

日大 理工 正 大 津 岩 夫
日大 大学院 学 ○ 春 日 貴 士
日大 理工 学 桑 田 哲 義

従来、開水路段落部の水理に関する実験的研究としては、常流を対象とした芦田¹⁾、椿ら²⁾の研究、乱れ特性を主とした今本ら³⁾⁴⁾、Ethevidge and Kemp⁵⁾の研究がある。しかしながら、段落部において常流から射流を経て常流へと遷移する場合(図-1)の水理特性に関しては、ほとんど研究がなされていないようである。実際、このような流況は取水堰や床固めのような段落部付近およびその下流においてよく見られ、その水理特性を知ることが適切な河床保護工の設計上必要である。ここでは、研究の第一歩として図-1に示す段落部($\theta = 22^\circ, 45^\circ$)について射流から常流へ遷移する流れの遷移領域の長さ、遷移領域内部の流速特性について実験的検討を加えた。

実験 実験は図-1、表-1に示される条件のもとで行なった。

遷移領域の長さ 流速分布が流下方向にほとんど変化しなくなる最初の断面を $X = L_t$ とし、 L_t は遷移領域の長さとする。 $X \geq L_t$ での流速分布はほとんど変化せず、一般開水路の場合と同様になる。最大流速 U_m について式①の関係で資料を整理すると図-2~3のように示される。

$$f((U_m - U_1)/U_1, X/L_t) = 0 \quad \text{--- ①}$$

$\theta = 22^\circ, 45^\circ$ の場合ともに U_m は $X \leq L_t$ で大きく減衰し、 $X > L_t$ では U_m はほとんど減衰しない。

L_t も遷移領域における

エネルギー損失に関係す

るものと考え、式②の関係で整理すると図-4のように示される。

$$f(L_t/H_L, H_L/H_1) = 0 \quad \text{--- ②}$$

図中、実線は自由跳水の場合の遷移領域の長さ(式③)⁷⁾を示し、実験値は

$\theta = 22^\circ, 45^\circ$ の場合ともにこの線とほぼ一致している。

$$\log(L_t/H_L) = -1.71(H_L/H_1) + 1.72 \quad 2.3 \leq F_1 \leq 9.5 \quad \text{--- ③}$$

H_L/H_1 が小さくなると L_t/H_L が大きくなるのは、 H_L/H_1 が小さい場合、表面渦、乱れともに小さく、 H_L/L_t が小さくなるためと考えられる。

遷移領域内部の流速特性

(1) 最大流速の減衰 U_m の減衰状況を式④の関係で整理すると図-5~6のように示される。

$$f(U_m/U_1, x/d_1) = 0 \quad \text{--- ④}$$

図中、実線は壁面噴流の場合を示す。 $\theta = 22^\circ$ 、 $1.6 \sim 1.7 \leq W/H \leq 2.7 \sim 2.8$ ($H = \frac{3}{2}h_c$)の場合、 U_m/U_1 と x/d_1 の関係は F_1 、 h_d/h_2 にほとんどよらない。 U_m/U_1 は $x/d_1 \leq 40 \sim 60$ で減衰する。 $\theta = 45^\circ$ 、 $0.7 \leq W/H \leq 0.8$ の場合、 U_m/U_1 は $x/d_1 \leq 20 \sim 25$ で減衰する。 U_m/U_1 の減衰される範囲が $\theta = 22^\circ$ の場合と異なるのは θ 、 W/H の効果によるものと考えられる。また、 $\theta = 22^\circ, 45^\circ$

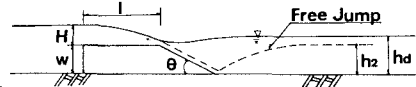


図-1

表-1

$\theta = 22^\circ$	$L = 37.5 \text{ cm}$ $W = 20.0 \text{ cm}$ $B = 80.0 \text{ cm}$
$\theta = 45^\circ$	$L = 14.0 \text{ cm}$ $W = 10.0 \text{ cm}$ $B = 20.0 \text{ cm}$

