

## 27 斜路式魚道の水理特性と遡上実験

岐阜大学大学院連合農学研究科 ○ 宮園 正敏  
岐阜大学農学部 戸松 修

### 1. はじめに

最近、魚道は魚だけが遡上できるだけでなく、多くの動物が移動できるバイオロードとしても期待されている。また流出土砂のおおい溪流では、土砂が堆積しにくい魚道が望まれる。これまで経験則から決められてきた粗石付き斜路式魚道の諸元を明確にするため、水理模型実験を行なった。この水理模型実験結果と実物大水路での遡上実験の試みについて報告する。

### 2. 実験内容

水理模型実験は、岐阜大学教育学部の屋外実験水路にて実施した。縮尺 1/5 にて、長さ 4m、幅 22.5cm、側壁高さ 10cm の矩形水路である。粗石として、径 45mm 高さ 20mm と 60mm の突起を設けた。水理模型実験の目的は、粗石付き斜路式魚道の水理状況を把握することである。突起の配置、形状、高さ、魚道勾配の違いによりどのような流況になるのか、流速は魚類の遊泳能力を部分的でもうまわっていないかどうかを確認することである。流量、水路勾配、突起配置をかえて、流速と水深を測定した。実験ケースは表-1 に示すとおりである。

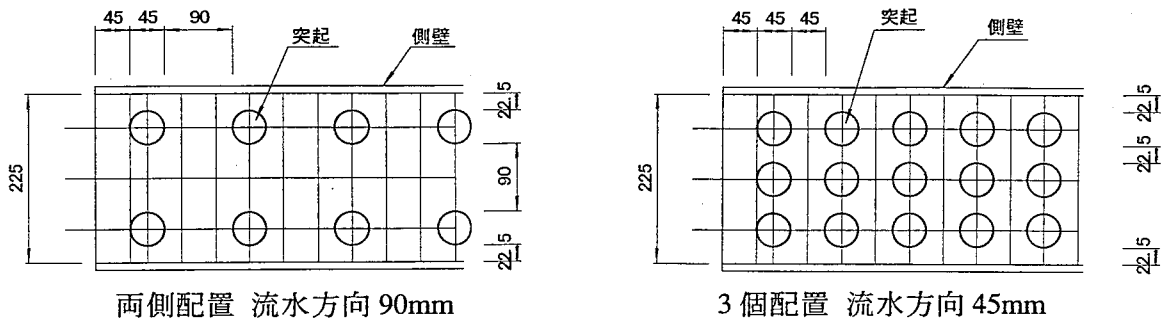


図-1 突起の配置例

表-1 実験ケース一覧表

実験ケース	突起の配置	水路勾配					備考
		1/8	1/10	1/15	1/20	1/50	
ケース1	突起なし	-	○	○	○	○	
ケース2	両側配置	-	-	○	-	-	流水方向に突起を 45mm と 135mm
ケース3	3個配置	-	-	○	-	-	流水方向 90mm と 135mm
ケース4	3個配置	○	○	○	○	○	流水方向 45mm
ケース5	千鳥配置	-	○	-	-	-	流水方向 45mm
ケース6	3個配置 形状変更	-	-	-	○	-	形状を円柱、半円柱、半球流水方向 45mm
ケース7	3個配置 突起高	○	○	○	○	○	流水方向 45mm 突起を高くする
ケース8	両側配置 突起高	○	○	○	○	-	流水方向 45mm 突起を高くする

それぞれの実験は、ケース 1 が急勾配水路では水の流れは減勢されないことの確認、ケース 2 が両側だけの少ない突起配置で減勢されるかの確認、ケース 3, 4 が流水方向に必要な突起間隔を求める実験である。ケース 5 は突起の配置を変え、ケース 6 は形状の違いをみた実験である。残るケース 7 と 8 は、突起の高さを変更した。なお流速はこれまでの魚類の行動から、側壁沿いを移動することが多いので、側壁沿いの流速に着目する。

### 3. 実験結果

突起のない水路での流れはどうなるか。図-2 は、水路勾配 1/20 の突起なし水路で測定した流速である。下流に流れるにつれ加速している。勾配 1/50 でも同じ傾向にある。突起はこの流れを減勢させるために必要である。水の流れは、流れの中に突起が没するか没しないかで異なる。前者は水路の粗度として突起が機能するのに対し、後者は突起が冠水しないため水面をせき上げることになる。ケース 2 ~ 6 の実験は突起が 20mm と低く粗度として突起の効果をみている。粗度としての突起では、水路勾配がきついため、突起間隔が離れるほど流れは減勢しない。突起の少ない両側配置のケース 2 (勾配 1/15) では流水方向 45mm (図-3) でも 0.7m/s (実物で 1.6m/s) 程度、135mm 間隔 (図-4) では 0.9m/s (実物で 2.0m/s) 程度と早い。突起を 3 個横断方向に配置したケース 3 (勾配 1/15) でも流速は 0.8m/s (実物で 1.8m/s) と早い。一方、流水方向の間隔を密に配置 (45mm) して水路勾配を変化させた実験ケース 4 では、図-5, 6 (勾配 1/15 と 1/50) に示すとおり水路勾配を緩くするほど流速は低下する。つまり、

粗度として機能させ流速を落とすためには、これまでの水理学の知見どおり、突起を密に配置し、水路勾配を緩くする必要あることを確認できた。

次に、せき上げ状態となるケース 7 では、図-7 に示すとおり、勾配 1/10 でもかなり減勢されている。現象としては潜りの状態（ケース 4）とほぼ同じ状況であるが、せき上げによりやや水路勾配がきつなくても流速が減勢されるようである。また、側壁沿いの流速より突起間流速が低いという現象がみられた。これは水面のせき上げによるものである。

