

熊本大学工学部 正会員 ○田代幹修

学生員 伊藤信行

1. まえがき 波動場に置かれた円柱に作用する流体力の特性を知るために着目し可視化により流れの様子を調べてきた。本研究はその時発生する振動流特有の複雑な渦の発生を揚力と対応させて振動流の流れの機構を説明しようと試みるものである。

2. 実験方法 流れの可視化は トレーサーに銀粉を用いモータードライヴカメラを使用した。また写真に渦をとらえ易くするために円柱を静止流体中で正弦振動(振動最大速度 115 cm/sec , 振幅 26 cm , 周期 $3.0 \sim 0.7 \text{ sec}$)させた。円柱の振動管(直径 3.2 cm , 高さ 7.9 cm)は 高さ 8 cm , 幅 70 cm , 長さ 110 cm の場で移動する。円柱に作用する力は揚力と抗力を同時にロードセルスコで検出した。

3. 実験結果と考察

① 渦と揚力の対応 図1は S/d (半周期間における円柱の移動距離と円柱の径との比) $= 5.0$ $T = 1.16 \text{ sec}$ の場合の写真からのスケッチと検出した揚力を示している。円柱に一番近い渦によ、そのみ円柱回りに循環を生じさせるとするば揚力のピーク①, ④, ⑤はそれぞれ A, B, C の渦によ、て生じていると考えられる。この様に揚力のピークから渦の発生はある程度説明できる。

② S/d による影響 渦の発生パターンは S/d (または k -数) によ、て変化する。 S/d の増加とともに渦の個数もふえていく。それを揚力のパターンで示したのが図3 A, Bである。振動1周期間に揚力の振動が1 cycle であ、たのば S/d の増加とともに3 cycle またはそれ以上にふえようとしている。揚力の振動数の変わり目は $S/d = 1.5$ と 5 ほどの様にふさいピークが生じている。以上の様に渦のパターンは S/d に大きく支配されるが、同じ S/d でもパターンが刻々と変化する場合がある。これは揚力のうなり現象として説明できる。

③ うなり現象 同じ S/d でもパターンの変化する場合として $S/d = 5, T = 1.16 \text{ sec}$ の場合の図4に示されている。これは $1.5 < S/d < 4$ でよく出現する図5のⅠのパターンと $4 < S/d < 6$ でよく出現するⅡのパターンがあり、かつまたⅠ, Ⅱのパターンはそれぞれ上下逆、裏表逆の場合もあるので計4つのパターンが交互に現われる。その入れかわる時は瞬間的に変らばいで対称渦の発生するパターンを通過するのでこの時揚力は小さく零となる。図はⅠからⅡへ移、ている揚力である。

表1は うなり現象の包絡線の節と腹の比である。対称渦の発生する S/d の小さい時は うなりはばなく S/d が大きくなる程小さくなる。実験した周期では $T = 0.9 \sim 1.9 \text{ sec}$ あたりで小さくなる傾向がある。うなりの周期は不規則だが $5 \text{ sec} \sim 10 \text{ sec}$ ぐらいである。

④ 周期の影響 上述のうなりのうなりへの影響の他に、揚力のピークのずれに關係している。つまり周期が長い程 対応するピークの位相よりばやくなる。渦の剝離に影響を及ぼしていると思われる。また揚力と抗力の比は 図-6のようであり揚力を無視できないことがわかる。また $S/d < 5$ にか、ては周期によ、て影響をうけているが S/d が大きいとばうつきも大きい。

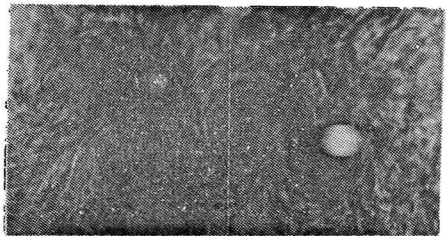
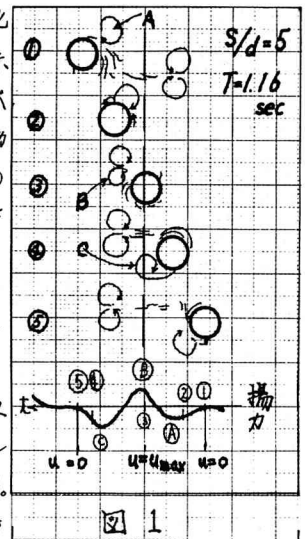


