	10.66	1.40	0.0133	0.0470	9.61	6.42

b: Half Chord Length
 ω : Circular Freq. in Flutter

(Table 10)



(Fig. 11)



(Fig. 12)