

Suction 及び Injection を伴う開水路乱流の挙動

京都大学工学部 正 員 中川博次
 京都大学工学部 正 員 祿津家久
 京都大学大学院 学生員 ○松本直也

1. まえがき

本報告は、多孔質の壁面を通して一様な水流の吸込み (suction) 及び吹出し (injection) がある場合の開水路乱流の挙動を実験的に考察したものである。著者らはこれまでに流出入の伴う場合の平均流特性及び乱れ特性を明らかにしてきたが、今回は大幅に浸透流速を変化させたときの流れの特性を検討した。

2. 実験結果及び考察

実験装置等は前報と同じであるので略す。

図-1 は、 $U/U_{\max}$ を y/ℓ に対してプロットしたものである ($U_{\max}$ は表面流速, ℓ は水深)。injection では低速流領域が押し上げられ、全体的にゆるやかな変化を示すのに対し, suction では壁面近くまで高速流が存在し、壁面付近の流速勾配が増大する。したがって, injection では摩擦速度 U_* が減少し, suction では増加すると考えられ、実際次の壁法則から評価した U_* にはこの特性が系統的に現われた。

suction 及び injection を伴う場合の壁法則は、

$$\frac{2}{v_*^+} (\sqrt{1+v_*^+ U^+} - 1) = \frac{1}{\kappa} \ln y^+ + D \quad (1)$$

で与えられる。ここで $v_*^+ = v_0/U_*$, $U^+ = U/U_*$, $y^+ = yU_*/\nu$ であり, κ は Kármán 定数である。式 (1) の表示を行ったのが図-2 である。これより $|v_*^+|$ が小さいときは、不浸透層上

