

## 9 急勾配な階段式魚道を用いたアユ遡上実験 (その2)

建設省越美山系砂防工事事務所  
中部女子短期大学  
(株) 建設技術研究所

原 義文, 松田 均, 北村 保  
和田吉弘  
○高原光義

### 1 はじめに

階段式魚道では、1/10 勾配での遡上率は高く<sup>1)</sup>、多くの魚道に用いられてきたが、地形条件が厳しい場に、1/10 勾配を確保することが困難なことがある。そこで、前報告では、総落差 0.6m の急勾配な階段式魚道模型を用いて、アユの遡上実験を行ったところ、越流水深が 10cm 程度ならば、1/3 という勾配でも 80% を越える遡上が確認されたことを報告した<sup>1)</sup>。そこで、今回は、急勾配階段式魚道の実用性をさらに確かめるため、総落差 3m、勾配 1/3 の魚道を用いたアユの遡上実験を実施したので報告する。

### 2 実験施設と実験条件

遡上実験に用いた施設は、図 1 に示したような総落差 3m、勾配 1/3、魚道幅 0.5m、隔壁間落差 0.15m の実験用魚道で、隔壁には左岸側に幅 10cm 深さ 10cm の切り欠きが付けてある。実験は水理実験とアユを用いた遡上実験を実施し、遡上実験は、表 1 に示した状況で行った。実験ケースは、水理的な状況を勘案し、越流水深を 2.5, 6.5, 8cm と変化させて行った。アユの放流地点はケース 1~5 及びケース 8 では最下段のプールだが、ケース 6, 7 では 1m 高い位置の魚道の中とした。

### 3、水理実験結果

#### ①流況について

越流水深が 5cm 以下では魚道内の流況は比較的安定しているが、6.5cm からセイシュと呼ばれる横波が中断付近発生し始め、流れの形態として落下流と表面流が混在する。越流水深が 8cm 以上になると魚道全体に横波が発生する。横波の発生には、隔壁部の切り欠き形状、水路幅と越流水深、隔壁高とプール長の関係等が影響していると考えられる。

#### ②流速について

最上流部の隔壁での流速は、図 2 に示すように越流水深が 5cm であれば隔壁部で 0.9m/s、切り欠き部で 1.7m/s 程度であるが、越流水深が 8cm になると流速は 1.4m/s (隔壁部) 1.9m/s (切り欠き部) となり、越流水深が 5cm を越える付近からアユの遡上には困難な流速となる。また、横波の起きている地点での最大流速はさらに大きい値を示すものと推測される。

### 4、遡上実験結果

表 2 及び図 3 に実験条件及び実験結果を示した。この結果をまとめると以下ようになる。(越流水深が 2~5cm の場合)

- ・ 落差 1m まではある程度、遡上は可能と考えられる。
- ・ 連続落差 2m までなら少数ではあるが遡上を期待できる。
- ・ 連続落差 3m までの遡上は、1 時間の実験ではほとんど期待できない結果であるが、2 時間の実験では 20% 近い遡上率が出ており、厳しいながらも少数の遡上を期待できる

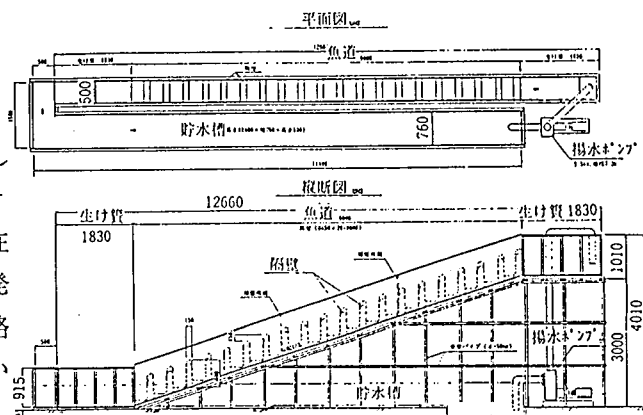


図 1 実験模型

表 1 実験条件

|        |                      |
|--------|----------------------|
| 実験時期   | 7月19日~8月4日           |
| 実験時間   | 13:20~14:20          |
| アユの大きさ | 体長9~13.5cm, 体重15~30g |
| 水温     | 19~22度(地下水)          |

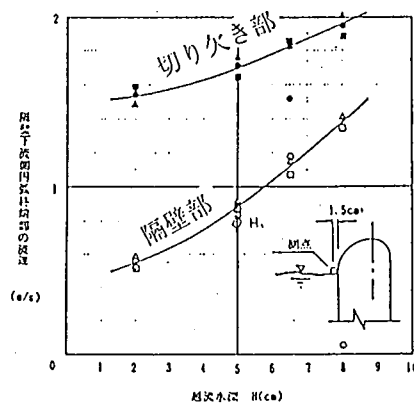


図 2 最上部の隔壁での越流水深

・以上の点から、越流水深が2~5cmならば、連続落差が3mでも、厳しい条件ながらある程度の遡上は期待できると言える。

(越流水深が6.5cm以上の場合)

