

54 スリット魚道の実験的考察

(株)建設技術研究所 ○栗山義英
京都大学農学部 水山高久
(財)建設技術研究所 阿部彦七
(株)建設技術研究所 坂東 高

1. はじめに

砂防ダムや床固工等の落差工に設ける魚道の形式としては階段式と斜面式とがあり、我が国では階段式を採用している例が多い。また魚道の取り付け位置は、通常落差工の水通し断面の中央部又は左右両岸のいずれか1箇所に設けている例が多く見られる。しかし、砂防河川では土砂移動が激しく、且つ河床砂礫の粒径が大きいことから、魚道を設置した場合に階段部の隔壁で摩耗・破損を生じたり、砂礫堆の形成によって流路が変動して魚道が閉塞したりして流水を思うように導くことができないことも多い。また構造的にも隔壁を設ける等複雑なものとなっている。このようなことから、近年魚道に常時流水を導き、且つ単純な構造とする目的として、床固工の水通し部に何箇所かの切り欠きを設けたスリット型の魚道が計画・施工されるようになってきている。今回、ある砂防河川を対象としてスリット魚道の水理特性を実験的に把握し、これまで研究されている^{1), 2)} 魚の遊泳能力との比較を行ったので、ここに報告する。

2. スリット魚道の特徴

スリット魚道は、階段式に比べ単純な構造とすることを目的としていることから、特徴的な点を利点、欠点としてまとめると以下のようである。

利点 …… ①従来の魚道に比べて、流水が魚道にある可能性が高い。

スリット上流部の魚道が呼び水水路の役割を果たすことから、落差工下流部に設ける階段式魚道に比べて、流水が魚道にある可能性が高い。

②魚道の維持管理が容易であり、耐久性に勝れている。

階段式魚道では、隔壁間に堆砂した場合には機能維持のため除石を行う必要があるが、スリット魚道では隔壁を設けないことから、スリット自体の閉塞がない限り除石の必要が無い。また階段式魚道では、隔壁厚が薄いものが多く損傷している例が多いが、スリット魚道では落差工本堤を切り欠くことから、階段式魚道に比べ耐久性に優れていると考えられる。

③施工性、経済性に優れている。

階段式魚道は設計・施工が複雑であるが、スリット魚道は本堤に切り欠きを設けるだけで済むことから、施工性、経済性に優れている。

欠点 …… ①同流量では、従来の魚道に比べて流速が大きくなる。

スリット魚道では、上流部の魚道勾配が、河床勾配よりも急となることから、階段

式魚道に比べて流速が大きくなり、魚の遡上が可能か否か懸念される。

2. 実験の概要

2.1 モデル河川の概要

今回の実験に対象としたモデル河川は、流域面積約 100km^2 、流路延長約 20km 、計画対象流量 $1,000\text{m}^3/\text{sec}$ で、流路工幅 80m 、計画河床勾配 $1/45$ の流路工が計画されている。河床材料は、平均粒径 26.8cm 、90%粒径 64.7cm である。流路工内には落差 0.5m 、 1.0m の床固工が設けられ、この床固工に魚道として幅 4.0m 、高さそれぞれ 0.5m 、 1.0m のスリットが3基設けられた（図-1）。また魚道内に流水を導くため、魚道の上流側をスリット幅に合わせて河床勾配 $1/10$ で掘削し、その表面を90%粒径の礫で覆っている（図-2）。

2.2 実験内容

モデル河川の平水流量である $Q=5.0\text{ m}^3/\text{sec}$ から魚が遡上可能と考えられる $Q=30.0\text{ m}^3/\text{sec}$ までの流量について $5.0\text{ m}^3/\text{sec}$ きざみに魚道流入部とスリット部における水深と流速を測定した。なお、模型の縮尺は $1/40$ である。

