

# 魚道形式による土砂水理特性の変化に関する実験

建設省土木研究所 ○ 西中 悟、石川芳治  
 小山内信智  
 (株)建設技術研究所 長井 斎、村上正人

## 1. はじめに

近年、自然環境の保全や生物にやさしい施設造りへの関心の高まりとともに、溪流に砂防ダムや床固工を施工する際にも魚道を設けることが多くなり、種々の形状の魚道が施工されている。しかし、それぞれの魚道の水理特性を考慮して施工されているものは少なく、特に土砂の流入に対する魚道内の水理特性について検討している例は少ない。このため、砂防施設に魚道を設置する際の維持管理の観点からは、土砂の流入に対する魚道の水理特性を把握しておく必要がある。そこで、代表的な魚道である階段式、バーチカルスロット式、デニール式、アイスハーバー式の4タイプと流量調節機能付き階段式の計5タイプについて魚道内の土砂の挙動と水理特性を把握するため実験による考察を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 魚道模型

実験に使用した魚道の形状を図-1に示す。魚道の勾配は1/10で、模型の縮尺は階段式とバーチカルスロット式とデニール式が1/2、アイスハーバー式が1/3、流量調節機能付き階段式は1/4とした。

### 2.2 実験方法

実験は、魚道の形状によって模型縮尺が異なるため、フルード相似則が成り立つものとして実物値に換算した流量が同じになるように実験流量を設定した。実験対象流量は、洪水流量( $Q=0.4\text{ m}^3/\text{sec}$ )と平水流量( $Q=0.25\text{ m}^3/\text{sec}$ )の2流量とし、洪水流量において魚道内の土砂の挙動が安定するまで土砂を補給した後平水流量を無給砂で流し、河床の安定を待って水位と流速の計測を行った。実験砂は、平均粒径が7.5mmと23.6mmの2種類を使用し、土砂濃度0.2%で給砂を行った。

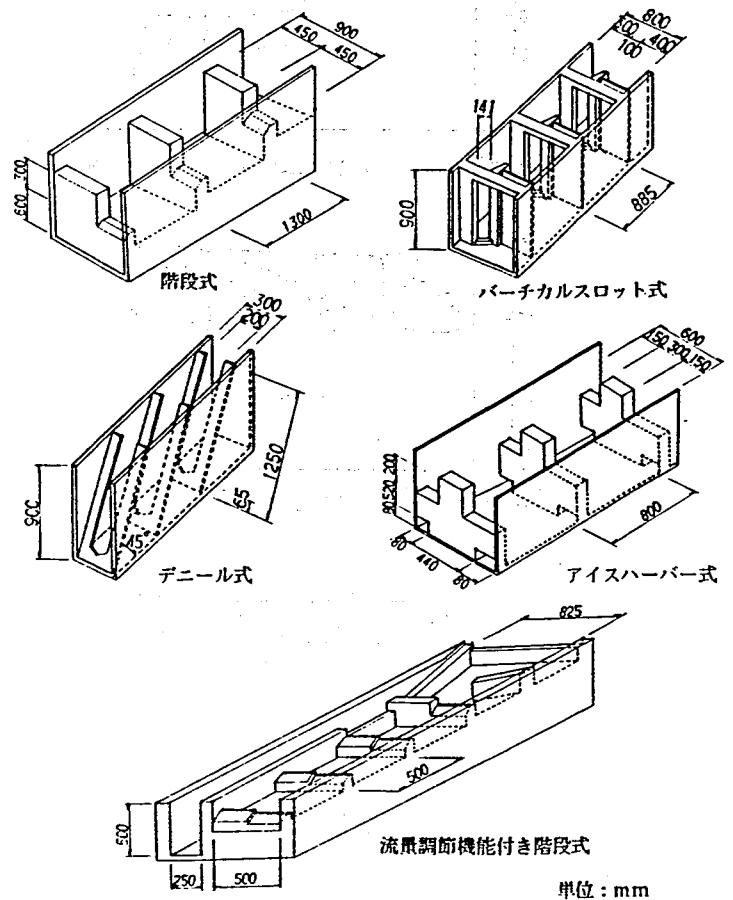


図-1 魚道模型の形状

### 3. 実験結果

各々の魚道についての実験結果を以下にまとめた。図-2~6 に平均粒径23.6mmの土砂を使用したときの魚道内の土砂堆積形状と流速分布を示す。ここでは、昨年度の実験\*)からイワナやヤマメの巡行速度の上限が 1.0~0.8m/secであることが明らかになっていることから、各タイプの魚道内の流速の比較として、1.0m/secを一つの目安とした。

