

II-15 振動流中の円柱まわりの流れ

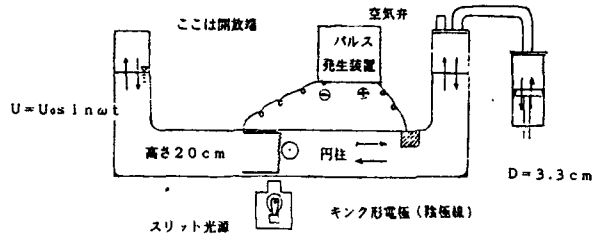
東北大学大学院 学生員 ○ 南 誠信
東北大学工学部 正 員 沢本 正樹

1. はじめに

振動流中の円柱まわりの流れを水素気泡法により可視化した。局所慣性項と移流慣性項との比である KC 数 $= U_0 T / D$ (U_0 : 代表流速 (cm/s), T : 周期 (s), D : 円柱径 (cm)) をパラメータとして現象を考察した。

2. 実験装置

図のようなU字管水槽に一定量の水を満たし、ピストン運動によって水位差を生じさせ振動流を作る。キンク形電極は壁面から 0.5 cm の所に設置されている。

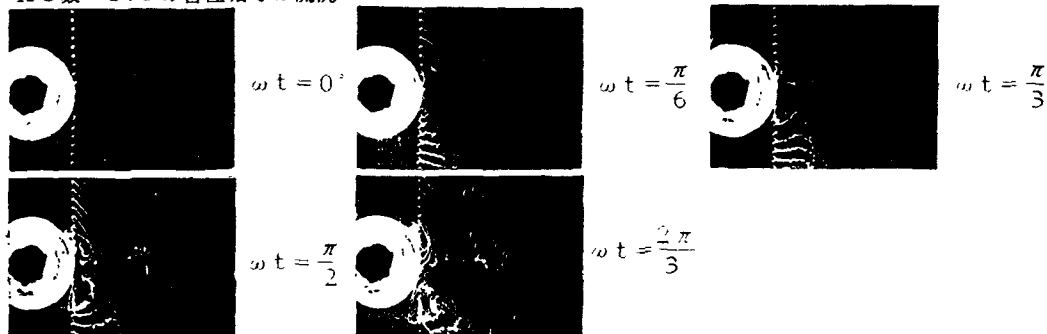


3. 観察および考察

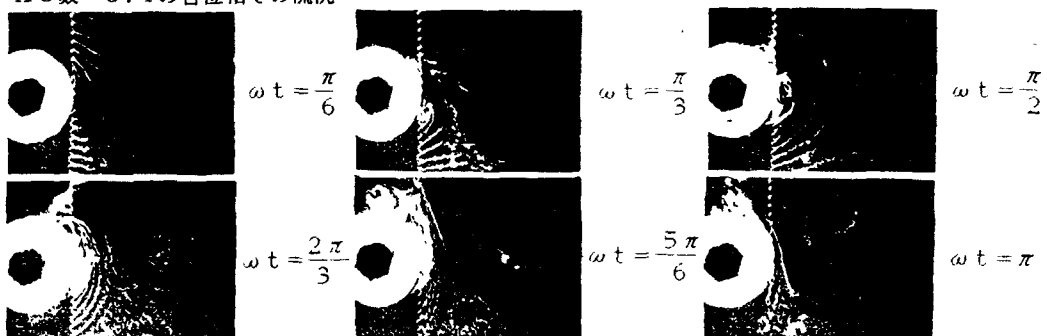
KC 数を 3.3 から 18.3 まで変化させ可視化実験を行なった。以下の観察は各 KC 数での流況を水面変動の位相毎に捉えたものである。なお $\omega t = 0$, π が流速ゼロの位相である。 KC 数 = 3.3 では, $\omega t = \pi/3 \sim 2\pi/3$ において渦は発生して, 対称的に成長する。 $\omega t = 5\pi/6 \sim \pi$ において減衰, 消滅する。 KC 数 = 5.0 $\sim$ 6.4 では, $\omega t = \pi/3$ において渦の発生がある。 $\omega t = \pi/2$ にかけて渦が円柱面上にあって変形される。 $\omega t = 2\pi/3 \sim 5\pi/6$ において反対側のせん断層に僅かながら渦の形態をとどめて押し流される。 KC 数 = 7.5 $\sim$ 9.2 では, $\omega t = \pi/6 \sim \pi/3$ にかけて一方のせん断層が卓越して円柱後部に回り込み $\omega t = \pi/2 \sim 2\pi/3$ において円柱面とキンク形電極の接点付近 (以後, 円柱背後) で渦の発生, 発達が見られる。 $\omega t = 5\pi/6 \sim \pi$ において渦は, 反対側のせん断層に押し流される。 KC 数 = 8.1 までにおいて発生した渦は円柱面から離れずそのまま発生, 発達 (成長), 減衰および消滅を繰り返す。 KC 数 = 9.2 では, 円柱上に形成された渦が離れる。 KC 数 = 10.3 $\sim$ 10.8 では, 半周期の渦の変化には二つのケースがある。一つは対称渦の配列から非対称な渦への変化過程と もう一つは非対称渦の成長である。前者は, $\omega t = \pi/6 \sim \pi/3$ において対称的な渦が存在するが, $\omega t = \pi/2 \sim 2\pi/3$ において渦同志との相互作用によって交互に配列され非対称な渦になる。 $\omega t = 5\pi/6$ においてそれらは減衰, 消滅する。後者は, $\omega t = \pi/3$ で一つの渦 V_1 が形成され, $\omega t = \pi/2$ において V_1 が放出されると反対側のせん断層から渦 V_2 が発生し, V_1 が側方に離れていき, $\omega t = 2\pi/3$ において V_2 が発達する。 $\omega t = 5\pi/6 \sim \pi$ において渦は減衰, 消滅する。 KC 数 = 12.0 $\sim$ 15.7 では, 流速が速いため, 可視化に十分な量の水素気泡が得られず, 観察は行なえなかった。 KC 数 = 16.2 $\sim$ 18.3 では, 振幅 U が大きく, 円柱後流は不鮮明である。 $\omega t = \pi/6 \sim \pi/3$ にかけて渦 V_1, V_2 の発生, 発達が見られる。 $\omega t = \pi/3 \sim \pi/2$ にかけてその片方の渦 V_1 が離れ消滅する。もう一方は $\omega t = \pi/2$ において成長しながら斜め方向に流され, $\omega t = \pi/2 \sim 2\pi/3$ にかけて反対側のせん断層に渦 V_3 の発生, 発達がある。 $\omega t = 2\pi/3 \sim 5\pi/6$ において V_3 はほぼ一定の位置に停滞し, $\omega t = \pi$ において消滅する。次に, 各位相での KC 数間の流況について考える。 $\omega t = \pi/6$ では KC 数が大きくなるにつれて平均流速に応じた水素気泡の流下距離の増加を見る。 $\omega t = \pi/3$ では渦の発生が見られ始める。 $\omega t = \pi/2$ では, KC 数が大きくなるにつれて渦の形状が対称渦, 非対称渦, カルマン渦列的になって発達する。 $\omega t = 2\pi/3$ では周期の大きさにもよるが, 渦の発達, 減衰の様相を示す。 $\omega t = 5\pi/6$ では, どの KC 数においても渦は減衰の状態である。 $\omega t = \pi$ では, 渦は消滅してしまう。

