

II-88

傾斜水路における跳水内部の流速特性

日大 理工 正員 大津 岩夫
日大 理工 正員 安田 陽一
日大 理工 学生員 伊沢 裕樹

水平水路に接続する傾斜水路において、広範囲な傾斜角 θ 、射流のフルード数 $F_1 (= v_1 / \sqrt{gd_1 \cos \theta})$ ； $v_1 =$ 射流の平均流速、 $d_1 =$ 射流水深）および下流水深 h_d/d_1 のもとで流況が分類され、各流況における最大流速の減衰状況、跳水の長さ、および各流況が形成されるための水理条件が明らかにされた¹⁾。また、前報²⁾では一様な傾斜水路における跳水内部の流速特性について検討した。ここでは、水平水路に接続する傾斜水路において、跳水内部の流速分布、および壁面剪断応力について実験的検討を加えた。

流況 傾斜水路において射流から常流へ遷移する流れの流況は図1に示されるように分類される¹⁾。

跳水内部の流速分布

与えられた θ 、 F_1 および h_d/h_2 に対して、流速 u の実験値を(1)の関係で整理した一例を図-2～4に示す。

$u/U_m = f(y/Y, x/d_1) \cdots (1)$
ここに、 U_m は最大流速、 x は跳水始端からの水路床に沿った長さ、 Y は $u = U_m/2$ となる y の値 ($du/dy < 0$)、 y は水路床に垂直な方向の距離である。図中実線は自由跳水の場合³⁾を示し、破線は壁面噴流の場合⁴⁾を示す。

$0^\circ < \theta \leq 19^\circ$

$0.1 < x/\ell_o < 0.6 \sim 0.7$ の範囲で相似な分布が得られ、自由跳水の場合³⁾と同様な傾向を示す（図-2）。この場合、水路接合部の影響はほとんど認められない。

$23^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

$h_d/h_2 > 3.0$ の場合 表面渦はほとんど観察されず、高速流のジェットが下流側遠方まで続くようになる。すなわち、跳水の形成は認められない。

$\theta > 40^\circ$ の場合、流速分布は傾斜面上では壁面噴流の場合⁴⁾と同様となり、接合部下流側の水平面上では衝突噴流による壁面噴流の場合⁵⁾と同様となる（図-3）。

$23^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$ の場合、 θ が大きくなるにつれて、傾斜面上および水平面上の流速分布は壁面噴流の場合に近づく。

$h_d/h_2 < 3.0$ の場合

傾斜面上では自由跳水の場合とほぼ同様な傾向となる。水平面上で $x/\ell_o < 0.6 \sim 0.7$ の範囲では、 θ が大きくなるにつれて、壁面噴流の場合とほぼ同様な傾向となる（図-4）。

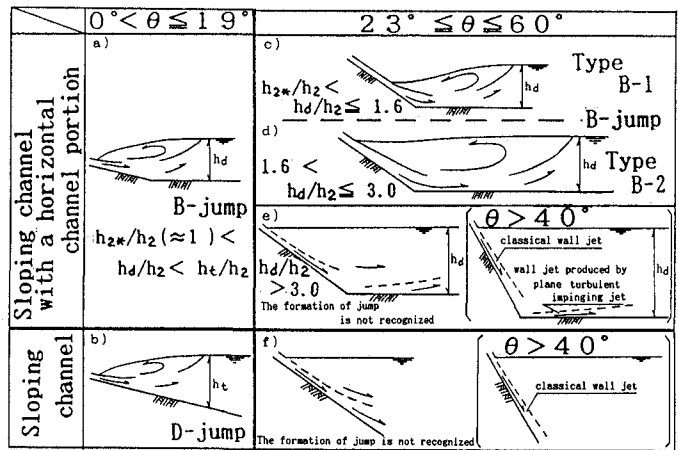


図-1

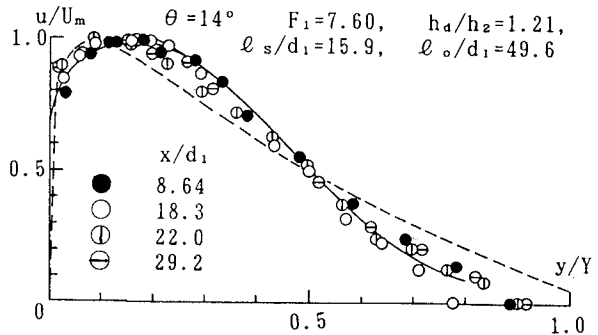


図-2

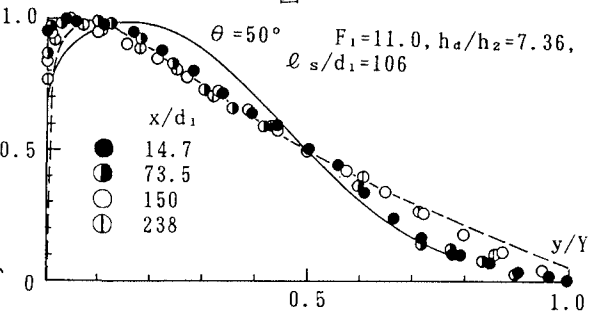


図-3

壁面剪断応力

与えられた θ 、 F_1 および h_d/h_2 に対して、1.0 壁面剪断応力 τ_w を(2)の関係で整理した一例を図-5～7に示す。

$\tau_w / (\rho v_1^2 / 2) = f(x/d_1) \dots (2)$
 なお、 τ_w についてはプレストンの方法で求めた。

$0^\circ < \theta \leq 19^\circ$ この場合、水路接合部の影響はほとんど見られず、 τ_w は自由跳水の場合^{3), 6)} (図-5; 実線) とほぼ同様な傾向を示す (図-5)。

