

1. 内容と目的

矩形あるいはH型断面柱等の曲がりあるものは捩りうず励振を調べると、断面比と迎角の特別な組合せでは、物体背後に明瞭なうず列が観測され、なお、励振の生じない場合と時として経験する。このことを調べるために、傾斜平板の曲がりおよび捩りうず励振にも風洞実験を行なった。傾斜平板は、fore body および after body がともに平面であり、したがってうず励振においては、はく離突の振動の影響が支配的であり、他の部分の振動の影響が小さいと考へらる。ただし、実験の結果、励振力が他の物体に比してきわめて小さく、うず励振が生ずる場合でも励振風速域の非常に狭いこともわかった。実験はつぎの2つよりなる。(1) 曲がりうず励振——流れに直角に振動する平板につき、平均迎角を $\alpha = 90^\circ \sim 20^\circ$ まではめて実験を行なう。この場合、2つのはく離突の流れ方向の相対位置がかわることに特徴がある。(2) 捩りうず励振—— 90° 平板につけて、捩り軸位置と平板中心線に沿って前後に移動させ、軸位置のうず励振におよぼす影響を調べる。この場合は、2つのはく離突が流れ方向に同一位置にあるものの、その振動モードが軸位置により異なることに特徴がある。

2. 実験装置

風洞の測定部寸法は、3m(高さ)×0.7m(よこ)×2m(長さ)である。模型の支持には、平行板はねとコイルはね(曲がり実験)、または十字板はねとコイルはね(捩りの実験)が併用された。平行あるものは十字板はねは運動の拘束に利用され、永の剛性はコイルはねにより調整された。供試模型の諸元を表1に示す。模型の変位検出は、それぞれ、平行および十字板はねに貼ったストレーンゲージにより、また、うず放出振動数は、後流の適当な位置におかれた熱線プローブ⁽¹⁾によった。

	Bending	Torsion
弦長 h	30 cm	15 cm
スパン l	65.5 cm	65.5 cm
端板径 D	50 cm	50 cm
振動数 f_0	4.15 Hz	3.38 -- 4.50 Hz
減衰率 δ_0	0.012	0.010 -- 0.012
$(2m/g^{1/2}l)\delta_0$	0.64	0.49 -- 1.66
$(2l/g^{1/2}l)\delta_0$		

Table 1

3. 実験結果と考察

図1にストローハル数と迎角の関係を示す。後流の速度変動は、 $\alpha = 90^\circ \sim 40^\circ$ の範囲できわめて規則正しく、 $\alpha = 30^\circ \sim 20^\circ$ の範囲において若干規則性が損われるものの、なお、うずの存在は明瞭であった(図2) 模型寸法が風洞測定部の高さに比して大きいので風洞壁干渉が無視でき、たとえば、 $\alpha = 90^\circ$ におけるストローハル数の測定値は既往の実験値 $S = 0.145$ に比べて若干大

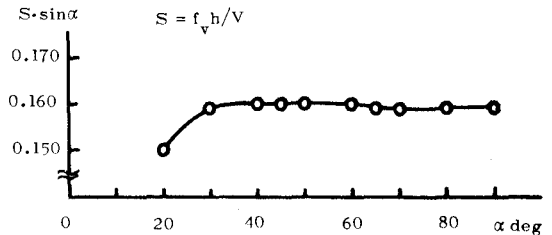


Fig. 1

き。(捩りの実験では、このことを考慮して模型弦長を15cmにかえた。) 振動実験においては、 $\alpha = 90^\circ \sim 50^\circ$ の範囲で典型的なうず励振が認められ、限界風速の近傍で、振動振幅は次第に増大して安定なリミットサイクルに達した。(ただし、多くの場合、振動は自然に発生せず、微力加振を行って始めて発散振動を呈した。) $\alpha = 45^\circ \sim 40^\circ$ の範囲では、限界風速近傍で微小な小振動がみられたものの、 $\alpha = 90^\circ \sim 50^\circ$ でみられたような典型的な発散振動は観測されなかった。 $\alpha = 30^\circ \sim 20^\circ$ の範囲では、振動は限界風速近傍で、リミットサイクル減衰を示した。図3に限界風速近傍における振動の最大(片)振幅の変化を示す。図4はオシログラフの代表例である。

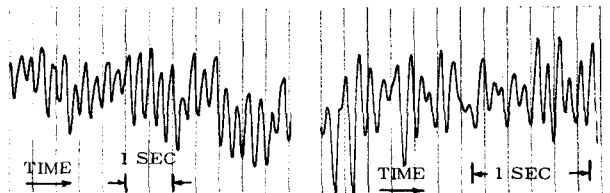
(a) $\alpha = 80 \text{ deg}$, $V = 8.00 \text{ m/s}$ (b) $\alpha = 30 \text{ deg}$, $V = 6.98 \text{ m/s}$

