

C_{mean} の最大値を示している(本実験において $\theta=30^\circ$ の場合 $C_M=0.38$ 、 $\theta=55^\circ$ の場合 $C_M=0.55$)。同一の水路傾斜角度 θ および流入射流のフルード数 F_1 に対し、流入射流の気泡混入量および相対下流水深の変化に対する流況の変化を以下に説明する。

C_{mean}/C_M が小さい場合 ($0 \leq C_{mean}/C_M < 0.6$ 、図-2a)～c)参照)、水路水平面上に跳水が形成されている状態から相対下流水深を増加させると傾斜面と水平面とにまたがって跳水が形成され、表面渦の形成領域が大きくなる。相対下流水深をさらに増加させていくと高速流が水路底面付近に沿って下流側遠方まで続き、逆流域が広範囲にわたって形成される。

C_{mean}/C_M が大きい場合 ($0.8 < C_{mean}/C_M \leq 1.0$ 、図-2d)～f)参照)、流入射流の気泡混入量および相対下流水深の大小に関わらず表面渦の形成される領域に大きな変化は認められない。これは流入射流に気泡が混入された場合、跳水内部において水路底面付近に位置する主流に気泡が連行され、気泡の浮力によって短区間で主流が水路床から水面に向かって上昇しやすくなるためである。この結果、下流水深が十分大きくなると水路傾斜面上で跳水が形成される。

流入射流の気泡混入量による遷移長の変化

流入射流の断面平均された気泡混入率 C_{mean} を C_M で除した量 C_{mean}/C_M による遷移長 L_j/h_2 の変化を図-3に示す。ここで、遷移長 L_j は遷移部始端から逆流が常に観察されなくなった断面までの水平距離を示し、遷移部終端では流速が十分減衰している⁴⁾。図に示されるように、下流水深が十分大きい場合 ($h_d/h_2 = 3.2 \sim 3.5$)、 $C_{mean}/C_M \leq 0.6$ で $L_j/h_2 \approx 14 \sim 16$ となり、 $0.6 < C_{mean}/C_M \leq 0.8$ で L_j/h_2 は大きく減少し、 $C_{mean}/C_M > 0.8$ で $L_j/h_2 = 5 \sim 6$ となり自由跳水長²⁾とほぼ同じ値を示す。なお、 $\theta=30^\circ$ と 55° との違いは認められない。また、水路接合部に跳水始端が位置する場合 ($h_d/h_2 = 1.0 \sim 1.1$)、水面勾配の影響で跳水部に気泡が混入されやすく θ および C_{mean}/C_M の大きさに関わらず $L_j/h_2 = 5 \sim 6$ となる。

流入射流の気泡混入量による跳水部の気泡混入量の変化

跳水部の気泡混入量の変化を図-4に示す。ただし、跳水始端での気泡混入率 C_{mean} が C_M となる場合を対象とする。また、 C_o は跳水部の各測定断面において $y=0$ から $y=y_{0.9}$ までの平均された気泡混入率を表している。図-4に示されるように、 C_o/C_{mean} は水路傾斜角度 θ 、相対下流水深 h_d/h_2 によらず X/L_j によって整理される。

まとめ

水路傾斜角度 $\theta=30^\circ$ および 55° の傾斜水路における射流から常流へ遷移する流れを対象とし $0 \leq C_{mean}/C_M < 0.6$ と $0.8 < C_{mean}/C_M \leq 1.0$ で下流水位の変化に伴う流れのフローパターンが異なることを明らかにした。また、 C_{mean}/C_M および h_d/h_2 による L_j/h_2 の変化を示し、 $0 \leq C_{mean}/C_M < 0.6$ と $0.8 < C_{mean}/C_M \leq 1.0$ で L_j/h_2 の変化が異なることを明らかにした。さらに、 $C_{mean}=C_M$ の場合、跳水部の各測定断面における平均された気泡混入率 C_o と C_{mean} との比 C_o/C_{mean} は水路傾斜角度 θ および相対下流水深 h_d/h_2 に関わらず X/L_j によって変化することを示した。