での値, $\kappa_0 = 0.4$

$D_0 = 5.5$ を用いて

普遍表示できる

ことがわかる。

次に、 U^+ を y^+ に

対してプロット

したのが図-3 で

あり、併示の曲

線はそれぞれの

v_*^+ に近い値に対

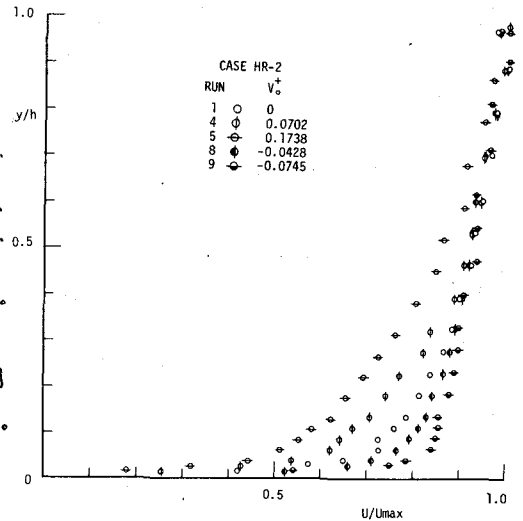


図-1

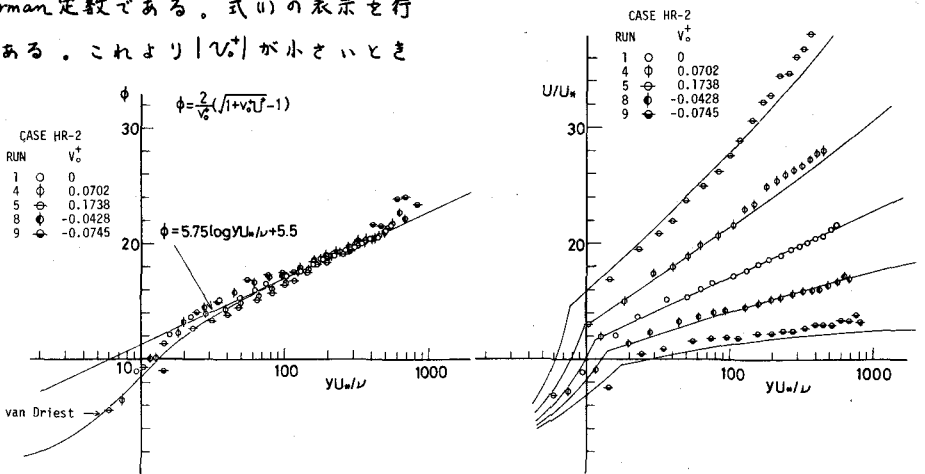


図-2

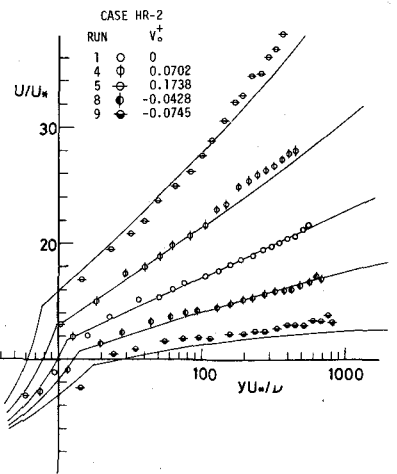


図-3

して式(1)より計算したものである¹⁾。かなり良好に一致しているが、実測値の勾配が計算値より *injection* では若干大きく、*suction* では逆に小さくなっており、Kármán 定数が変化したものと推測される。*injection* が強い場合 U_0 が減少し、やがてはく離に至る。そのようなとき、 $U_0=0$ として、混合距離理論を運動方程式に適用すると次の流速分布式が得られる。

$$2\sqrt{U/v_0} = \frac{1}{K} \ln(2U/v_0) + D' \quad (2)$$

式(2)の表示を行ったのが図-4であり、その妥当性が示されているが、 D' は v_0 によって変化するので速度欠損則の表示の方が適当かもしれない。勾配から求めた Kármán 定数は 0.33 であり、*injection* によって混合距離が減少することがわかる。

次に、乱れ強度の変化を考察する。図-5に相対乱れ強さの実測値を示す。*injection* では激しく攪乱されて、乱れ強さが局所平均流速に近づくのに対し、*suction* では壁面近傍で発生した渦が吸い込まれるための乱れが減衰する。この傾向は壁面に近づくほど顕著で、水面付近ではその差がほとんど現れない。一方、乱れ強さを U_0 で無次元化したものを図-6に示す。 u/U_0 の分布が y/h の指数関数で表示されることはすでに指摘したが、今回の実験でも $v_0=0$ 及び *injection* では十分に認められた。*suction* では指数型分布より平坦になり、全領域で乱れが一様化されることがわかる。

以上のことから、*injection* の場合は、壁面での乱れの発生が促進され水面付近との差が顕著になり、活発な乱れ運動が展開されるが、Kármán 定数の変化などを考慮することにより従来の研究が十分に適用される。一方、*suction* では乱れの供給が減少するため逸散量が上回った状態で、平均流特性、乱れ特性ともに均質化された流れとなり、完全乱流を仮定した解析法が適用できなくなると予想される。

3. あとがき

今後上記のような基礎的研究を進めるとともに、模型実験などを通して、水工設計上への応用面も開発して行きたい。

(参考文献) ① 中川ら 関西支部年講 1976 II-30 ② 為沢ら 第31回土木学会年講 1976 II-223

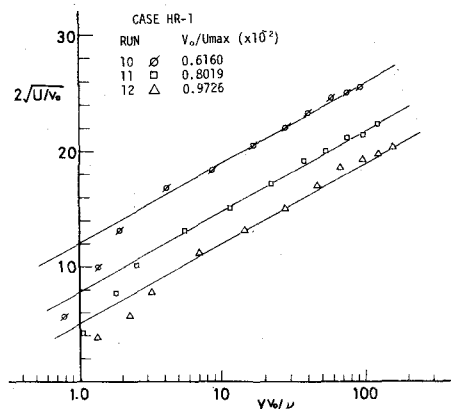


図-4

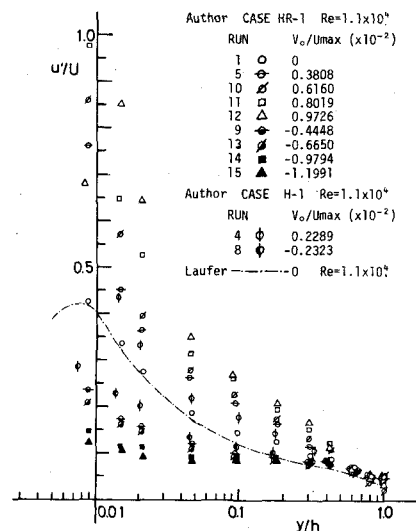


図-5

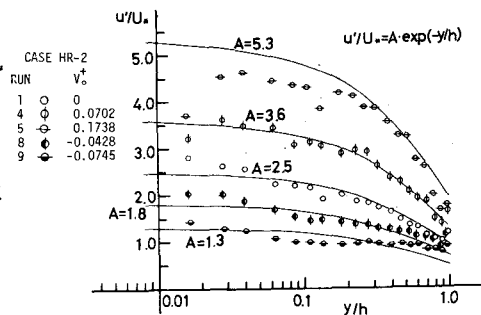


図-6