

3. 段落ち流れについて 水面変化を伴う流れの極端な例として、段落ち高さや流量あるいは下流側水深の条件によって流況が著しく変化する段落ち流れについて数値計算を実行し、実験結果と比較検討した。

実験条件： 実験水路は幅30cm、長さ7.5mの長方形断面水路で、その中に高さ2cmの塩ビ製の板を設置し、段落ちを形成した。流速計はピトー管とホトフィルムを用い、サンプリング周波数100Hzで計測時間は1点につき41秒として、計測点は水路の中央にとった。実験条件は特に下流側水深に注目し、単位幅流量 $q=0.017\text{m}^2/\text{s}$ 、水路勾配 $s=0.001$ で、段落ち部の下流3.5mで堰を設けることにより下流側フルード数を $Fr \approx 1.86$ (case1), 0.5 (case2), 0.4 (case3)の3通りに変化させ、3種の流況を発生させた¹⁾。

水面形変動が比較的小さい場合： case3では、初期水面形として $x=2\text{m}$ で実測水深をとり水路底に平行な水面形を与え計算を実行した。このケースでは、図4に示すように断落ち部で若干ずれるものの水面形を全般的によく再現している。図5は計算による段落ち下流部の流況を示したものであるが波状跳水のような挙動を示している。また、段落ち後流域の大きさは段落ち高さの8倍程度となり中川、福津²⁾の結果より大きくなるが、本実験結果と一致する妥当な結果が得られた。

水面形変動がかなり大きな場合： case1, case2のような水面形変動が大きく急激なケースについては、全体を平行水面として計算を出発させると圧力の不安定から発散を招きやすい。したがってこの場合は、初期水面形として実測値より推測される水面形を与え計算を実行させた。図6のベクトル図は計算による断落ち下流部の流況を示したものであるが、下流端も射流となる(a)では主流水脈が鉛直下向きに湾曲する流況をよく再現している。このケースでも主流水脈と水路床の間に後流域が形成されるが、後流域は、断落ち高さの2~3倍程度になり実験値の後流域の大きさとはほぼ一致する。しかし、(b)の下流端フルード数 $Fr=0.5$ の場合で完全跳水を伴う流れでは、跳水を伴う流れのために水面形状は非常に不安定となり、水面形状は再現できなかった。また水面での逆流域も現れないが水面近くで減速する傾向は認められ、底面近傍の流れ構造の変化過程は全体としてかなり再現できたといえる。

4. 結論と展望 水面形変動を考慮した流況の予測が本研究で用いた簡便な方法によっても比較的水面形変動が小さな場合には水面形を含めた流況の予測が十分可能であり、水面形変動がかなり大きな場合でも初期水面形を与えることによりある程度の流況の予測が可能であるといえる。また、図7に示したような広頂堰やトレンチを過ぎる流れにおいても水面形の変化を含めて妥当な計算結果が得られたと考える。

参考文献 1)鈴木、道上、檜谷、Ibrahim: 第29回水理講演会論文集、pp.615-620, 1985.

2)Nakagawa, Nezu: J. Hydraulic Research, vol.25(1), pp.67-88, 1987.

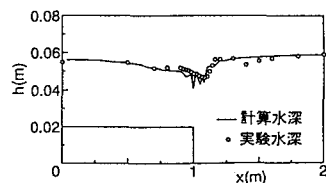


図4 水面形の比較

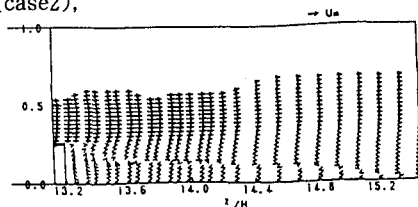
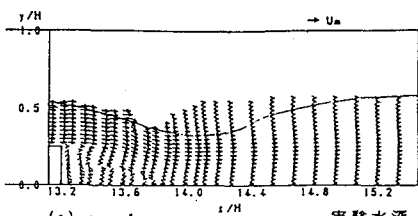
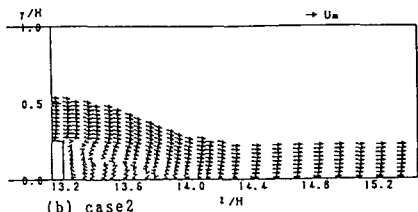


図5 流速ベクトル図(case3)



(a) case1



(b) case2

図6 流速ベクトル図(case1,2)

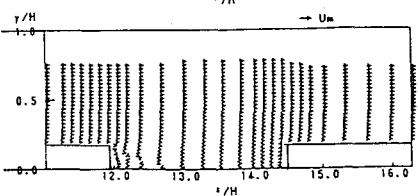
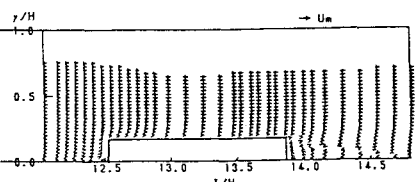


図7 流速ベクトル計算例