

日大・理工 正 大津 岩夫  
日大大学院 学〇三 浦 裕

水平水路に接続する傾斜水路において、射流から常流へ遷移する流況を実験的に検討すると、水路傾斜角 $\theta$ 、射流のフルード数 $F_1$ 、下流側水路水平部の水深 $h_2/d_1$ によって、次のタイプの流況が観察される。

Type A: 跳水が傾斜面上に形成されている場合 (A型跳水)

Type B: 跳水が傾斜面と水平部とにまたがって形成されている場合 (B型跳水)

Type C: 跳水終端が水路傾斜面と水平面との接合部にある場合 (C型跳水)

Type D: 跳水は形成されず単に射流が静水中へ突入するような流況となる場合

現在のところ以上のような流況が形成されるための水理条件については不明である。ここでは、各タイプの流況が形成されるための水理条件を、流速の減衰状況に基づき明らかにした。すなわち、最大流速の減衰が壁面噴流と同様な場合は、流速の減衰に対する自由表面の効果は無く、跳水としてではなく壁面噴流に近い現象、すなわちType Dの流況として取り扱われる。最大流速の減衰が壁面噴流の場合よりも大きく、流速の減衰に対する表面渦の効果は認められる場合、A, B, C型跳水が形成される。

1. 最大流速の減衰状況と跳水の形成 最大流速 $U_m$ の減衰状況を $f(U_m/v_1, x/d_1)=0$ の関係で整理すると図2~7のように示される(実験範囲: 表1)。図中、実線で壁面噴流の場合を示し、破線で自由跳水の場合を示す。

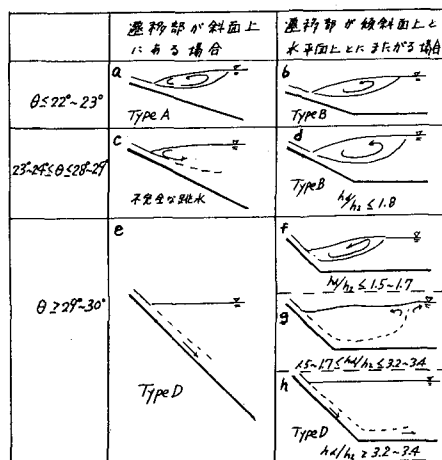


図1

a).  $\theta \leq 22^\circ \sim 23^\circ$  の場合 与えられた $F_1$ 、 $h_2/d_1$ に対して顕著な表面渦が観察される(図1 a, b)。また、 $U_m$ の減衰に対する表面渦の効果は大きく、A, B, C型跳水が形成される(図2)。

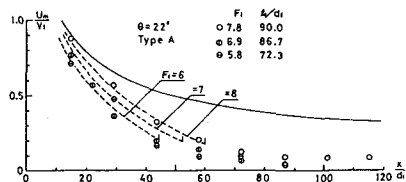


図2

b).  $23^\circ \sim 24^\circ < \theta < 28^\circ \sim 29^\circ$  の場合

I). 遷移部が傾斜面上にある場合  $\theta \leq 22^\circ \sim 23^\circ$  の場合の

ような顕著な表面渦は観察されず、 $U_m/v_1$ と $x/d_1$ との関係は $F_1$ によらない(図3)。また、 $U_m/v_1$ は $x/d_1 \leq 50 \sim 60$ で大きく減衰する。 $x/d_1 > 50 \sim 60$ では $U_m$ の減衰は小さく、与えられた $F_1$ に対して $(U_m/v_1)_{\theta=23^\circ \sim 24^\circ} > (U_m/v_1)_{\theta=22^\circ \sim 23^\circ}$ である。すなわち、この傾斜角では跳水の形成は不完全である(図1 c)。

II). 遷移部が傾斜面と水平面上とにまたがっている場合  $h_2/h_1 \leq 1.8$  の場合、顕著な表面渦が観察され、 $U_m$ の減衰は壁面噴流の場合より大きく、B型跳水が形成される(図1 d)。この場合より $h_2/h_1$ が大きくなるに従って、表面渦は顕著でなくなり、 $U_m$ の減衰状況はI)の場合に近づく(図4)。

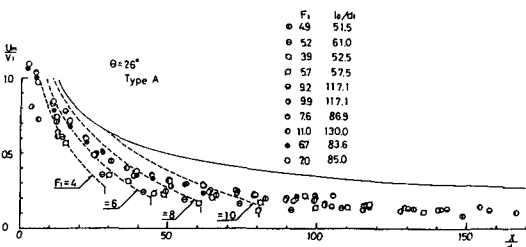


図3

C).  $\theta \geq 29^\circ \sim 30^\circ$  の場合 傾斜面上における $U_m$ の

減衰は壁面噴流の場合と同様となる。すなわち、流速の減衰に対する表面渦の効果は認められず、A型跳水は

形成されない(図1e)。  $h_d/h_2 \leq 1.5 \sim 1.7$  の範囲では、顕著な表面渦が観察され、自由跳水と類似した  $h_m$  の減衰状況を示すB型跳水となる(図1f, 5)。また、 $1.5 \sim 1.7 \leq h_d/h_2 \leq 3.2 \sim 3.4$  では、 $h_d/h_2$  が増加するに従って、表面渦は顕著でなくなり、 $h_m$  の減衰に要する流下距離  $x$  は長くなる(図1g, 6, 7)。さらに、 $h_d/h_2 \geq 3.2 \sim 3.4$  の場合、Type D となる(図1h)。