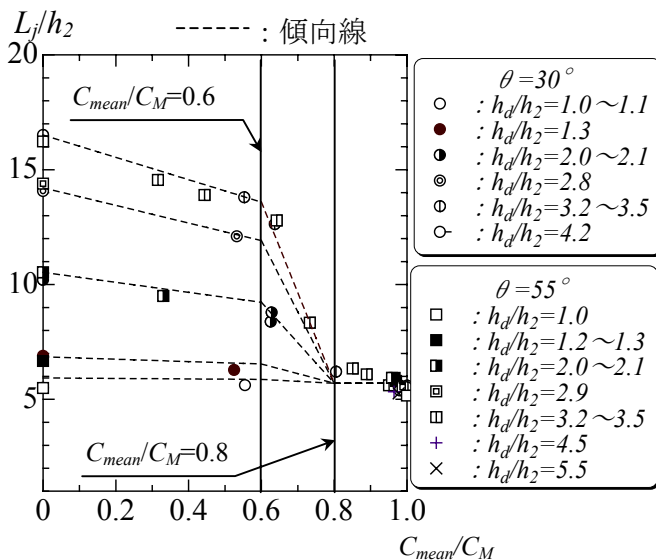


図-3 C_{mean}/C_M による遷移長の変化

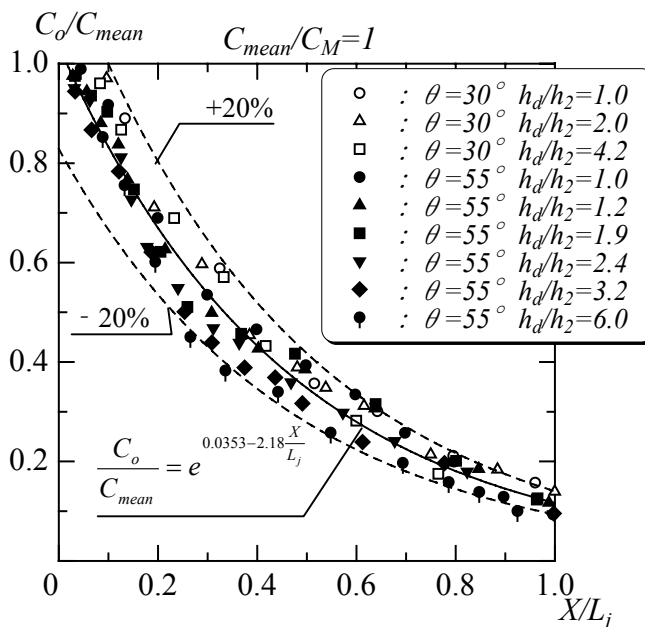


図-4 遷移部内部の気泡混入率の変化

($C_{mean}/C_M=1$)

参考文献

- 1) W. H., Hager.: "Energy Dissipators and Hydraulic Jump", Water Science and Technology Library, vol.8, KLUWER, 1992.
- 2) Ohtsu, I., Yasuda, Y., and Awazu, S.: Free and Submerged Hydraulic Jump in Rectangular Channels, Report 35, Research Institute of Science and Technology, Nihon University, pp.1-50, 1990.
- 3) Ohtsu, I. and Yasuda, Y.: "Hydraulic Jump in Sloping Channels", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 117(7), pp.905-921, 1991.
- 4) 安田, 高橋, 小林, 大津: "傾斜水路の跳水特性に対する空気混入射流の影響", 水工学論文集, 土木学会, 第46巻, pp.601-605, 2002.
- 5) 小林, 安田, 大津: "傾斜水路の跳水特性に対する気泡混入射流の影響", 土木学会第59回年次学術講演会, pp.259-260, 2004.
- 6) Ohtsu, I., Yasuda, Y., and Takahashi, M.: "Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.30, No.9, pp.860-869, 2004.