

東京大学	正員	伊藤 学
東京大学	正員	宮田利雄
日本鋼管	正員	○ 藤沢伸光

1. まえがき 一様流中で、流れに直角に並進振動する正方形断面に作用する変動揚力を、周波数領域から見ると、物体の振動と同じ振動数を持つ成分(非定常空気力)と後流渦の振動数を持つ成分(渦力)に大別できる。前者については既に報告した。⁽¹⁾ 主な結論は a) V_{cr} (=渦との共振風速)で最大となる。b) 振巾 $\zeta_0 \geq 0.053$ では V_{cr} より低風速側に第2のピークが生じる。c) V_{cr} より僅かに高い風速で、変位との位相差 β が急変する。d) これらの特性は、物体の振動振巾に著しく依存する 等である。一方、後者については、前稿では全揚力の r.m.s 値による推測に止まった。本稿では、変動揚力をスペクトル解析した結果を用いて渦力に対する考察を加える。実験方法、記号等は前稿と同じである。

2. 変動揚力のスペクトル密度 図1の a, b, c に変動揚力のスペクトル密度を示す。横軸が振動数、紙面に直角な方向が V_r を表わす。縦軸はパワー・スペクトル密度を表わすが、見易いように、各 V_r ごとに適当なスケールとしてある。 $\zeta_0 = 0.013$ の場合、全ての V_r において、渦力のパワーが卓越している。また、その振動数は風速と良い線型関係にある。前稿で、この振巾では、 V_{cr} において非定常空気力が大きなバラツキを示し、渦の同期現象は生じていないと見られることを報告したが、スペクトルには特別な変化は認められない。この問題に関しては、周波数領域からのアプローチが有効でないことが伺われる。 $\zeta_0 = 0.1$ の場合も、 V_r が比較的大きい領域では渦力が卓越しているが、 V_r が低下して V_{cr} に近付くと、非定常空気力が急激に増加し、渦力は相対的に減少する。 V_{cr} 付近ではパワーが1尖に集中し、渦の同期現象が生じたことを示している。同期域と非同期域の境界付近では、渦力の値が減少するだけでなく、ピークの中が広がっており、渦の発生周期が物体の振動の影響を受けて変動しているものと思われる。風速が V_{cr} より低くなると、一旦渦力と見られる成分が現われるが、 $V_r < 6$ では再び消滅する。これを V_{cr} における同期現象と同一視して良いかどうかについては、更に検討が必要であるが、変動揚力が物体の振動と同じ振動数の成分しか持たないという意味で、広義の同期域と呼ぶことにする。振巾が更に大きい $\zeta_0 = 0.2$ では V_{cr} より低風速側は、全てこの広義の同期域になっており、渦力は観測されない。

3. 空気力係数 非定常空気力の絶対値 C_l 、渦力 $C_{l,s}$ 及び全揚力の r.m.s 値 $C_{l,rms}$ を空気力係数の形で図2の a ~ e に示す。図2の a は静止時のものであるが、便宜上、横軸は振動実験時の加振振動数を用いて、換算風速で表示した。また、 $\zeta_0 = 0.013$ の場合は、空気力が小さく信頼できる値が得られなかったため、渦力は省いた。図2の a, b から、 $\zeta_0 = 0.013$ の場合の $C_{l,rms}$ は静止時とほとんど変らない。前述のスペクトル解析と合せると、この程度の微小振巾の場合、渦力は物体の振動の影響をほとんど受けないものと言える。 $\zeta_0 \geq 0.053$ の場合、渦力の表示のない部分は、同期現象が生じていることを示している。但し、 $\zeta_0 = 0.053$ で $V_r < 3$ の場合については、空気力が極めて小さいため、広義の同期現象が生じているかどうかは確認できなかった。図から、 V_{cr} における同期域と高風速側の非同期域の境界付近では、前稿で r.m.s 値から推測した通り渦力は非定常空気力に対して相対的に減少するだけでなく、絶対的にも減少しており、この領域では同期現象は生じていないものの、渦力が物体の振動に著しく影響されていることが明らかである。しかし、 V_{cr} より低風速側の非同期域における渦力に関しては、 V_r に近付いた時の挙動が $\zeta_0 = 0.053$ の場合と $\zeta_0 = 0.1$ の場合では異なった傾向を示しており、今後、更に検討が必要である。

4. 渦の振動数 図3は、同期していない場合の、渦の振動数と V_r の関係を示したものである。振巾が小さい場合は同期域が狭く、また非同期域の渦の振動数は、風速とほぼ比例関係にある。しかし、振巾が増加すると、同

