

九州工業大学 正 浦 勝
 〃 学 〇 栗山 恭孝
 〃 学 児玉 英信
 〃 正 西村 直人

1. はじめに 湖沼、貯水池など閉じた水域においては鉛直方向に密度が急変する場合がある。このような状態において、水表面に風が吹くと水面近傍は、風力のため風下側へ流れ、いわゆる吹送流を生じる。この吹送流による流れあるいは上層部の乱れにより密度界面下の下層流体が連行され上層に混入することになる。この連行量と風の特長量との関係を明らかにすることは水質管理上重要な課題と考える。本報告は、このような観点から実験室内の風波水槽を用いて二成層密度境界面の低下速度から連行速度を求めたものである。

2. 実験装置 風波水槽は Fig. 1 に示すように水路部長さ 5 m、内幅 20 cm、全水深 40 cm、風路高さ 20 cm のアクリル樹脂製である。風は断面 44×44 cm のバニア製風路約 14 m で送られ水路左流側で長さ 63 cm の縮流部

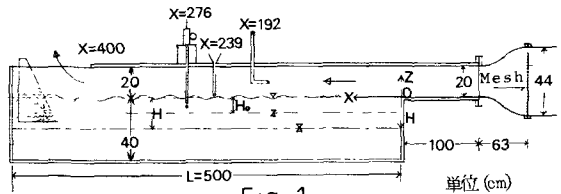


Fig. 1

($R=59.33$ cm の円弧を接続) で 20×20 cm に漸縮させた後 1 m のアクリル製風路の序走部を通して水路部に入る。縮流部直前には 40 メッシュの金網を一枚挿入した。測定位置の表示は水路部始端の風路床を原点とし風下側に X 軸、風路部の高さを Z、境界面の位置を H、で表わした。風路の上蓋は $X=4$ m まであり水路部末端には波の反射を防止するため消波装置を設けた。

3. 均質流体上の吹送流の特性 水面上の空気マウ速度 U_m 風速はピトー静圧管をポイントゲージで支持し、微差圧力変換器によりペンレコーダーに出力し、その時間的平均値を読取る方法を用いた。風速分布は $X=0, 1, 2, 3$ m の各点でそれぞれ最大風速 $U_{max}=2, 4, 6, 8, 10, 11$ m/sec に変化させて測定した。風速分布の一例を Fig. 2(a)(b) に示す。これは $X=2$ m, $U_{max}=4.6$ m/sec の場合のものである。水面近傍の流速はほぼ対数分布則に従うとみなすことができるので図のように直線をあてはめこれより U_{*0} を求めた。このようにして求めた U_{*0} と最大風速との関係を Fig. 3 に示す。同図より Fetch の違いによる差異は認められず図の曲線で近似することができる。これより $U_{max}=10$ m で U_{*0} が急増することから、この風速付近で破滅すると考えられる。なお参考のため $WU^{1)}$ 、加藤²⁾ の実験結果を示した。

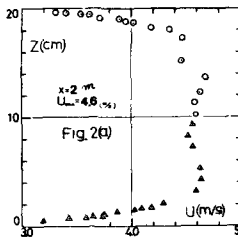


Fig. 2(a)

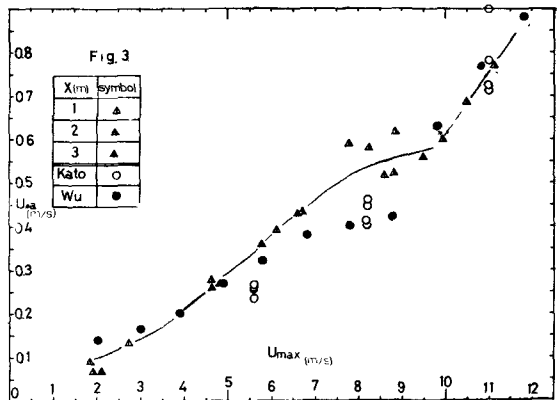
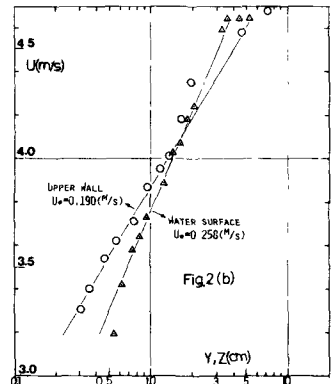
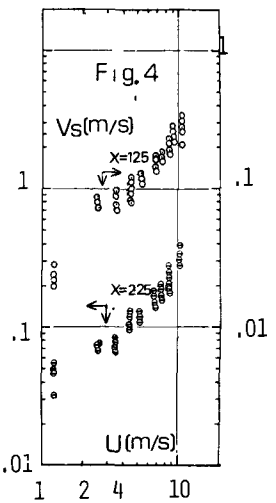


