

I-1 衝突噴流による境界層について

山口大学 斉藤 隆
○ 西日本工業大学 赤目 信美

鉛直噴流流れが水平面に衝突した後の流れは非常に複雑で、多くの不明点が残されている。

本文は噴流が衝突した後の流れの特性を規定する諸量について実験的に検討し、その結果にもとづいて、壁面せん断力の評価を試みたものである。

実験に用いた水槽は幅 20cm 、深さ 1m 、長さ 2m の両面有機ガラス張りの鋼体製水槽である。衝突壁面は 50% 粒径が $0.1, 0.2, 0.4\text{mm}$ のほぼ一様な砂とアクリル板に張りつけたものである。流速の測定には先端断面が $0.2\text{mm} \times 5\text{mm}$ の扁平断面をもつピトー管を用いて行なった。

主流部流速分布は自由噴流の流速分布と同一の表現でもって表わす事が可能であった。境界層流速分布の測定結果を Fig-1 に示す。測定値の散乱が大きく流過距離での差違に系統的なものも見出さずは困難である。たゞ、壁面粗度が大きい程壁面流速が小さくなっている事が認められる。Fig-2 は境界層厚さ δ_b を示したもので、壁面粗度が大きい程境界層の発達が著しくなっている。Fig-3 は主流部流れの中を示したもので、衝突の散乱が大きい程噴出孔より衝突点までの流過距離によつて差違が存在し他の要素について判別する事は出来ない。衝突後の流れの最大流速の変化の状態を示したものが、Fig-4、Fig-5 で、加速、一様、減速の三領域が認められる。以上の結果を実験式として評価すると次の通りである。

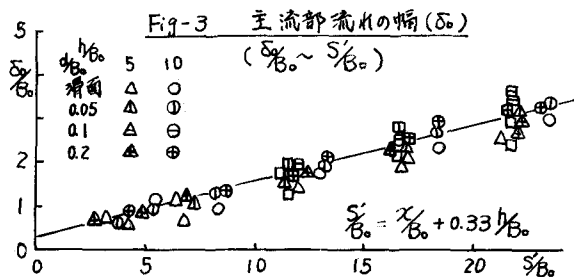
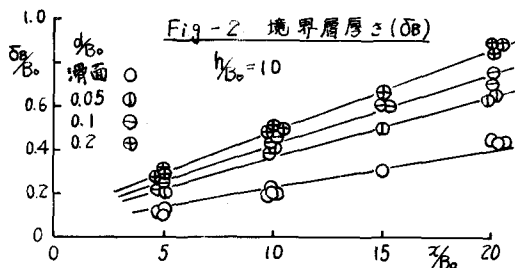
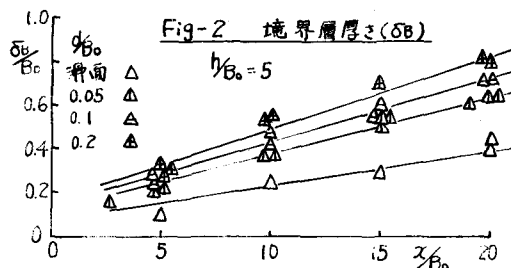
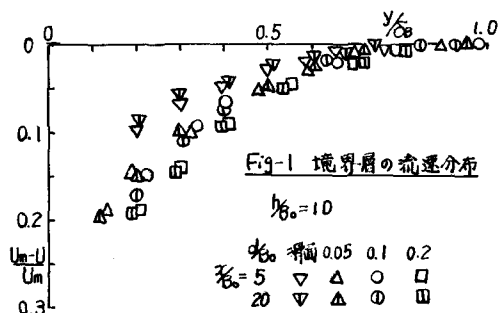
$$(1) \frac{\delta_b}{B_0} = \exp\left\{2.303(0.032 \frac{x}{B_0} - 1.41)\right\} \left(\frac{d}{B_0}\right)^{0.2}$$

$$\times \left\{ \frac{x}{B_0} + 13.84 - 8.64 \log(2 \frac{x}{B_0}) \right\}$$

$$(2) \frac{\delta_b}{B_0} = 0.127 \left(\frac{x}{B_0} + 0.33 \frac{h}{B_0} + 2.31 \right)$$

