

中央大学理工学部
中央大学 大学院
中央大学理工学部

正会員 林 泰造
学生員 大橋 正和
学生員 高砂 隆人

1. まえがき

海面の波や潮流による海底付近の往復流に関する理論的実験的研究は従来より数多く行われている。近年の測定技術の進歩により、2方向流速を同時測定することにより乱流剪断応力等も測定可能となった。一方、定常乱流境界層内外における乱れの組織的運動は、乱流計測、乱れの可視化等により、次第に明らかにされつつある。本研究では、Merkli and Thomann(1975)等により行われた2次元的可視化法を一步進め、長方形断面閉管路内における往復流境界層内の乱れの構造を3次元的に可視化することにより、その組織的構造を明らかにし、従来から得られている定常流境界層の乱流構造と比較せんとするものである。

2. 実験装置と実験方法

本研究においては、全長17.5m、測定部断面幅75cm、高さ24cmのLundgren-Sørensen型往復流実験装置により実験を行った。(林・武安・大橋(1981))底面には平均粒径0.17mmの標準砂が一様にはりつけてあり、可視化実験のため管路上面の1部を図-1の様に強化ガラス化し上方より可視化が可能な様に装置の改良を行った。

可視化実験の方法としては、管路底面全幅に厚さ1mm以下(比重1.02)のミルクを長さ2mに敷き図-2の様に往復流発生装置のピストンストロークを静止の状態から起動したときの $1/2$ 周期($\omega t = 0 \sim \pi$)を少し超すまでの間($\omega t = 0 \sim \frac{3}{2}\pi$)におけるミルクの挙動をモータードライブカメラにより動きを記録した。なお、往復流の位相は図-3の様に定めた。

3. 乱れの発生・発達と減衰について

往復流の乱れの特徴的な点は、定常流ならば完全に乱流となる様な条件でも乱流状態が1周期を通じて継続せず、最高流速($\omega t = \pi/2$)から減速する位相にかけて乱れが発生発達し主流が逆転し加速する位相においては乱れが完全に消滅してしまうというrelaminarization現象が見られる点である。(林・大橋・武安(1980))写真-1の1連の写真より、 $\omega t = \pi/2$ の前後まではまだ底面付近に殆ど乱れは発生していない。底面の幅全体に沿っての本格的な乱れの発生はこの写真では、 $\omega t = 2/3\pi$ の頃から始まっている(写真-(c))。底面に見られる縦横模様は層流から乱流への遷移の最初の段階で見られるTollmien-Schlichting波によるものと思われる。平均流

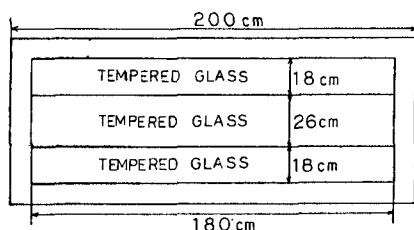


図-1 管路上面図

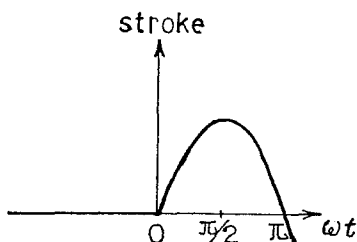


図-2
ピストン
ストローク

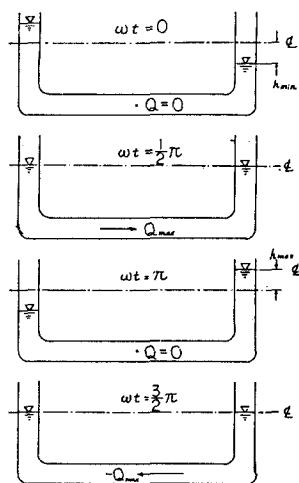
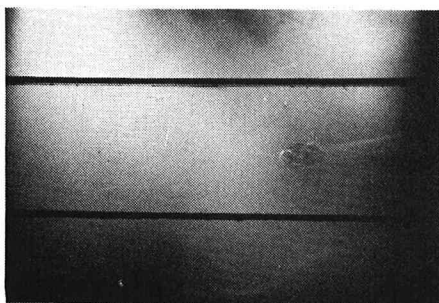


図-3
往復流の
位相



(a) $\omega t = 0$ ($\leftarrow$ flow)



(b) $\omega t = \pi/2$ ($\leftarrow$ flow)



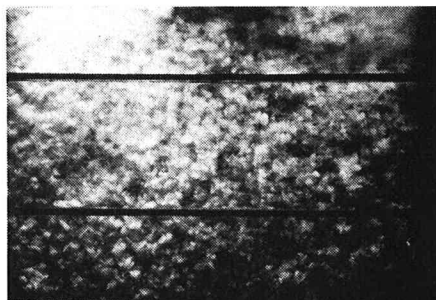
(c) $\omega t = 2/3\pi$ ($\leftarrow$ flow)



(d) $\omega t = 5/6\pi$ ($\leftarrow$ flow)



(e) $\omega t = \pi$



(f) $\omega t = 7/6\pi$ ($\Rightarrow$ flow)

写 真 - 1

(上記の写真は、図-1の装置の左半分を撮影したもので、流れの方向は、 $\omega t = 0 \sim \pi$ では 右から左へ、 $\omega t = \pi \sim 2\pi$ までは 左から右である。)

の減速期 ($\omega t = \pi/2 \sim \pi$) に入ってから $\omega t = 2/3\pi$ の頃 になって乱れが底面全体に爆発的に発生しているのが見られる。底面から舞い上った渦塊は平均流が逆向きになり右方向への加速期間に入った初期 ($\omega t = 13\pi/12$) まで発達を続けその後舞い上った渦塊は殆どそのままの形で右方へ輸送されることが認められる。これは位相が加速期に入ったにもかかわらず乱れが減衰するという再層流化に向けての現象を表していると思われる。

(付記) 本研究において、実験に協力された中央大学理工学部熊谷 忠君、志水 毅君、菱原 建君に対して心からの謝意を表す。

参考文献 1) Merkli, P., Thomann, H. (1975) J.F.M. vol 68, part 3, pp 567-575, 2) 林・大橋・武安 (1980) 第12回乱流シンポジウム, pp 83~90, 3) 林・武安・大橋 (1981) 第8回関東支部年次研究発表会, (投稿中)