図2 振動による渦の可視化
 $S/d = 8.1$ ← 26 cm
 $T = 3.0 \text{ sec}$

④ 揚力係数 図8にRe数と周期と s/d による揚力係数を示す。揚力は最大揚力 F_L 、最大移動速度 U_{max} 、円柱の投影面積 S を用いて

$$C_L = F_L / 0.5 \rho U_{max} S$$

で表わし Re 数も U_{max} で表わしてある。 C_L の表現に若干の問題がありけり、きびしいと思われる。

<参考文献>

- 1) 田代・滝川・伊藤、振動流中に置かれた円柱周りの流れ
第34回年次講第2部 1979
- 2) 田代・滝川、透過性構造物の流体抵抗
第25回 海講 1978
- 3) 沢本・菊地、振動流中にあつた円柱に作用する揚力
第26回 海講 1979

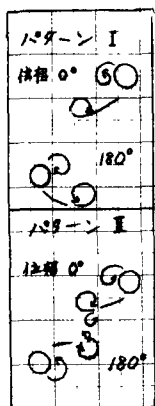


図5 渦の発生

表-1 うねりの生じる揚力の
比と風の比

s/d	3.0	1.94	1.16	0.96	0.82	0.70
1	-	1	1	1	1	1
1.5	-	-	1	1	0.6	0.9
2	1	0.9	0.3	0.4	0.3	0.5
4	1	0.6	0.7	0.8	0.9	0.8
5	0.8	0.3	0.3	0.2	0.2	0.5
6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4
7	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
8	-	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4

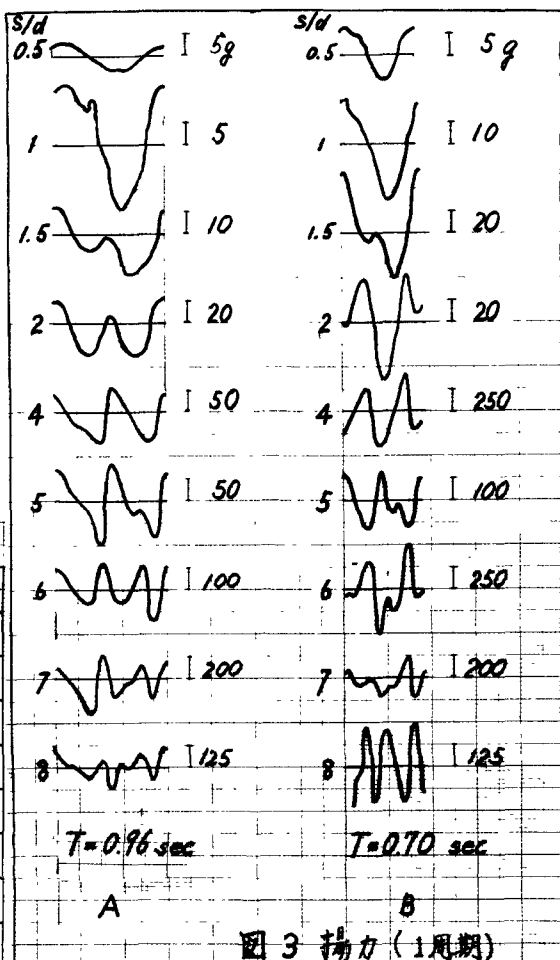


図3 揚力 (1周期)

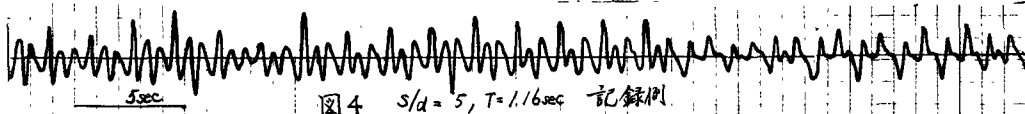


図4 $s/d = 5$, $T = 1.16 \text{ sec}$ 記録例

