

(Ⅱ-67) 階段式魚道の水理特性

○ 建設省土木研究所 正会員 田中 和浩
建設省土木研究所 正会員 柏井 条介

1. はじめに

最近、河川の生態系の保全のためダムや堰等の河川横断工作物に魚道を設置する事例が多くなっている。その魚道の設計は、経験的あるいは机上の推論をもとに行われており、魚類内の水理特性と魚類の移動を含めた遡上特性という、両方の特性を合わせた設計方法が望まれている。本報告では我が国で最も一般的に使用されている階段式魚道について、魚道の水路勾配・落差及び越流水深の各パラメーターを変化させて実験を行い、魚道内の水理特性について調査したので報告する。対象とした隔壁越流頂部形状は越流水の剥離を極力小さくするよう配慮した形状であり、この種の隔壁形状のものについての水理特性は十分に把握されていないのが現状である。なお、本実験とともにアユを用いた遡上実験¹⁾も行が、ここでは魚道内の水理特性の内の流況と流速を告する。

2. 实验概要

階段式魚道は、水路横断方向に隔壁を設けてプールを作り、プール間に落差を設けて越流させ流下させていく魚道である。図-1に、今回実験に用いた二次元水理模型及び魚道諸元を示す。実験は、プール数4段の模型にて行い、水路勾配及び落差を変化させた。実験の観測項目は、流量、水路縦断方向中央の流速、水面形、プール内の流況であり、流速は二方向電磁流速計を用いて計測した。

3. 實驗結果

3.1 放流量特性

図-2に $S=1/10$ 、 $\Delta h=10\text{cm}=R$ の場合について流量を順次増加させていった場合の流量係数 $C(=Q/BH_0$ 、 H_0 :越流水頭)と H_0/R の関係を示す。 H_0/R が1.2付近以上において流量係数が減少しているが、流況観察によれば $H_0/R=1.2$ 以下では流況として好ましいといわれている落下流状態、1.2以上では好ましくないといわれている表面流状態となっており、表面流状態では C が小さくなることがわかる。落下流状態では、 H_0/R が大きくなり $H_0/R \geq 0.8$ 程度において小さくなっている。この原因として、流れは落下流状態を保ってはいるものの水脈は壁面から離

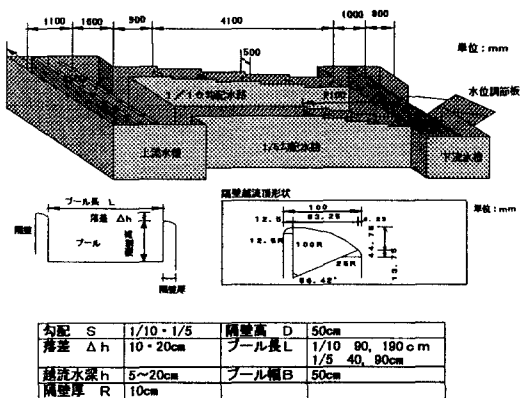


图-1 阶段式鱼道模型图

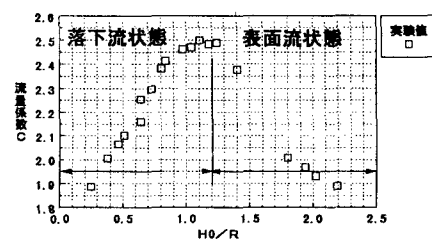


図-2 越流水頭と流量係数
($S=1/10, \Delta h/R=1$)

