

京都大学大学院 学生員 岸 明信
 京都大学工学部 正 員 松本 勝

京都大学工学部 正 員 白石 成人
 京都大学工学部 正 員 白土 博通
 大 阪 市 正 員 横田 哲也

1. まえがき 構造物の空力振動特性のうち渦励振はフラッター振動等の破壊的な発散振動ではないが、部材疲労、構造物の使用性などに多大な影響を及ぼす。しかし、渦励振の発生機構は十分に把握されておらず、渦励振に対する安定な断面や有効な制振対策を選定する上で、その発生機構の解明が必要である。渦励振の励振機構には、物体の振動による周辺の流体パターンが変化し、その結果物体に作用する空気力が変化し、これが物体の振動励起力となるという自動的要素を有しており、物体系と流体系が連成系をなしているものといえる。本研究では、渦励振における物体振動の影響に対して検討を加えるために、矩形断面を対象に振れ中心を断面中心から偏心させた場合の振れ1自由度系渦励振特性について応答及び非定常圧力特性より考察を加えた。

2. 実験概要 本研究では、1:4矩形断面模型を風洞内に水平に設置し、振れ1自由度ならびに曲げ1自由度支持を行った。Fig. 1に示したように、振れ中心をNo.1~No.7まで変化させて、迎角が 0° となるようにカウンターウェイトを付加している。また、カルマン渦の影響を除去するため、No.7, No.8では断面後流にスプリッタープレートを設置した実験も行った。断面周りの圧力特性は、模型表面に設けられた圧力孔により測定した。

3. 実験結果及び考察 Case No.1(Fig.2)とNo.7(Fig.6)は、共に前・後縁が同相で振動する断面である。渦励振応答図において、それぞれに応答のピークが2つずつ認められ、第1の渦励振の発現風速は、曲げ1自由度の前縁剥離型渦励振の発現風速と同じである。位相特性も後縁での圧力の位相遅れが 360° となりその特性を示している。(Fig.8, Fig.11) 高風速側のピークは共振風速にあり、カルマン渦が励振力に対して支配的であると考えられる。No.1とNo.7では前・後縁の振幅比が逆転しており前・後縁での剥離特性が大きく異なる。応答振幅にも顕著な相違が期待されたが、ほぼ同一の値を示し前・後縁の振動特性のうち卓越した影響を持つものはないと判断される。Case No.2(Fig.3), No.3では振れフラッターが発現した。前・後縁の振幅位相は逆相で、No.2では共振風速で応答ピークを迎えた後、すぐに振れフラッターに移行し渦励振と振れフラッターが混在している。また、共振風速では位相差に大きなばらつきが認められる。(Fig.9) Case No.4(Fig.4, Fig.10)は、前縁剥離型の振れ渦励振の特性を示している。共振風速においてわずかの応答ピークが認められ、応答波形図にもみられるように、定常振幅には至らないもののビート状の応答波形が定常的に現われ、カルマン渦の影響がうかがわれる。Case No.5(Fig.

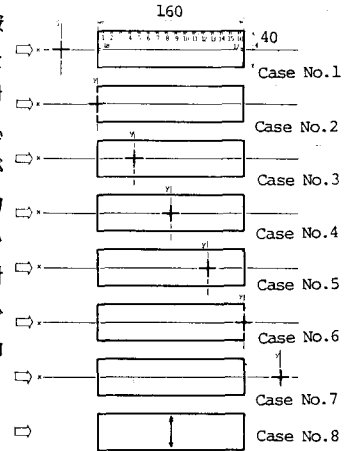


Fig.1 断面図

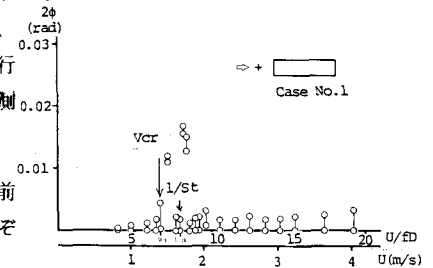


Fig.2 応答図 (Case No.1)

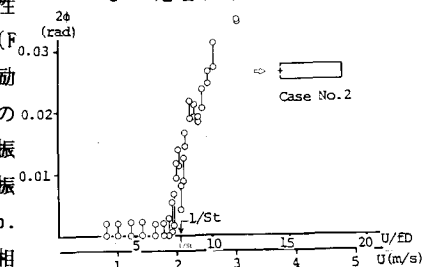


Fig.3 応答図 (Case No.2)

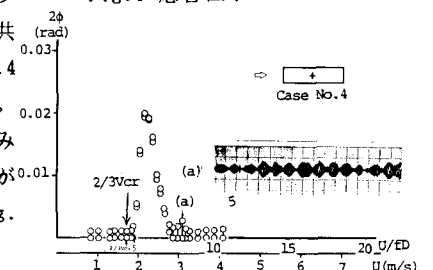


Fig.4 応答図 (Case No.4)