#### 3.1 階段式魚道

洪水時に魚道内に流入して堆積した土砂は、平水流量(0.25 m<sup>3</sup>/sec) で幾らか吐き出されるが、大部分はそのまま残る。隔壁部の流速は大部分が1.0m/secを超えるが、イワナやヤマメは突進速度が 2.5m/secを超える遊泳力を持っていることから判断すると遡上可能な範囲と思われる。プール内は土砂が堆積しても水深は20~30cmあり、流速が1.0m/secを超える範囲も局所的であるため、休息するための空間は確保されている。

#### 3.2 パーチカルスロット式魚道

洪水時に流入した土砂はスロット部の直下流に堆積するが、平水流量でほとんど吐き出される。スロット部の流速は断面の5割程度が1.0m/secを超えるが、底面や側面の近傍は1.0m/sec以下の流速である。

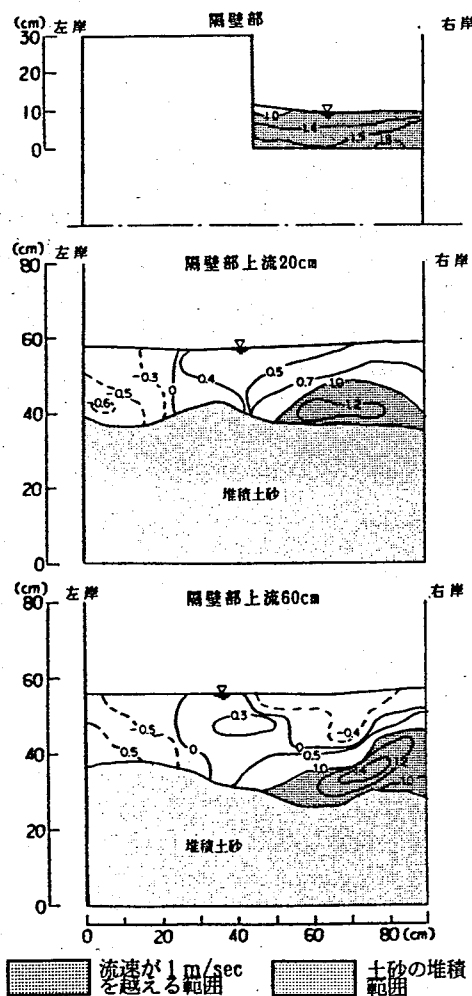


図-2 階段式魚道の土砂堆積形状と流速分布

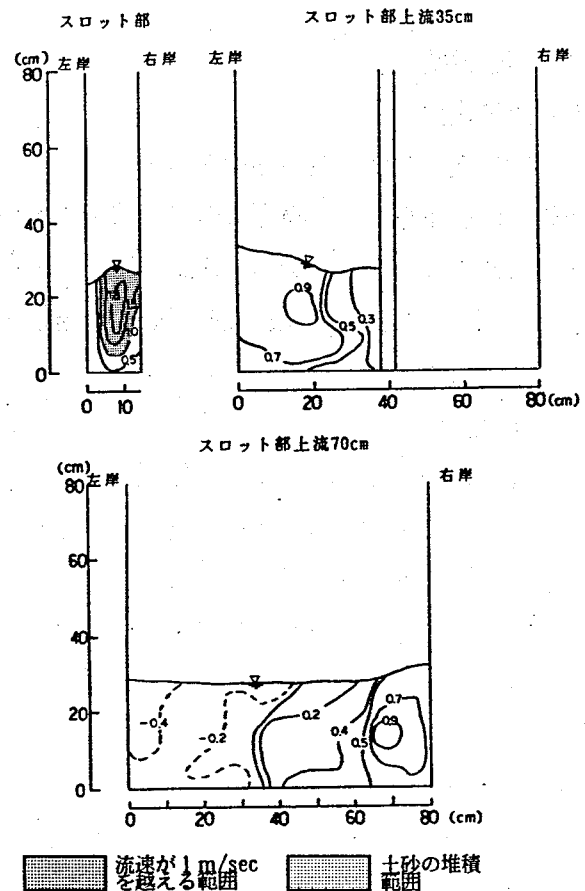


図-3 パーチカルスロット式魚道の土砂堆積形状と流速分布

### 3.3 デニール式魚道

流入部では、洪水時に流入した土砂が粗度板間の底面に堆積するが、下流では粗度板近傍のらせん流によって土砂が巻き上げられるため、土砂の堆積はほとんどない。土砂が堆積している区間と堆積していない区間を比較すると、土砂が堆積した場合には底面付近の流速が速くなり、流速が1.0m/secを超える範囲が広がる。