・連続落差を2mにしても遡上率は低く、この水深ではおおくの遡上は期待できない。

これらの結果を前回の報告の高さ60cmの魚道で行った実験<sup>1</sup>と比べてみると、連続落差を高くした影響として、越流水深を6.5cm以上にすると、魚道下部に行くに従って、横波が発生するなど著しく流況が悪化し、これがアユの遡上を著しく低下させることが分かった。これは、勾配が急なため隔壁間のプールの長さが短くなり、隔壁を落下する流水は、そのエネルギーを十分に減勢されないまま次の落差に達し、隔壁を越える度にエネルギーが増加するために起こるものである。このことから、急勾配魚道の場合、連続した落差の影響を十分に勘案する必要があることが判明した。

今回の実験結果からすると、常識的に越流水深を10cm程度まで許容する条件を想定すると、1/3勾配の階段式魚道の連続落差は、1m程度が限度と推察できる。すなわち1m程度連続させたら、休憩プールを設ける必要があることが分かった。

#### 5. 非越流部を設けた場合の魚道の流況

以上のように、通常の階段式魚道の1/3勾配でのアユの遡上特性がある程度明らかになってきたが、さらに連続した急勾配魚道

の可能性を探るため、非越流部を設けた階段式魚道の流況を調査したので報告する。これは、非越流部を設けることにより、減勢プールに対する、落下水のもつエネルギーを減少させようとしたものである。

実験は、今回使用した高さ3m、1/3勾配の同じ魚道を用いて、幅50cmの隔壁の中央に幅25cmの非越流板を立て、この板の両側から越流させる形式とした。その結果、越流水深が8cmを越えると隔壁を流下する流水の乱れは大きくなるが、越流水深を15cmにしても、横波は発生しないことが分かった。

隔壁部に切欠き部を設けた場合と、切欠きを設けない場合について、比較をした結果、流況的にはほとんど差は生じない。また、越流水深が10cm以上になると空気の混入に伴い水面振動が著しくなるが、横波は生じない。そのため、隔壁頂部と非越流部さらに切欠き部と隔壁上に三段階の高さがある場合、少ない流量から多い流量まで(越流水深が約10cm程度)アユの遡上が可能であると考えられる。

また、非越流部を撤去し、隔壁上の切欠きを無くした場合の流況を観測した結果、越流水深が3cmでも魚道下流側で横波が生じ、越流水深が5cmでは魚道下流側で3~9cm程度の横波が生じ、非常に悪い流況であることが確認された。

#### 6. おわりに

高さ3m、1/3勾配の魚道を用い、アユの遡上率を確認した結果、総落差が3mでも越流水深が5cm程度であれば、アユは遡上する。地形条件が厳しい砂防施設等に設ける魚道として、総落差が1m程度であれば勾配が1/3でも魚道としての機能を発揮することが確認できた。

参考文献：(1)原義文，和田吉弘他：急勾配な階段式魚道を用いたアユ遡上実験，平成7年度砂防学会研究発表会概要集 P109-112

表2 実験結果

単位：%

| ケース | 越流水深(cm) | 魚道延長  |       |       | 備考                      |
|-----|----------|-------|-------|-------|-------------------------|
|     |          | 3mの遡上 | 6mの遡上 | 9mの遡上 |                         |
| 1   | 2        | 41.3  | 14.2  | 0.5   | 延長<br>L=6m<br>L=9m, T=2 |
| 2   | 8        | 0.5   | 0     | 0     |                         |
| 3   | 2        | 15.7  | 3.3   | 1.7   |                         |
| 4   | 5        | 18.4  | 9.2   | 2.8   |                         |
| 5   | 6.5      | 2.0   | 0     | 0     |                         |
| 6   | 8        | 0     | 0     | —     |                         |
| 7   | 6.5      | 1.7   | 0.6   | —     |                         |
| 9   | 5        | 45.7  | 30.7  | 17.1  |                         |

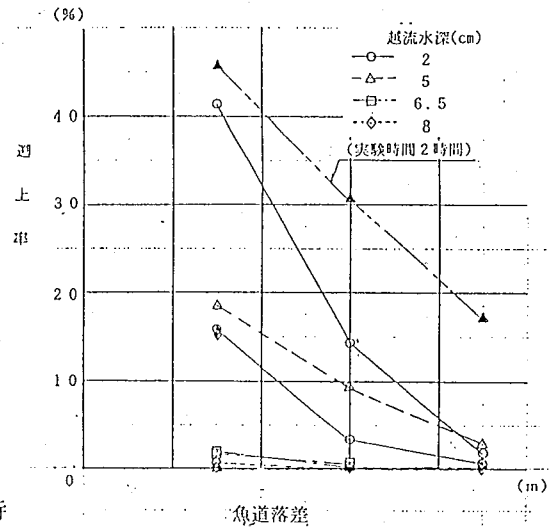


図3 魚道落差と遡上率の関係