$23^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$

$h_d/h_2 > 3.0$ の場合

$\theta > 40^\circ$ の場合、自由水面の影響はほとんど見られず、 τ_w は傾斜面上では壁面噴流の場合⁷⁾、接合部下流側では衝突噴流による壁面噴流の場合⁵⁾ (図-6; 破線) と同様な傾向を示す (図-6)。

$23^\circ \leq \theta \leq 40^\circ$ の場合、 θ が大きくなるにつれて、 τ_w は壁面噴流の場合に近づく。

$h_d/h_2 < 3.0$ の場合

h_d/h_2 が小さくなるにつれて短区間で

$\tau_w / (\rho v_1^2 / 2)$ の値は減少する。

また、 θ が大きくなるにつれて、水路接合部の影響を大きく受ける (図7)。

記号説明

U_m : 最大流速、 v_1 : 平均流速

d_1 : 射流水深、 x : 跳水始端から

の水路床に沿った長さ、 y :

水路床に垂直な方向の距離、 h_2 :

$h_2 = d_1 (\sqrt{8F_1^2 \cos^2 \theta + 1} - 1) / 2$ 、

h_d : 下流水深、 ℓ_o : 水路床に沿

った跳水の長さ、 ℓ_s : 水路床に

沿った傾斜面の長さ、 τ_w : 壁面

剪断応力、 F_o : 射流のフルード数 (

$F_o = v_1 / \sqrt{gd_1 \cos \theta}$ 、 θ : 水路傾射角

参考文献

1. Ohtsu and Yasuda, Journal of Hydr., Engrg., 1991, ASCE, Vol. 117, No. 7.
2. 栗津, 大津, 安田, 松本, 土木学会, 第45回年講, II-231.
3. Ohtsu et al., Report of Res. Inst. of Sci. and Tech., Nihon Univ., No. 35, 1990.
4. Rajaratnam, Turbulent jets, Developments in Water Science 5, Elsevier Pub. Co.
5. Schauer and Eustis, Technical Report 3, Dept. of Mech. Engrg., Stanford Univ.
6. Rajaratnam, Journal of Hydraulics Div., 1965, ASCE, Vol. 91, No. 5.
7. Myers et al., Journal of Basic Engrg., Trans. of the ASME, March 1963.

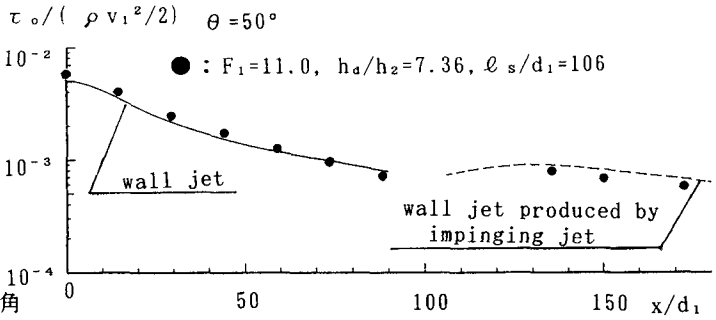
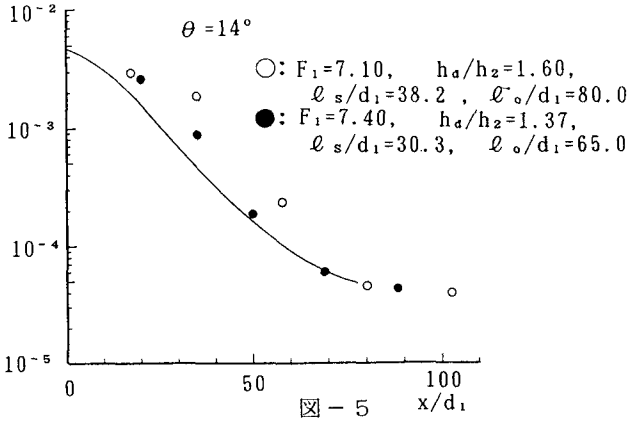
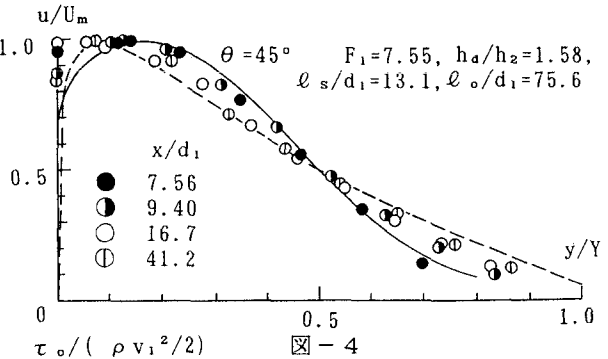


図-6

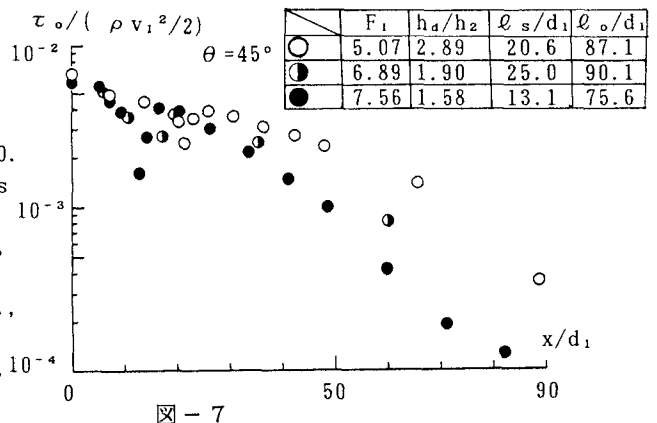


図-7