### 3.4 アイスクーパー式魚道

洪水時に流入した土砂は、魚道中央の隔壁部を結ぶライン上に堆積するが、潜孔を結ぶライン上は流速が1.0～2.0m/secと速いため土砂は堆積しない。堆積土砂は隔壁直上流の一部を除くほとんどが平水流量で吐き出される。流速は、底面の潜孔部分で1.0m/secを超えるが、その他の範囲は大部分が0.3m/sec以下である。

### 3.5 流量調節機能付き階段式魚道

流量調節部のフィン、魚道内に流入する流量の調節や土砂の流入を減少させる効果があり、5タイプの中では魚道内への土砂の流入量は最も少ない。長時間洪水が続くと土砂は流量調節部のフィンを埋めつくす位にまで堆積し、平水流量ではほとんど吐き出されないで残る。流速は、隔壁部で1.0m/secを超えるが、土砂堆積が少なくプールが形成されている区間では流速が1.0m/sec以下となっ

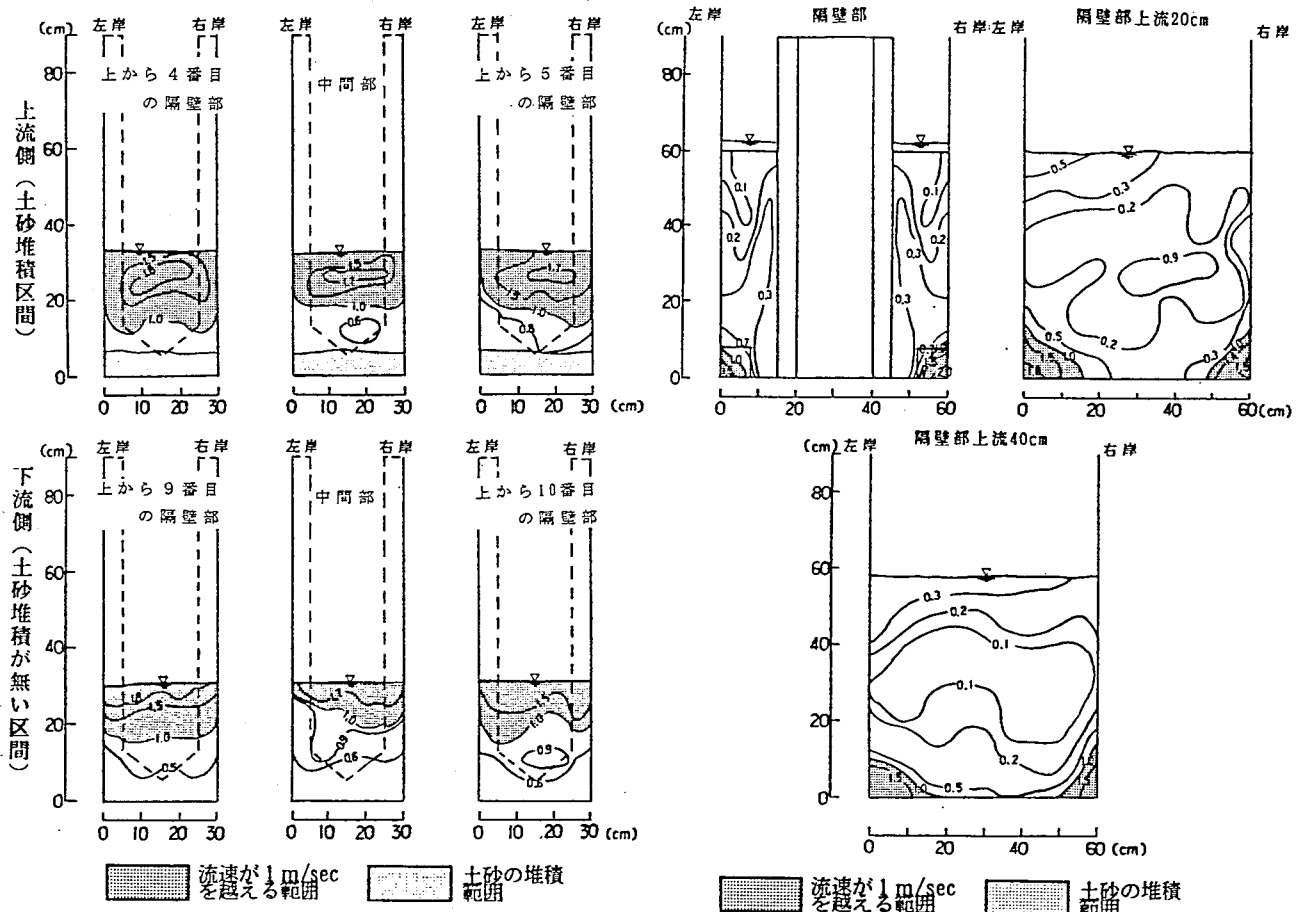


図-4 デニール式魚道の土砂堆積形状と流速分布

図-5 アイスクーパー式魚道の土砂堆積形状と流速分布

ている。流量調節部に土砂が堆積するとフィンに導流作用が損なわれるため、魚道内へ流入する流量や土砂量が増加する。流量の増加量は図-7に示すように、土砂が堆積する前の状態に対して約1.5～2割程度多くなっている。