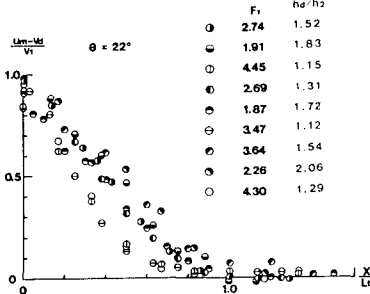


図-2

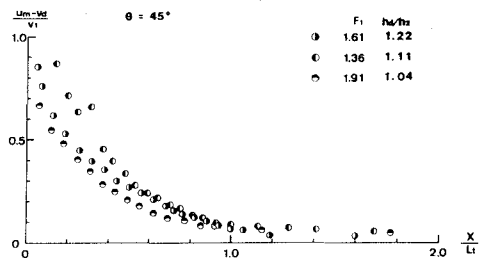


図-3

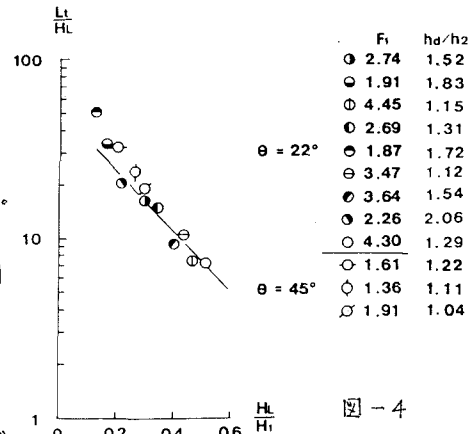


図-4

の場合ともに u_m は壁面噴流の場合よりも大きく減衰する。

(2) y_1 の変化について

y_1 (図-7) の変化について式⑤の関係で資料を整理すると図-8~9のよう示される。

$$f(y_1/d_1, x/d_1) = 0 \text{ ---- ⑤}$$

図中、実線は着り跳水の近似式 ($y_1/d_1 = 0.025 x/d_1$) を示す。

(3) 流速分布 水路床に

垂直な断面の x 方向の流速 U の測定値を式⑥の関係で整理し、一例を図-10に示す。

$$f(U/U_m, y/Y) = 0 \text{ ---- ⑥}$$

実験値は与えられた θ に対し

て F_1, x に無関係に $0.1 \sim 0.3 \leq x/l_0 \leq 0.5 \sim 0.7$ でほぼ相

似な分布を示す。図中、比較のため着り跳水の近似曲線、自由跳水、壁面噴流の曲線を示す。

(4) Y の変化について Y (図-7) の変化について式⑦の関係で資料を整理すると図-11~12のよう示される。

$$f(Y/d_1, x/d_1) = 0 \text{ ---- ⑦}$$

図中、実線は着り跳水の近似式 ($Y/d_1 = 0.114 x/d_1$) を示す。

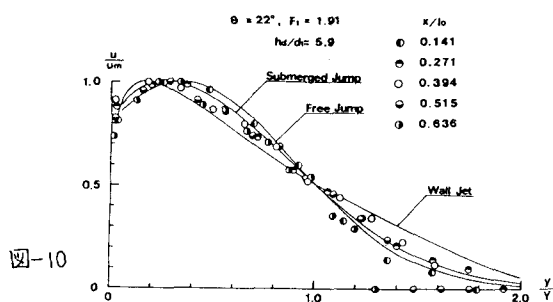


図-10

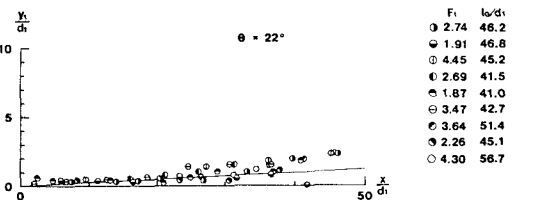


図-8

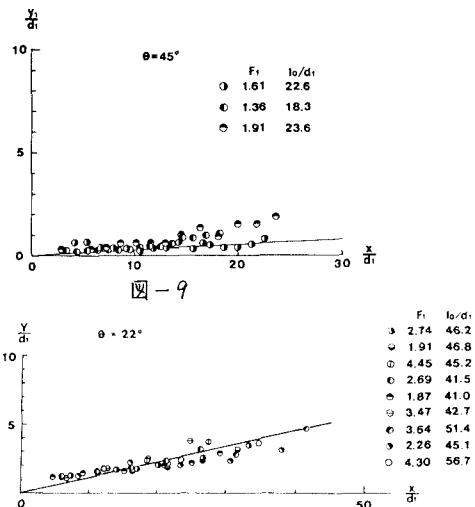


図-9

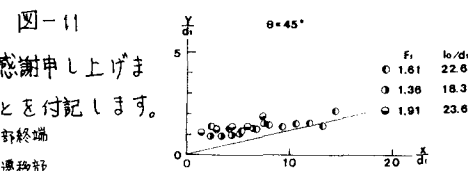
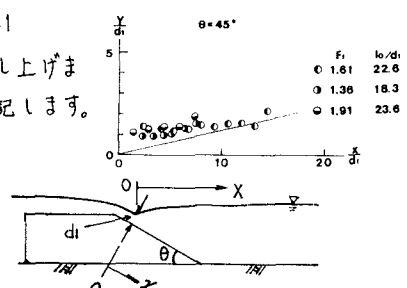


図-11



本研究を行なうにあたり、御指導載っている栗津清蔵教授に感謝申し上げます。また、実験に土木工学科4年、宮崎信通君の協力を得たことを付記します。

記号

B: 水路幅 h_c : 限界水深 U : 遷移部始端の平均流速 l_0 : 遷移部終端の平均流速 x : 遷移部始端を原点とし、水路床に沿った座標 l_0 : 遷移部始端断面から終端断面までの水路床に沿った長さ d_1 : 遷移部始端での水路床に直角方向の水深 H_1 : 水平水路床を基準とした遷移部始端の全水頭 H_2 : 水平水路床を基準とした遷移部終端の全水頭 $H_L = H_1 - H_2$, $F_1 = U/\sqrt{g d_1 \cos \theta}$ h_2 : 段落部直下で自由跳水を生じる場合の共役水深

文献

- (1) 芦田 開水路断面急流部の水理に関する研究(2) 土木研究所報第246号 昭35.3. (2) 橋, 平野 段落部における流れの特性と浮流砂のふるい分けについて 土木工芸集 昭45.6. (3) 今本, 藤井 開水路断面急流部における流れの水理特性について(1) 京大防災研年報 昭50.4. (4) 今本, 藤井, 西尾, 田中 開水路断面急流部における流れの水理特性について(2) 京大防災研年報 昭53.4. (5) D.W. ETHERIDGE and P.H. KEMP VELOCITY MEASUREMENTS DOWNSTREAM OF REARWARD-FACING STEPS, WITH REFERENCE TO BED INSTABILITY Journal of Hydraulic Research 1977. No.2 (6) 天津 土木学会論文報告集第246号 昭46.2 (7) 天津 土木学会論文報告集第311号 昭51.7.