Fig. 2

90° 平板の振り軸位置を下流側より上流側に移動させ、図3と同様にうず励振の最大(片) 振幅の変化を求めたものが図5である。図5に明らかなように、軸位置の影響はきわめて大きい。 $X/h \geq 0$ (下流側) では自然に発散し安定なリミット・サイクルに達する励振が観測されたが、 $X/h \leq -0.25$ では微小の小振動のみがみられた。なお、軸位置が無限下流あるは無限上流に移動すれば、平板の振動は並進運動に一致することにした。すなわち、曲げの実験結果より、軸位置が充分上流側に移動すれば再び典型的なうず励振が出現するであろう。

Abernathy & Kronauer (J.F.M., 13, 1962, 1) によれば、2列の shear layer の安定性に、擾乱の位相が大きい影響をおよぼす。通常、うず励振における2つの離れは、antisymmetricな振動を行なっている。つまり、流れ方向に同一位置にある離れは、任意の位相をもつ振動を仮想するとき、このような離れの振動、とくにその位相がうず励振に大きい影響をおよぼすことは想像に難くない。きわめて単純であるが、離れの流れ方向の位置が異なれば、同様な効果を期待できる。(図6) また、軸位置とは離れの振動モードを明示すれば図7 a, b のようになる。図7 a, b のパターンは、Abernathy & Kronauer の線型解析における減衰および発散モードに似ていることは興味深い。冒頭に述べた矩形断面柱等では、平板と異なり、after body の振動の影響が必ずしも無視できないであろう。平板に因る上記の簡単な考察がどの程度、矩形断面柱等に適用できるか、目下検討中である。

おわりに、本実験は、応用力学研究所渡辺公彦、清田武人および九州大学大学院学生江村榮博の3名の協力によることと記し、謝意を表す。

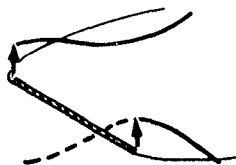
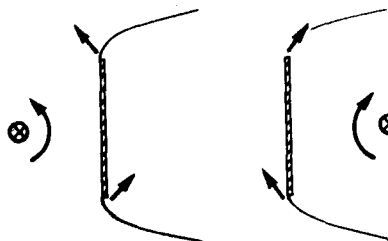


Fig. 6



(a) Stable

(b) Unstable

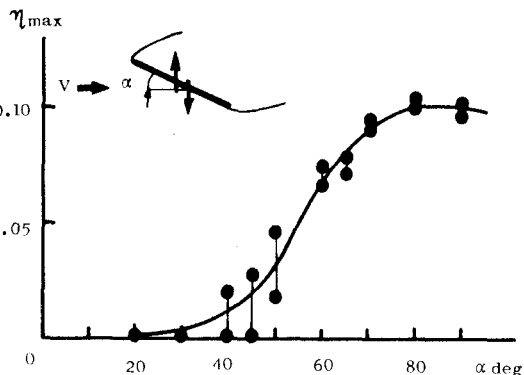
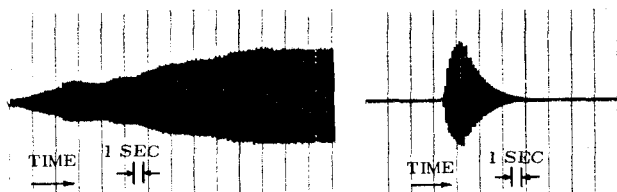


Fig. 3



(a) $\alpha = 80 \text{ deg}$, $V = 7.58 \text{ m/s}$ (b) $\alpha = 30 \text{ deg}$, $V = 4.11 \text{ m/s}$

Fig. 4

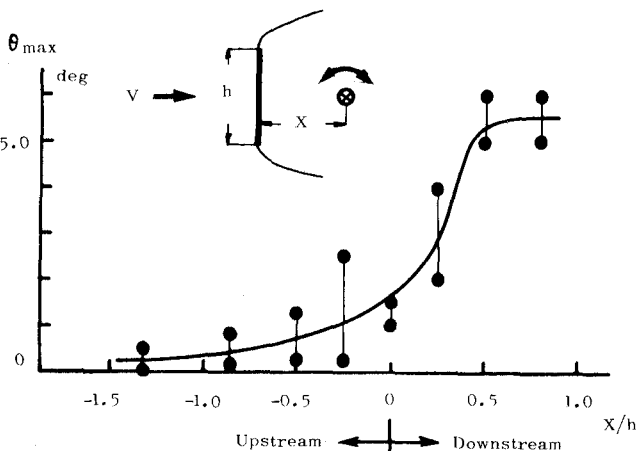


Fig. 5

Fig. 7