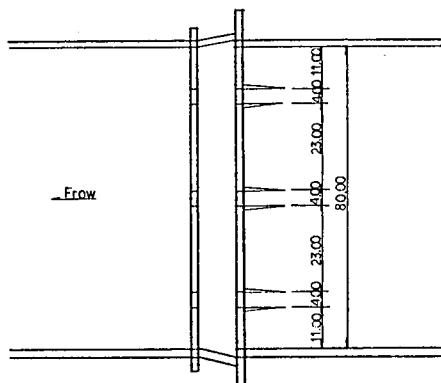


図-1 スリット魚道平面概要図

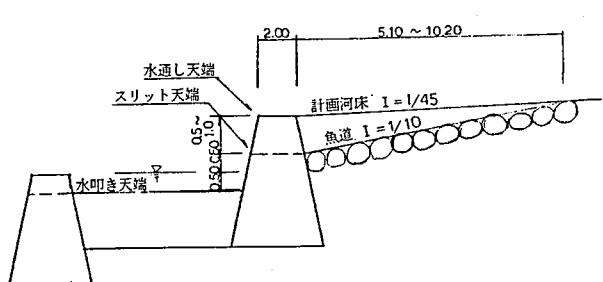


図-2 スリット魚道縦断概要図

3. 実験結果

3.1 水深と流量の関係

魚道流入部とスリット部における水深と流量の関係を図-3～6に示す。図-3～4はスリット深を 0.5m とした場合で、図-5～6はスリット深を 1.0m とした場合である。図中の実線はスリットの無い状態（河床勾配 $1/45$ ）における等流水深（計算値）を表わし、破線はスリット部上流側の河床勾配 $1/10$ における等流水深（計算値；図ではスリット有としている）を表わしている。図より、流入部ではスリット深 0.5m 、 1.0m の場合とも実験値は計算値を上回っている。これは、流水がスリット部に集中することが原因している。スリット深 0.5m と 1.0m とを比較すると、スリット深 1.0m の方が水深が大きくなっていること、流水の集中度合いがスリット深が大きい方が大きくなることを示している。

また、スリット部では実験値が計算値の2～3倍の水深となっている。スリット部における水深の増加は、魚道部での側方からの流水の進入によって、流入部よりスリット部での流量が増加しているためである。

以上の結果より、魚道をスリット式にすると、魚道内での水深の確保が容易になり、魚の遡上に対して効果的であると考えられる。

3.2 流速と流量の関係

魚道流入部とスリット部における流速と流量の関係を図-7～10に示す。図-7～8はスリット深を0.5mとした場合で、図-9～10はスリット深を1.0mとした場合である。図には、水深の検討結果と同様にスリットが無い場合と有る場合について計算値を示している。また、既往の魚道の研究結果¹⁾における魚の泳力限界（ニジマス、アユ）も示している。

図より、スリット流入部では実験値と計算値とはほぼ一致し、本実験の対象流量(5～30m³/sec)において魚の泳力限界より小さな値となっている。

これに対して、スリット部では流入部に比べて流速が大きくなり、スリット深が大きくなると、流速も大きくなる傾向がある（例えば、スリット深0.5mを1.0mにすると、スリット深0.5mの場合より流速が約1.5倍となる）。また、スリット深が大きくなると、上流側の掘削路が長くなるため、流水の側方からの流入が多くなることから、実験値が計算値の2～3倍大きくなっている。

以上の結果より、スリット魚道にした場合、魚の遡上可能な流量が従来の魚道に比べて小さくなると考えられる。すなわち、従来の魚道では5～30m³/secの流量で魚が遡上可能と考えられるのに対し、スリット深0.5mでは5～15m³/sec、スリット深1.0mでは5m³/sec程度の流量で魚が遡上可能となる。

4. おわりに

本検討結果から、スリット魚道は魚道部で水深が確保され魚の遡上に対して有効である反面、流速が大きくなり、対象流量に制約があることがわかった。今後、スリットの幅、深さ、基数について魚道上下流の河床変動を考慮して、詳細に検討を行う必要がある。なお、本検討のスリット魚道は洪水後に1～2基の閉塞はあるが、最低でも1基は機能していることが確認されている³⁾ことを追記しておく。

<参考文献>

- 1) 小山長雄：魚道をめぐる諸問題、1967.12
- 2) ダム技術 No.39 : VoL.1 , 1990.2
- 3) たから流路工水理模型実験：建設省北陸地方建設局神通川水系砂防工事事務所、1990.3