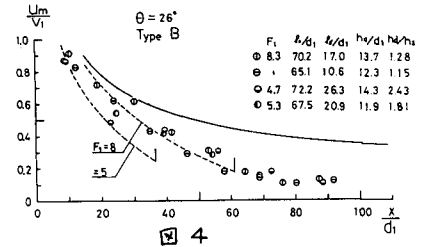


図4

2. 最大流速の生じる水路底からの距離  $z$   $h_m$  が流下するに従ってどのように変化するかを知らるため、実験値を  $z(h_m/d_1, x/d_1) = 0$  の関係で整理し、図8と比較すると次のことが理解される。

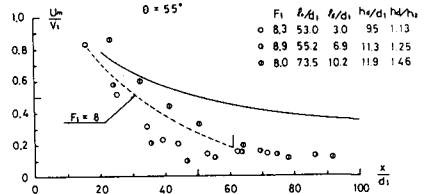


図5

a).  $\theta \leq 22^\circ \sim 23^\circ$  の場合  $x/d_1 \leq (0.6 \sim 0.7) l_0/d_1$  で水平水路の自由跳水の場合 ( $h_m/d_1 = (0.130/\sqrt{F_1}) x/d_1 \dots (1)$ ) に近い変化を示す。

b).  $23^\circ \sim 24^\circ \leq \theta \leq 28^\circ \sim 29^\circ$  の場合 遷移部が傾斜面上にある場合、潜り跳水の近似式 ( $h_m/d_1 = 0.025 x/d_1 \dots (2)$ ) をほぼ満足する。また、遷移部が傾斜面と水平面とにまたがっている場合、 $x/d_1 \leq (0.6 \sim 0.7) l_0/d_1$  で式(2)をほぼ満足する。

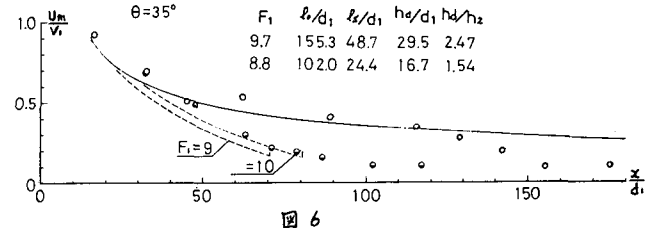


図6

c).  $\theta \geq 29^\circ \sim 30^\circ$  の場合 Type B において  $x/d_1 \leq (0.6 \sim 0.7) l_0/d_1$  で、壁面噴流の場合と同様な式 ( $h_m/d_1 = 0.013 x/d_1 \dots (3)$ ) を満足する。  $x/d_1 \geq (0.6 \sim 0.7) l_0/d_1$  では、 $h_m$  の変化は急に大きくなる。

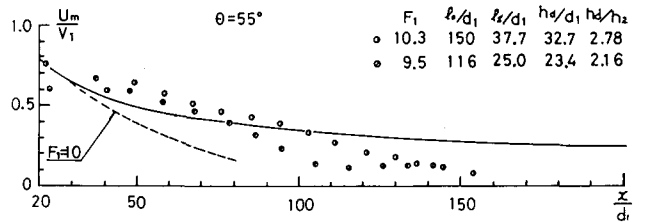


図7

最後に本研究を行なうにあたって、ご指導頂いている栗津清蔵教授に感謝申し上げます。

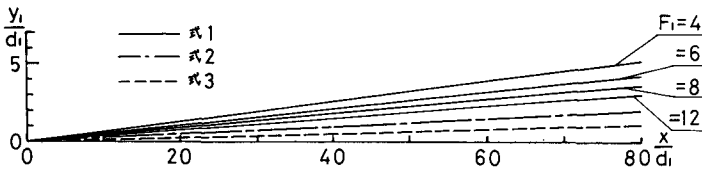
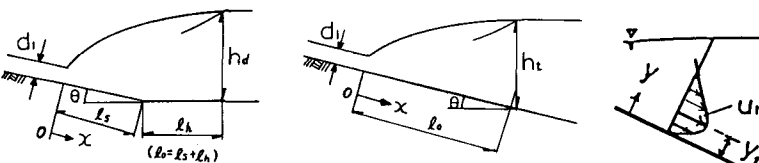


図8

(記号)



$V_1$ : 遷移部始端の平均流速  $h_2 = d_1(\sqrt{8F_1^2 + 1} - 1)/2$   $F_{r1} = V_1/\sqrt{g d_1}$   
 $F_1 = V_1/\sqrt{g d_1 \cos \theta}$   $x$ : 遷移部始端を原点として、水路底に沿った座標  
 $x = l_0$ :  $h_m$  が流下方向にほとんど変化しなくなる最初の断面の位置

| $\theta$ (tan $\theta$ ) | $F_1$         |
|--------------------------|---------------|
| $14^\circ$ ( $1/4$ )     | $3.5 \sim 10$ |
| $18.5^\circ$ ( $1/3$ )   | $5 \sim 9$    |
| $22^\circ$ ( $1/2.5$ )   | $5 \sim 9$    |
| $24^\circ$ ( $1/2.2$ )   | $4 \sim 10$   |
| $26^\circ$ ( $1/2.1$ )   | $3.5 \sim 12$ |
| $28^\circ$ ( $1/1.9$ )   | $3 \sim 7$    |
| $30^\circ$ ( $1/1.7$ )   | $6 \sim 10$   |
| $35^\circ$ ( $1/1.4$ )   | $6 \sim 13$   |
| $45^\circ$ ( $1/1$ )     | $7 \sim 12$   |
| $55^\circ$ ( $1/0.7$ )   | $7 \sim 14$   |

表1

この報告は、36回土木学会年報X-257(1981)「傾斜水路における跳水内部の流達特性について」で発表したもの、実験範囲を拡大し、検討を加えたものである。