5), No.6 では、前縁剥離型曲げ渦励振の発現風速で渦励振が発現し、共振風速において応答ピークを迎えている。また、No.2(Fig.3), No.3 でみられた振れフラッターは、この場合発現しない。これは振れフラッター時のエネルギー供給が前縁側よりも後縁側でなされるために、振れ中心が断面中心より下流側に位置する場合には発現しないものと思われる。Case No.8(Fig.7, Fig.12) は、典型的な前縁剥離型の曲げ渦励振の特性を示している。応答曲線は鋭いピークを有さず、かなりの凹凸があり、カルマン渦との強い干渉が予想される。No.3を除いて全ての断面で何らかの形でカルマン渦の影響がみられた。全ケースの内No.7, No.8 において断面後流にスプリッタープレート挿入して、カルマン渦の影響を除去した。その結果No.7(Fig.6) では第2の応答ピークが消失し、最大応答振幅は2倍以上に増加している。これは、カルマン渦が破壊されることにより、断面の振動に起因した変動空気が増大したものと考えられる。No.8(Fig.7) でも、最大応答振幅が約2倍に増大した。1:2矩形断面の曲げ渦励振に対するスプリッタープレート挿入実験において応答に変化がなかったと報告されているが、1:2矩形断面では前縁剥離型渦励振の発現する風速 $Vr=4\sim 6$ と共振風速 $Vr=1/St=12.5$ が離れていたためにカルマン渦の影響を受けておらず、物体振動のみによって流体系が規定されていたものと判断される。

4. 結論 本研究では、振れ中心を偏心させることにより渦励振特性における物体振動の影響を検討した。流れの場を規定する要因として①物体振動、②カルマンの安定条件 の2つが考えられる。振れ中心の位置によっては、両者が独立するケースや混在するケースが認められた。この場合、②の要因を制御することによって①の特性が強められ、応答特性にも反映されることが確認された。前・後縁で剥離特性の異なる断面の応答比較から前縁剥離型渦励振の励振メカニズムにおける前縁部と後縁部近傍の流れは共に重要な役割を果たすものと判断される。

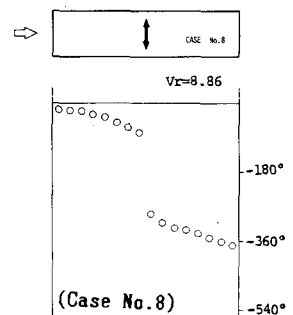
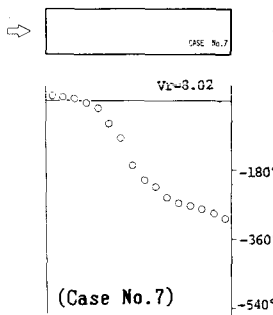
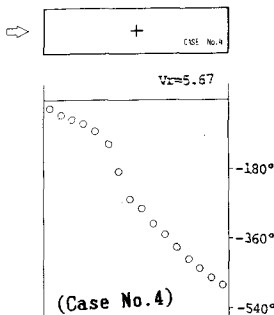
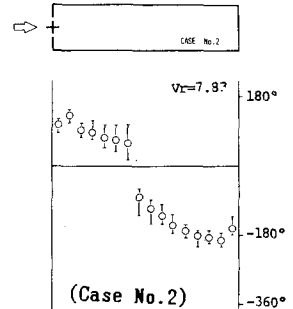
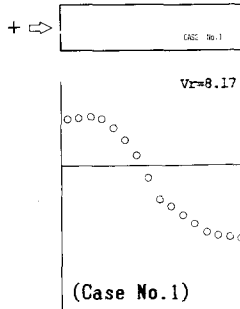
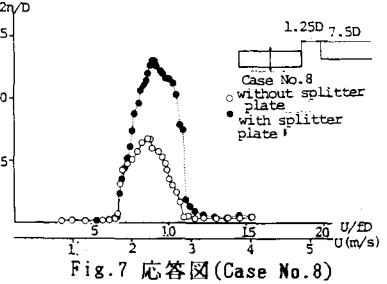
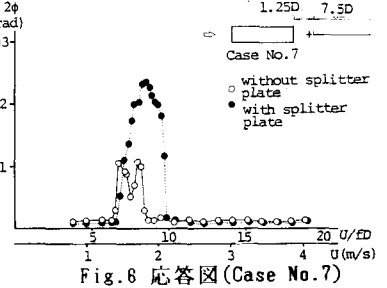
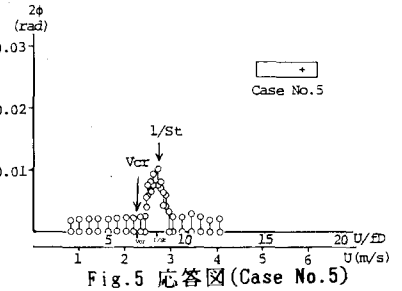


Fig.10 非定常圧力位相図

Fig.11 非定常圧力位相図

Fig.12 非定常圧力位相図