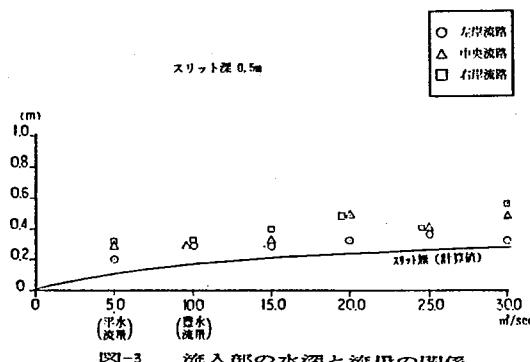


図-3 流入部の水深と流束の関係

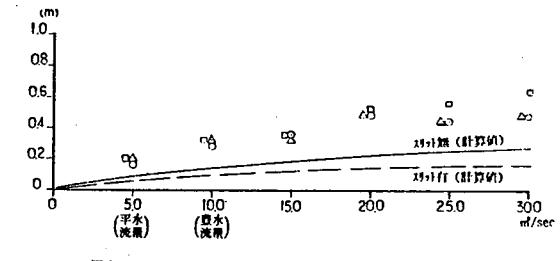


図-4 スリット部の水深と流束の関係

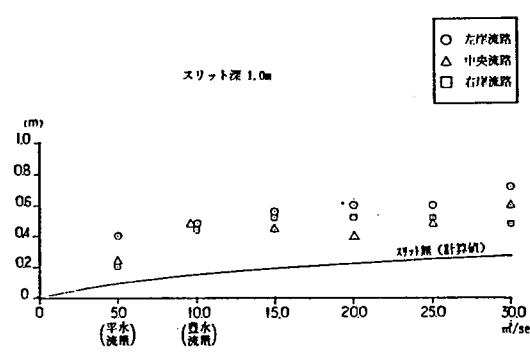


図-5 流入部の水深と流束の関係

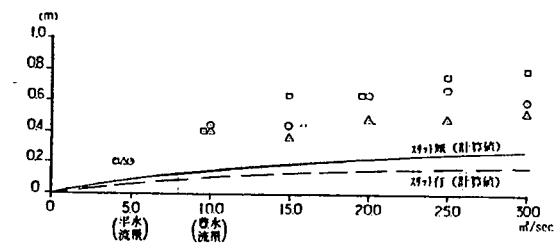


図-6 スリット部の水深と流束の関係

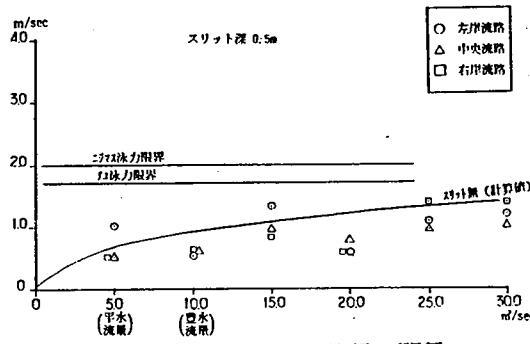


図-7 流入部の流速と流束の関係

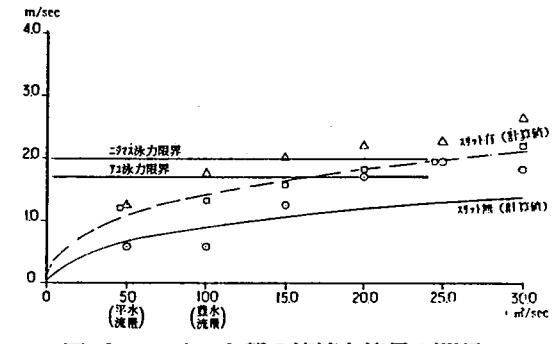


図-8 スリット部の流速と流束の関係

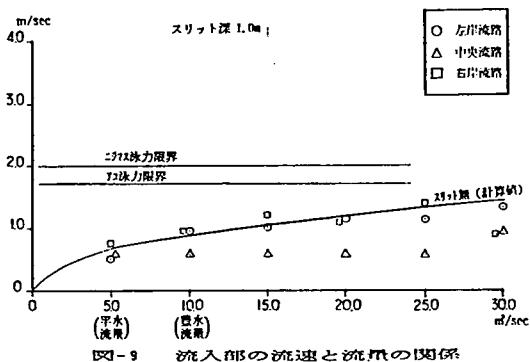


図-9 流入部の流速と流束の関係

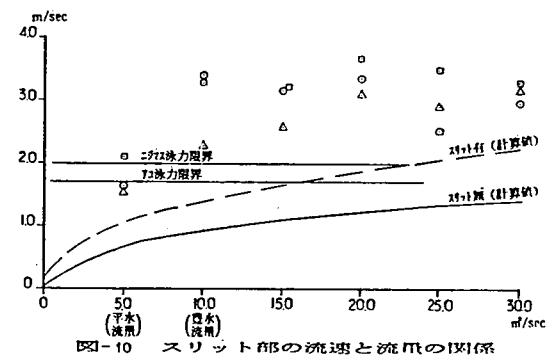


図-10 スリット部の流速と流束の関係