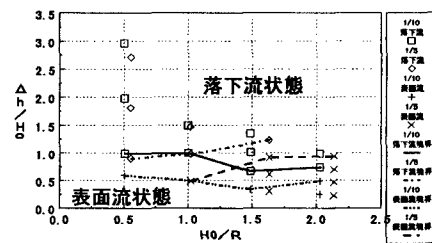


図-3 流況の区分

は越流水脈の乱れの原因ともなり H_0/R は0.8程度以下が一つの目安となるものと思われる²⁾。

3.2 流況の区分

図-3に落下流・表面流の区分を背水に関するパラメーターである $\Delta h/H_0$ と隔壁上の負圧に関するパラメーターである H_0/R をパラメーターにして示す。図は、下流端隔壁においてある H_0 に対し水位調節板により Δh を大きい状態から順次小さくしていったものである。今回の実験範囲内では $H_0/R \leq 1.0$ では勾配 S には関係なく $\Delta h/H_0=1.0$ 程度以上において落下流状態が得られている。また、 $H_0/R > 1.0$ では S の影響もみられ、 S が大きい場合にはより大きな $\Delta h/H_0$ において落下流状態となっている。ここで3.1で示した放流水脈の安定の観点から安全をみて仮に $H_0/R=0.6$ を設定し、これに対し落下流状態を得るための $\Delta h/H_0$ を1.1として H_0 、 Δh 、 R を求めると、図-4のようになる。図-4の直線より上方において安定した落下流状態を得ることができる。

3.3 プール内底面付近の流速

越流水脈の流速のプールでの低減状況を知るため、越流水脈のプール内への突入流速 $v_0 (= \sqrt{2g\Delta h})$ と近似)に対する底面から5cmの位置の流速の比を調査した。結果を図5～7に示す。ここに、 u_1 、 u_2 、 u_3 、はそれぞれ隔壁から10cm離れた位置・中央部・下流隔壁から10cm離れた位置の流速であり、下流方向を正としている。図の横軸は越流水脈の減勢が壁面噴流における減勢により表されると考えて選定したもので、流速測定位置までの距離 L_d (隔壁高+測定位置までの水平距離)と水脈厚 h_0 の比とした。当然のことながら u_i/v_0 が正のものは落下流に、負のものは表面流に対応し、表面流ではプール底面付近の流れは上流向きとなる。今、落下流についてみると、奇数番のプールでの流速が大きい傾向にあり、特に上流端であるNo.1プールの流速は他のプールと比較して大きいことがわかる。これは、No.1プールでの越流水脈の乱れがほとんどないのに対しこれ以降のプールではプール内での減勢が十分でないことによる越流水脈の乱れの影響が存在するためである。 u_1/v_0 は、 L_d/h_0 が大きいほど小さくなる傾向があるが、No.1プールを除き u_1/v_0 は0.3程度以下にある。No.1プールを含めた u_2/v_0 、 u_3/v_0 では0.4程度以下にある。この値は、アユやニジマス等の突進速度に対する巡航速度の比率程度以下³⁾の流速と考えることができる。

4. おわりに

本報告では、水路勾配を変化させた2種類の水路で越流水深・落差を変化させた水理実験を行い、階段式魚道における流況、流速と諸元の関係を調査した。今後は、隔壁高等さらに実験ケース数を増やしデータの蓄積を行うとともに、魚の遡上効果との関係を整理していく必要がある。

参考文献 1)田中和浩 階段式魚道におけるアユの遡上特性 土木研究所資料第3386号 1995年12月

2)柏井条介・村岡敬子・田中和浩 階段式魚道の水理特性 土木技術資料VOL. 36, No. 11

3)広瀬利雄・中村中六編著 魚道の設計 山海堂 1991年12月

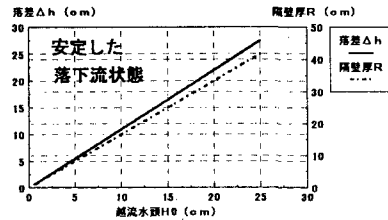


図-4 越流水頭と落差・隔壁厚の関係
($S=1/10, 1/5$)

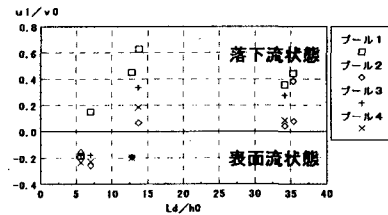


図-5 u_1 と L_d/h_0 の関係

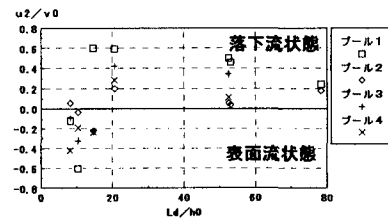


図-6 u_2 と L_d/h_0 の関係

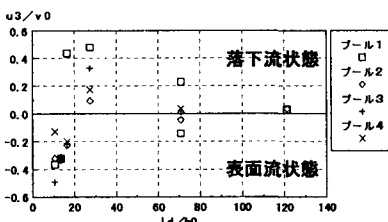


図-7 u_3 と L_d/h_0 の関係