

## 波面下における乱れた流れについて

神戸大学

正 員 筧 源 亮

神戸大学大学院

○ 学生員 田村 勇

## 1. まえがき

空気と水の境界面及びその付近での現象、例えば空気中を通じて水面に与えられる運動量交換の値を知るということは気象学、海洋学の方面にとって極めて重要な問題となっている。風波の機構を知る上にもこの境界面を通じて行なわれる相互作用を理解しなければならない。境界面のごく近傍での相互作用を論ずるには、測定の大難な現段階としては、まず実測資料を得ることが重要な問題である。本研究では簡単な風洞水路の装置を使用し、静水面上に一樣な風を送り、水面に極めて近い位置での空中及び水中の平均流速、乱れの強さを測定し二三の考察を試みたものである。

## 2. 実験装置及び方法

実験風洞の試験区間は透明アクリライト張りであり、断面は幅17cm 高さ20cm で下部10cm の深さに水を張り水面から10cm の空間に送風機からの風を流すようにしたものである。

流れの測定を行なった地点は空気流が水と接し始める点から下流方向に  $l=15, 25, 35, 50, 75$  cm 離れた所である。測定点の高さ方向の位置は図-1 のように波高の中央面を原点とし、上方へとった距離を  $Z_a$  (空気中)、下方へ  $Z_w$  (水中) で表わすことにする。風速と水面下の流速測定には定温型の熱線風速計を使用し、センサー部には酸化クロム被覆をしてセンサーが直接水に接触しないような方法をとった。

## 3. 水面付近の流れの考察

水面上の流れは、固体面上の流れとは違って、面上における流速が0でない点で異なっているが、水面上においても性格の類似した境界層が発達していると考えられる。そこで、水面上の平均流速分布表示に関して、次のような対称法則を仮定した。

$$u_z = \bar{U} + \frac{u_{*s}}{K} \ln \frac{Z_a}{Z_w} \quad (1)$$

すなわち、面の粗度に関係する  $Z_w$  に含まれる項を便宜上、面上の移動速度  $\bar{U}$  と水面の粗度  $Z_w$  に関する速度の項に分けて考えたものである。一方、図-2 は  $l=50$  cm における水面下の乱れを示したものであるが水面上と同様に Shear zone が水面下でも発生していると言えよう。

そこで水面下における流速分布について水面上から伝達された乱れが面上の動き  $\bar{U}$  によって伝播されるものと考えて、

$$u_z = \bar{U} - \frac{u_{*s}}{K} \ln \frac{Z_a}{Z_w} \quad (2)$$

で表現する。ここで式(1)、(2)で導入した  $\bar{U}$ 、 $Z_w$  は境界面の特性に関する数値であるから水面上、水面下に共通の値と考えるのが妥当である。

## 4. 実験結果

図-3、4 はそれぞれ式(1)、(2)に従って水面上及び水面下の平均流速の実測値を整理し

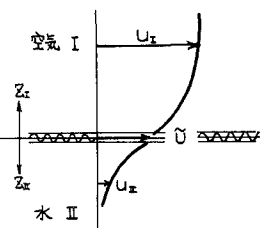


図-1 水面付近における流れの概念図

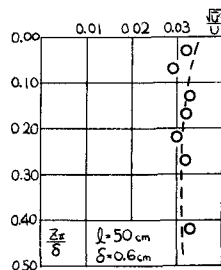
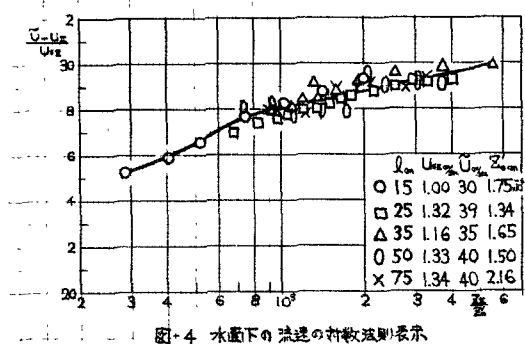
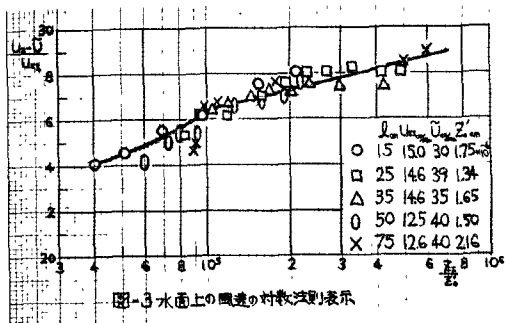


図-2 水面下の乱れ



たものである。いずれも対数法則でよく表現されている。

なおこの時の空気流は3~4%の値であった。

図-5は図-3、4で使用した $U_z$ 、 $\bar{U}$ 、 $Z_0$ の $l$ による変化を示したものである。 $\bar{U}$ と $Z_0$ は式(1)、(2)を連立して求めることができ、その結果は $U_z$ が下流方向に減少していくと $Z_0$ がほぼ一定ならば $\bar{U}$ は増加する傾向にある。図-5によると $U_z$ は下流方向に減少しており、 $Z_0$ はほぼ $1.5 \times 10^6$  cmの値をとっている。また $\bar{U}$ は下流方向に増加し $l=75$  cmでは40%の値をとり実験値も先の式(1)、(2)の性質を満していると言える。

図-6は $U_{xz}$ と $U_{xz}$ の関係を示したものである。境界面におけるせん断応力は物理的に共通と考えるべきものであるから、 $U_{xz}$ と $U_{xz}$ の比はそれぞれの場の密度の比で与えられることにはなるが、測定数も少くこの関係は十分満しているとは言えない。

次に水面を通じた運動量交換について考察すれば、水面上では $l=35$  cmにおいて図-7に示してある風速 $U$ の一様流の運動量 $\rho U^2=0.160\%$ であり、また $\rho U_z^2=0.130\%$ である。この差の欠損運動量 $\rho(U^2-U_z^2)=0.160-0.130=0.030\%$ が水面のまさつと水面下に伝達される運動量とつり合うはずである。

しかるに水面下における運動量 $\rho U_z^2=0.054\%$ であり、オーダー的に同等の値を持っているが欠損運動量より大きく、これは水面上の風速値や境界層の厚さの決定に問題があったためであろうと思われる。

図-8は $l=50$  cmの地点で水面下0.30 cmでの深さで求めた自己相関係数を求めたものである。

