

矩型断面の渦励振動に関する実験的研究

京都大学工学部  
 京都大学工学部  
 京都大学大学院  
 京都大学大学院  
 京都大学大学院

正員 白石 成人  
 正員 松本 勝  
 学生員 高口 秀和  
 学生員 斎藤 恒範  
 学生員 武内 隆文

1. まえがき

本研究は、構造断面の背後に発生する周期渦に起因する渦励振動現象を調べるために、その第一段階として、矩型1:2断面を対象としていくつかの風洞実験を試み、考察を加えたものである。なお、対象断面を矩型1:2断面としたのは(1)渦励振動の発生する限界風速が Strouhal 数より定められる限界風速  $V_{cr}$  の低であることすなわち、明らかに、断面の振動と流体パターンの間の相互作用が強い断面と考えられること、(2)今後更に扁平な矩型断面についての研究の第一段階となること等の理由による。

2. 実験内容

風洞実験に使用した矩型1:2断面の部分模型の諸元は表-1に示す通りである。

MODEL	SPAN RATIO	SPAN LENGTH	$m$	$I$
RECTANGULAR 1:2	15:30	9.3	0.810	0.0280

自由振動実験

二次元一様流中で風の傾斜角を変化させた場合にその応答特性にどのような変化がみられるかを調べる。次に一様流中にくらべて、可変翼を用いて風洞気流に周期的変動特性を与えたときの応答特性にどのような変化がみられるかを調べる。

後流渦測定実験

渦励振動現象を解明するには、発生誘因とみなされる後流渦の性状を把握することは不可欠である。このよう観点から断面を強制的に正弦波動的振動をさせた場合に強制振動と断面背後の速度変動を測定しその両者の関連性を調べる。この強制振動実験に対応して、模型を固定させて周期的変動流を作用させることにより得られる後流渦の性状を強制振動実験の結果と比較する。

3. 実験結果と考察

(1)従来の実験結果と同様に、矩型1:2断面ではたわみねじれ振動ともに  $V_{cr}$  付近での限定振動、ほぼ  $V_{cr}$  からの発散振動と二つの不安定域が存在する。

(2)たわみ振動において、迎え角が  $8^\circ \sim 10^\circ$  の時に急激に応答特性が変わり、他方(A-V-5)図より  $V_{cr}$  付近に内在する不安定性が理解できる。(図-3参照)

表 1

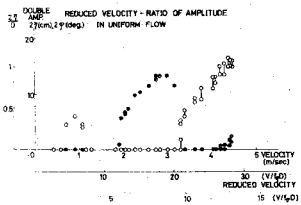


図 1

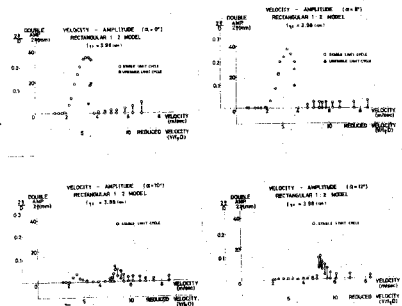


図 2

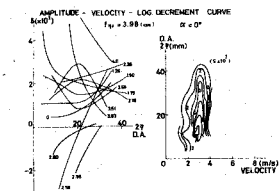


図 3

(3) 周期的変動流の振動数がたわみの固有振動数とほぼ一致する場合、たわみ振動は全風速域においてbeat現象がみられるが、振幅の大きさはあまり変らぬ。変動流の振動数がたわみの固有振動数からはずれると応答に変化がみられ安定化効果を及ぼす。一方、ねじれ振動に関しては、著しい振動振幅の減少はみられていない。

(4) 模型を固定させて周期的変動流を作用させる実験と一様流中で模型を強制加振させる実験とは準定常理論によれば相対的に同一と考えられるが、図-5に示すようにほぼ同様の結果が確認できる。

(5) 加振振幅の変化により後流の性状は変り、加振振幅の大きさにより後流の性状は、静止ストローハル領域、加振振動数成分のみ卓越する同期領域、ストローハル成分と加振振動数成分がともに存在する部分ロッキング領域、さらに日野・金子<sup>(4)</sup>の報告による高次のロッキング現象も特に加振振幅の大きい場合に認められる。(図-6,7)

(6) 強制振動においては、図-5に示すように $1/2V_{cr}$ から $V_{cr}$ に渡って同期領域が継続しており、一方自由振動では、模型の振動数が固有振動数に一致する“frequency locking”領域は $1/2V_{cr}$ の近傍および $V_{cr}$ からというように離散的に現れ、渦励振動においては同期領域が励振の生ずる領域と対応しないことがわかる<sup>(2)</sup>。この相違に関しては、feedback systemにおける流体の振動パターンと空気力との位相遅れが重要な問題と考えられよう。

#### 4. 今後の課題

(1) 後流渦の測定において、今回は振動系と流体系とのfeedback systemの成立しない強制振動時の測定であったが、feedback systemの成立する自由振動時の後流渦の測定も行ない、今回の結果と総合すれば振動振幅の発達過程とそれに対応する後流渦の性状の変化の把握ができるよう。

(2) 強制振動実験において非定常空気力を測定し、後流渦と非定常空気力との位相差あるいは応答との位相差等を考慮することは、渦励振動のmechanismを解明するための重要な課題とらう。

最後に本研究を進めるにあたり多大の御協力といたいただいた岡南博士、岸本章士、池本祐一部各氏に深く感謝の意を表します。

参り日野・金子「振動平板と後流渦の干渉」工学会論文報告集第193号

2) 中村 構造物のうす励振と同期現象、構造物の耐風性に関する第三回シンポジウム

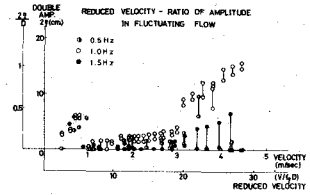


図 4

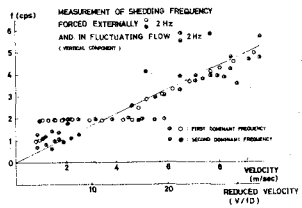


図 5

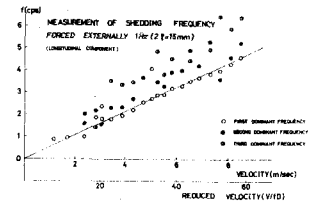


図 6

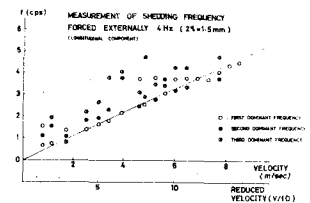


図 7