期域が広がるだけでなく、同期域より僅かに風速が高い部分で振動数が高くなる傾向が認められ、この領域では物体の振動の影響が渦の発生周期にも及んでいることが判る。

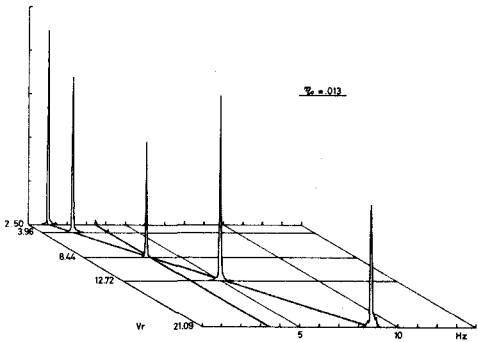


図1-a

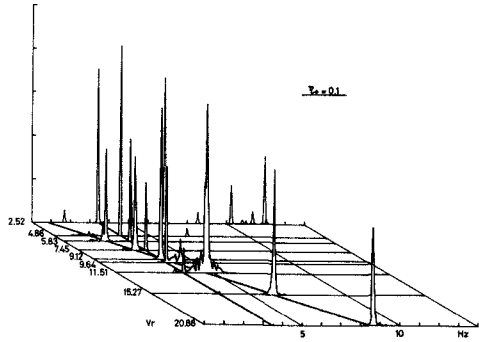


図1-b

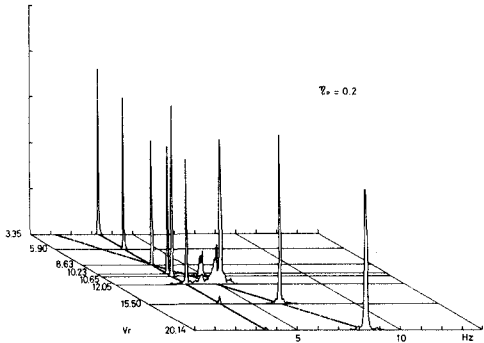


図1-c

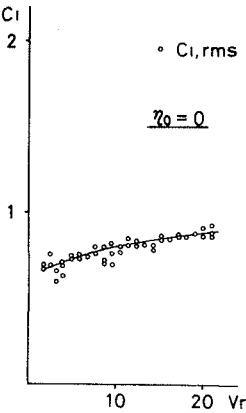


図2-a

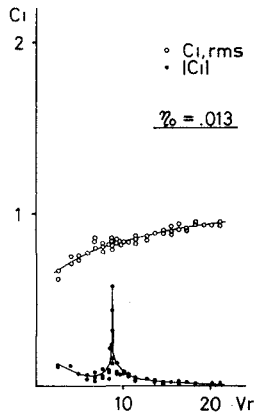


図2-b

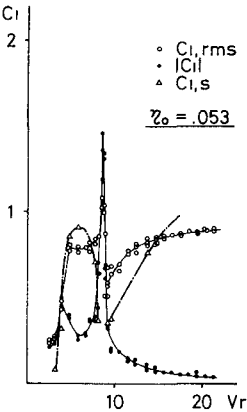


図2-c

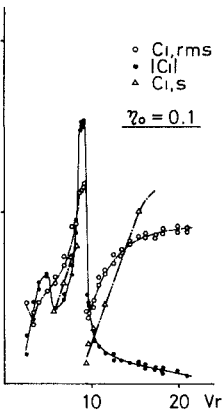


図2-d

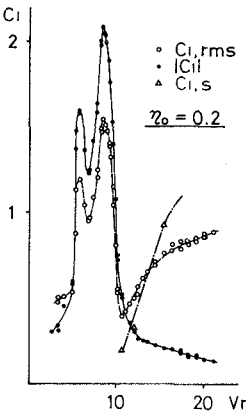


図2-e

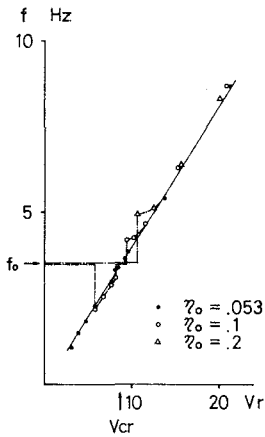


図3

参考文献 1) 振動する正方形断面に作用する空気力の特性 伊藤, 宮田, 藤沢
土木学会第30回年次学術講演会講演概要集I