沢本・菊池の実験より理想的な振動流中において KC 数と後流渦との関係を確認することができた。

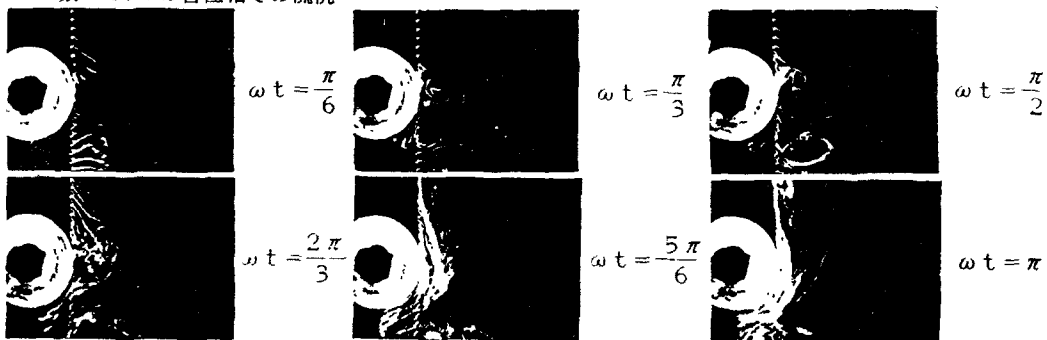
KC数 = 3.3 の各位相での流況



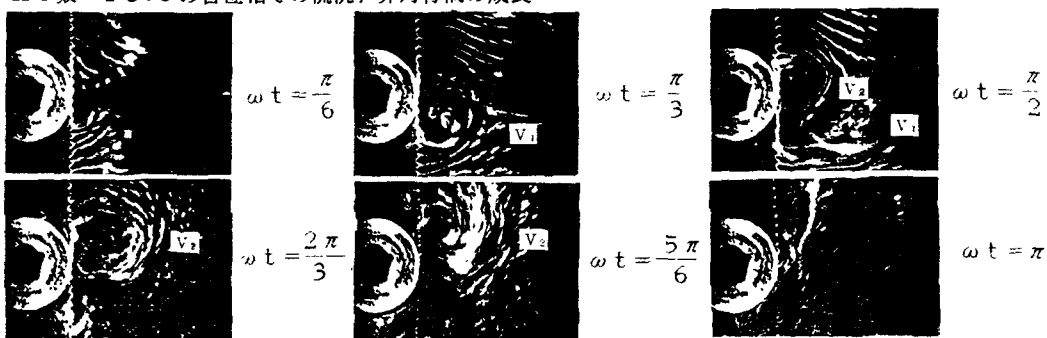
KC数 = 6.4 の各位相での流況



KC数 = 8.1 の各位相での流況



KC数 = 10.3 の各位相での流況，非対称渦の成長



《参考文献》

沢本正樹・菊池健治：「振動流中におかれた円柱に作用する揚力」，第26回海岸工学講演会論文集，p.429～433，1979.