一方、突起形状の違いは、ケース 6 の実験から、突起の下流によどみが生じやすい半円柱が流れを減勢しやすい傾向が把握できた。ただ局部的な流れであるので、実物大模型にて再度確認する。同じようにケース 5 の千鳥配置とした場合では、側壁から突起が離れる部分が生じ、その部分で流速が早くなる。ただ突起のせき上げが上流開口部に影響するので、より効果的に減勢すると思われる。これについても突起形状の工夫も含め、今後実験等により検証していく。

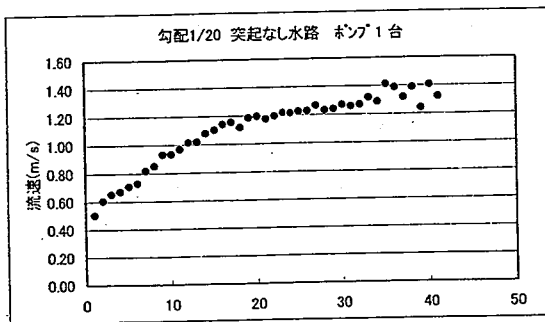


図-2 ケース 1 の流速分布 (1 測点 10cm)

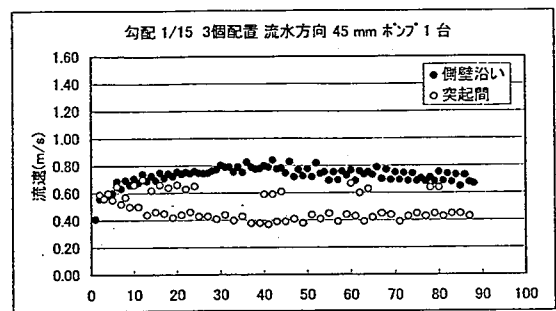


図-5 ケース 4 の流速分布 (潜り) (1 測点 4.5cm)

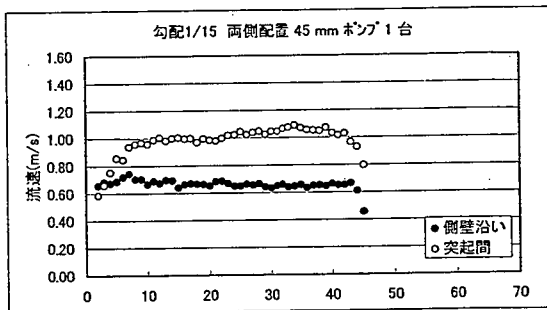


図-3 ケース 2 の流速分布 (潜り) (1 測点 9cm)

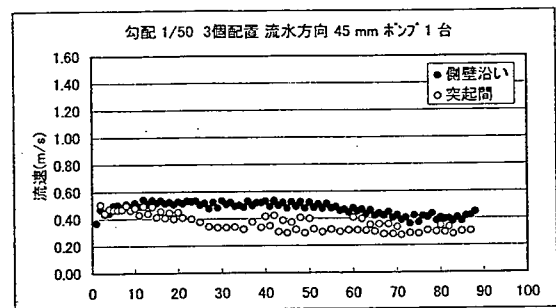


図-6 ケース 4 の流速分布 (潜り) (1 測点 4.5cm)

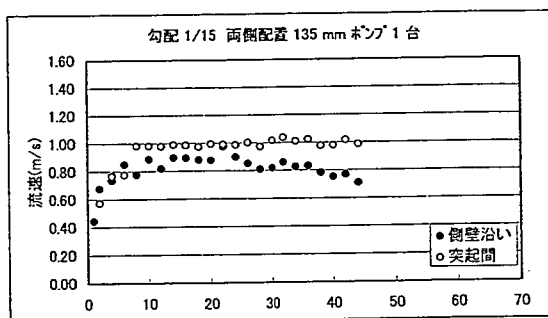


図-4 ケース 2 の流速分布 (潜り) (1 測点 9cm)

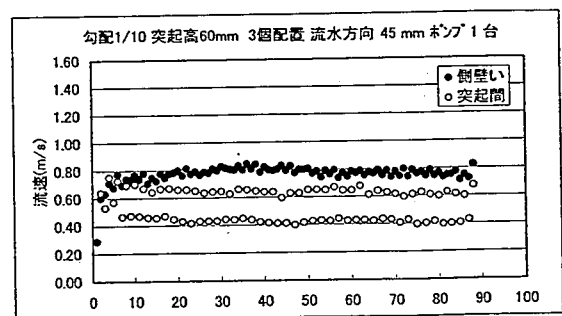


図-7 ケース 7 の流速分布 (せき上げ) (1 測点 4.5cm)

以上のことから、魚類の遊泳行動をさまたげない範囲で突起を密に配置する。突起が水面上からでている状態ではせき上げ効果により魚道勾配は多少きつくできる。しかし水面下に潜る状態では、勾配をゆるくする必要ある。階段式魚道においては水位の設定が重要であるように、水路勾配が急な粗石付き斜路式魚道の場合も、水位の設定と突起高（粗石高）との関係に留意が必要である。

#### 4. おわりに

粗石付き斜路式魚道の水理模型実験から、適切な水路勾配、粗石の配置・形状を確認し、これを踏まえ、実物大水路を製作（長さ 4.0m、幅 1.0m）した。魚の移動時期である春ころに底生魚を捕獲し、これを用いた遡上実験を行う予定である。魚類の遡上効率の確認、遡上ルート観察、流況の測定（3次元流速、PIVによる流況把握）などを行い、斜路式魚道の粗石配置・形状・水路勾配を決定していく予定である。