$$(3) \frac{U_i}{U_0} = \sqrt{7.19 / \left(\frac{x}{B_0} + 3.19 \right)}$$

$$(4) \frac{U_m}{U_i} = 1.4 \alpha \frac{x}{h} + 0.7 \quad \cdots (0 < \alpha \frac{x}{h} < 0.214)$$



$$(5) \frac{U_m}{U_j} = \sqrt{0.90 / (\alpha \frac{x}{h} + 0.4)} \quad \cdots (\alpha \frac{x}{h} > 0.5)$$

$$(6) \frac{U_b}{U_m} = 0.71 - 0.06 \log \frac{\alpha}{B_0}$$

境界層内せん断力は滑動摩擦係数をいいると

$$(7) \frac{\tau}{P} = \varepsilon \frac{dU}{dy}$$

である。壁面せん断力を τ_w とし、せん断力分布および滑動摩擦係数を次式で与える。

$$(8) \frac{\tau}{P} = \frac{\tau_w}{P} (1 - \frac{y}{\delta_B}), \quad \frac{\varepsilon}{U \delta_B} = \text{CONST.}$$

この時境界層内流速分布は

$$(9) \frac{U_m - U}{U_*} = \frac{U_* \delta_B}{2 \varepsilon} (1 - \frac{y}{\delta_B})^2$$

Namaによると、平板境界層においては

$$\frac{U_* \delta_B}{2 \varepsilon} = 9.6$$

と与えられる。また(8)より壁面抵抗則は、

$$(10) \frac{U_m}{U_*} = \frac{U_* \delta_B}{2 \varepsilon} (1 - \frac{U_b}{U_m})^{-1}$$

と壁面流速(U_b)によって規定される。

最大流速が減速する領域で、運動量の定理

$$(11) \frac{\tau_w}{P} + \frac{d}{dx} \left\{ \int_0^{\delta_B} u^2 dy + \int_{\delta_B}^{\infty} u^2 dy \right\} = 0$$

に上述の実験結果を導入して U_m/U_* を求めて図示したものが Fig-6 である。

最大流速の加速流領域における境界層厚さを無視し、一様および減速領域の境界において境界層厚さおよび U_m/U_* , δ_B/α が連続する条件でもって、一様流領域において U_m/U_* を求めたものが、Fig-7 である。

試みに境界層内流速分布が対数則に従うものと

して、相当粗度を求め

ると、流通距離によって変化させなければ、境界層厚さ及び最大流速の変化を一致させる事は出来なかった。

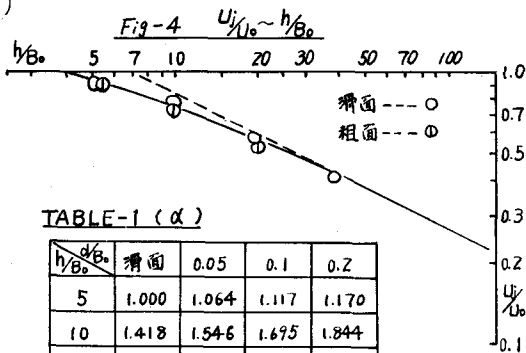


TABLE-1 (α)

h/B_0	滑面	0.05	0.1	0.2
5	1.000	1.064	1.117	1.170
10	1.418	1.546	1.695	1.844
20	1.345	1.345	1.345	1.345

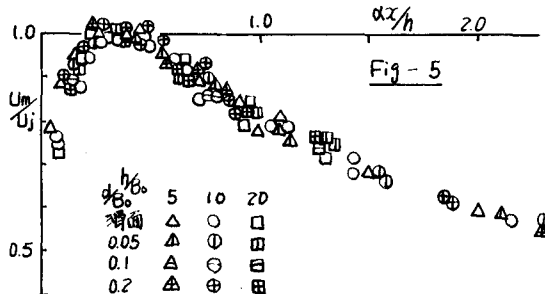


Fig-6

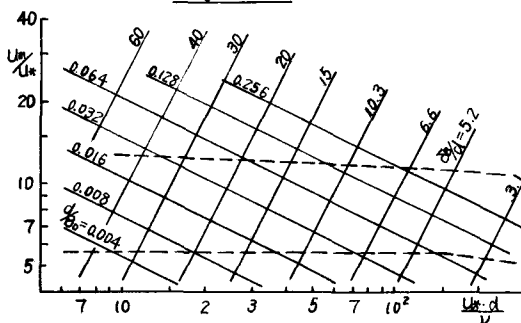


Fig-7