#### 4. まとめと今後の課題

階段式魚道は、土砂が魚道内に堆積し易く、魚道内の流速が速くなるが、水深や休息の空間は確保できるため、魚道機能が失われるわけではない。バーチカルスロット式とアイスハーバー式魚道は、土砂が流入しても魚道内への堆積は軽微であり、流速を抑えられる魚道勾配が1/10程度よりも緩い箇所での適用は有利と考えられる。デニール式魚道は、高低差がある所でもある程度流速を抑えることが可能で、底面が土砂で埋まっても流速が1 m/sec以下となる部分があり、魚道の機能は保持できる。流量調節機能付き魚道は土砂の流入が少ない段階での魚道機能の保持には優れているので、土砂移動が少なくこまめな維持管理が可能な河川での適用が可能と思われる。流速値から判断すると、どのタイプも溪流魚（イワナやヤマメ）の遡上は可能であるが、流れの乱れや複雑さを解消するための構造の改良は今後も必要である。さらに、洪水時に流送される土砂量や粒径の大きさが魚道機能を左右することが考えられるため、維持管理を含めた魚の遡上が容易となる魚道設置計画手法についての検討を進めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 平山浩之：流量調節機能を有した魚道の提案、平成4年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 小泉 豊：水路式魚道の水理特性と砂防への適用、平成5年度砂防学会研究発表会概要集
- \* 3) 西中 悟：イワナ・ヤマメの遊泳速度と魚道遡上に関する実験、平成5年度砂防学会研究発表会概要集
- 4) 広瀬俊雄・中村 中六：魚道の設計、山海道（1992年）

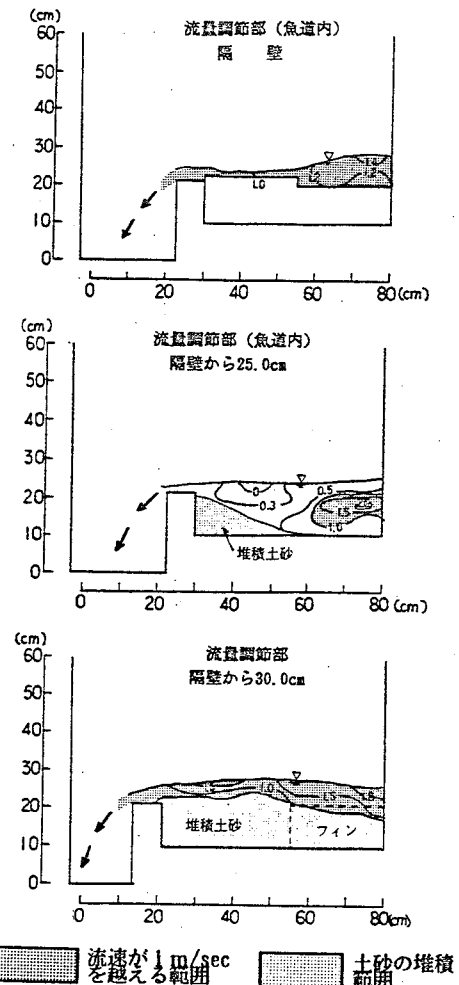


図-6 流量調節機能付き階段式魚道の土砂堆積形状と流速分布

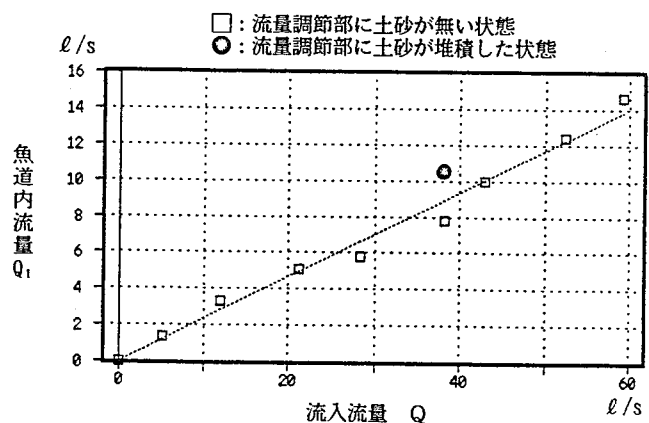


図-7 流量調節機能付き階段式魚道の流入量と魚道内流量の関係