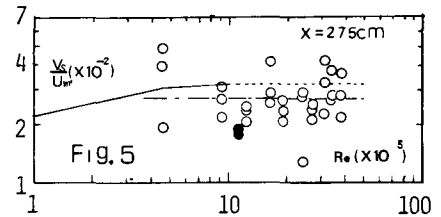
Fig. 3

表面流速²⁾

表面流速は魚釣り用球浮子(Φ6mm,比重0.76)を上流端から、落しさせその移動時間の Lap time を測定して求めた。測定結果の一例を Fig.4 に示す。これよりかなりのばらつきがあるが風速の増加と共に増大している。25は下流端(x=375cm)を除けば Fetch による差異は認められなかった。x=275cm における U_{max}/U_w と Re 数 ($Re = U_{\text{max}} H / \nu_w$; H は上層水深, ν_w は水の動粘性係数) の関係を Fig.5 に示す。ばらつきが大きいが $U_{\text{max}}/U_w = 0.027$ であり、加藤²⁾ もこの数値を出している。実験は Keulegan³⁾ の測定曲線である。なお同図の黒丸は次第に述べる二層流の場合の値である。



4. 密度境界面の進行速度 Fig.1 に示すように水路内に水道水と塩水を用いて初期界面が深さ $H_0 = 10\text{cm}$ となるよう二層流場を形成し, U_5 (x=192cm, z=15cm の風速) = 5m/sec で密度境界面の進行速度を測定した。実験条件は Table-1 に示す。進行速度は x=276cm に電導度計を設置し鉛直密度分布を X-Y レコーダーに記録し界面位置(H)の低下速度より求めた。界面の低下量 $D = H - H_0$ の時間的変化の一例を Fig.6 に示す。同図の実線より $U_e = dD/dt$ を求め進行係数 U_e/U_{*a} と



リチャードソン数 $Ria = \frac{U_e^3}{N^2 H_0^3}$ との関係は Table-1 の記号を用いて Fig.7 に示した。同図には WU⁴⁾ の実験結果も示した。なお EXP.5 (Θ) の実験は界面が上流端において水表面に達してしまい純粋に界面の進行速度のみを表わしているとはいえない。Fig.7 より Ria の小さい所では進行係数は Ria^2 に比例し, Ria の大きい所では Ria に比例する傾向にあるようである。WU の結果に比べて U_e/U_{*a} が約半小さい結果を得た。

Table-1

Exp.No	1	2	3	4	5
Symbol	⊙	⊗	●	●	⊖
U_5 (m/s)	5.06	5.22	5.25	5.07	5.20
ρ_a ($\times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$)	1.255	1.288	1.233	1.238	1.255
U_{*a} (cm/s)	31.0	30.0	30.7	31.4	30.5
H_0 (cm/s)	9.85	10.0	10.0	9.6	9.7
$\Delta\rho_0$ ($\times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$)	223	67.2	36.4	95.4	21.5
Ria	178	59.6	30.7	73.6	17.5
U_e ($\times 10^{-4} \text{ cm/s}$)	1.51	4.43	13.8	2.95	49.9

5. おわりに 実験装置の製作, 実験条件に制約がありまだ十分な資料も得ていないが結果の一部を報告した。今後風速を変化させると共に, 波の特性, 吹送流の流速分布, 逆流最大速度などを測定して進行係数と流れの Ri 数との関係も検討したいと考えている。

参考文献

- i) WU, J; Wind Induced Drift Current, J.F.M. vol.68 (1975)
- ii) 加藤敏; 流れのなかにおける風浪の研究, (学位論文) (1978)
- iii) Keulegan, G.H; Wind Tides in Small closed Channel, J. Res. Nat. B.S. Vol.46 No.5, Res. Paper 2207 (1931)
- iv) WU, J; Wind Induced Turbulent Entrainment across a Stable Density Interface, J.F.M. vol.61 (1973)

