

技研興業（株）正員 赤坂祥孝

技研興業（株）正員 河野茂樹

技研興業（株） 野口統正

1. はじめに

近年、生物に配慮した河川事業が各地で計画され、種々の魚道設置を検討するケースが増加している。魚道自体の歴史は古く既に数多くの施工例があるが、それらの多くでは渇水期の流量不足、河床低下による入り口の持ち上がり、入り口が魚に発見されにくい等の問題が発生している（例えば、玉井ほか、1993）。現在、これらの問題を解決する方法として全断面魚道が注目され施工されているがその形状はまだ確立されていない。そこで本研究では、前記の問題点の解決と同時に、流量の変化に係わらず常に魚の遡上可能な全断面魚道の構築方法として、コンクリートブロックにより斜面を被覆した緩傾斜型落差工を提案し、その機能を実験により確認する。

2. 実験方法

実験は、幅50cmの開水路の中に勾配1/10、落差9.2cmの緩傾斜型落差工とその上流側に整流装置を設置し、2台の水中ポンプによって水流を発生させて行った（図-1）。落差工の傾斜面は図-2に示すブロック（ロウタスユニ）の1/30モルタル製模型により被覆した。これは平面形状が同一で、その厚さHにより重量を変化させる緩傾斜護岸用のブロックである。実験では、ブロックの厚さH=1.7cmのみを使用した落差工斜面が平坦な場合と厚さHがそれぞれ1.7, 2.5, 3.3cmの3種類のブロックを組み合わせることにより水流を落差工斜面の横断方向の中央部に集中させるように斜面上に凹凸を設けた場合（図-3）の2ケースについて行った。それぞれのケースにおいて流量が小さい場合（水中ポンプ1台のみ稼動）と大きい場合（水中ポンプ2台稼動）で落差工上の斜面の流水状況を測定した。実験ケースの一覧およびそれぞれのケースにおける測定項目を表-1に示す。なお、水深はφ1mmのゲージを用いた目視、流速はプロペラ式流速計により測定した。

表-1 実験条件および測定項目

	落差工斜面	流量	測定項目
case1-1	平 坦	小	水 深
case1-2	平 坦	大	流 速
case2-1	凹凸有り	小	水 深
case2-2	凹凸有り	大	流 速

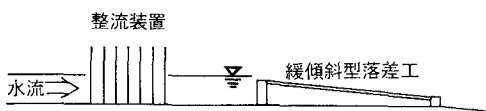


図-1 実験断面図

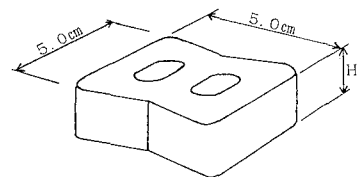


図-2 ブロック斜視図

3. 実験結果および考察

まず、流量が小さい場合のcase1-1とcase2-1の比較を行う。落差工斜面が平坦なcase1-1では、斜面上の水深は2～4mmではば一様であった。このため現地においては流量が小さい時期には魚が遡上するために十分な水深を確保できない可能性がある。一方、斜面上に凹凸を設けたcase2-1では流れは斜面上で横断方向の中央部に集中し、上流部から下流部まで水深10～18mmの連続した滞筋が形成された（図-4）。このため現地河川では流量が小さい時期においても平坦な緩傾斜型落差工と比較し落差工を遡上可能な魚種がかなり増加するものと考えられる。さらに落差工斜面上の両岸付近には、流路中心部の滞筋につながる水深が浅く非常に弱い循環流が形成されている部分があった。この部分は、泳力の弱い小型魚等の遡上経路や遡上途中の

休憩場所となる。しかし、現地河川においては、鳥などに襲われて壊滅的な被害を受けない様、例えば流れを阻害する事のない程度のネコヤナギなど草木を植栽する事によって陰を設けるなどの配慮が必要である。

次に、流量が大きい場合のcase1-2とcase2-2の比較を行う。case1-1の斜面上の流速は、流路の中心部の斜面上流よりで60cm/s程度の最大値を示したが、斜面上ではほぼ一様であり最小値で40cm/s程度であった。一方、斜面上に凹凸を付けたcase2-2では、流路中心部に集められた水流はcase1-2より速い流速となった。流路中心部の斜面下流よりでは80mm/s以上の流速を示したが、中心から外れるにしたがって流速は急激に低下し、case1-2の最低流速である40mm/s以上の流速を示したのは流路の中央部約1/3程度の範囲であった。逆に、岸側にはcase1-2より流速の遅い部分が広がっていた（図-4）。従って、現地河川で斜面を遡上する魚は、中心部の流速の速い部分を避けて、自己の遊泳力に応じた岸側の遅い流れの部分で遡上することができると考えられる。さらに、この速い流れは、魚を集める呼び水の役割を果たすと同時に、斜面下流端の河床に土砂が堆積することを防止するため落差工の直近下流に淵を保全する事が可能である。水は全てのブロックをかなりの厚さで越流していたことから魚はジャンプすることなしに、流れの中を泳いで $H=2.5 \cdot 3.3\text{cm}$ のブロックを使用した凸部を越えることができる。しかし、この部分には気泡の発生や局所的な急流の発生が考えられるのでブロック形状を変更する等の改善が必要と考えられる。岸側の2列では水流が $H=2.5\text{cm}$ のブロックを越える様に蛇行しながら流下している。この部分と流路中心部の流れが速い部分との間には斜面の凹部において水平方向の循環流の発生が見られた。特に斜面最上流部の凸部直下流側では乱流状態となっていた。現地河川では、この乱流部が魚類等の遡上の妨げになる可能性があるためさらに検討が必要である。

4. まとめ

水流が流路中心部に集中するように斜面上に凹凸を配したcase2-1, case2-2とも、流量の変化に係わらず常に魚類等が遡上可能な経路が確保された。さらに、斜面上において流速に横断方向の分布が発生しており、魚類はそれぞれの泳力に応じた経路を選択し遡上することが可能であると考えられる。また、魚類は斜面上をジャンプすることなしに遡上可能であると考えられる。したがって、斜面上に土砂の堆積によって魚類の遡上を阻害する様な部分がなくメンテナンスの必要も軽減される。さらに、斜面の最下流部においては流路中心部に集中した速い流れによって淵が形成されるため充分な根入れが必要となるが、この部分が魚類の棲息にとって良好な環境を形成するものと考えられる。落差工斜面からは、流路中心部から淵に安定した速い流れがあるため、これが呼び水として機能すると考えられる。以上のように、本研究において提案する緩傾斜型落差工によって、既存の魚道で問題とされていた事項については相当部分解決できるものとする。ただし、ブロック形状など改善すべき事項も確認されたため、今後さらに検討を進めていきたい。

参考文献

玉井信行・水野信彦・中村俊六（1993）：
河川生態環境工学，東京大学出版会，304p.

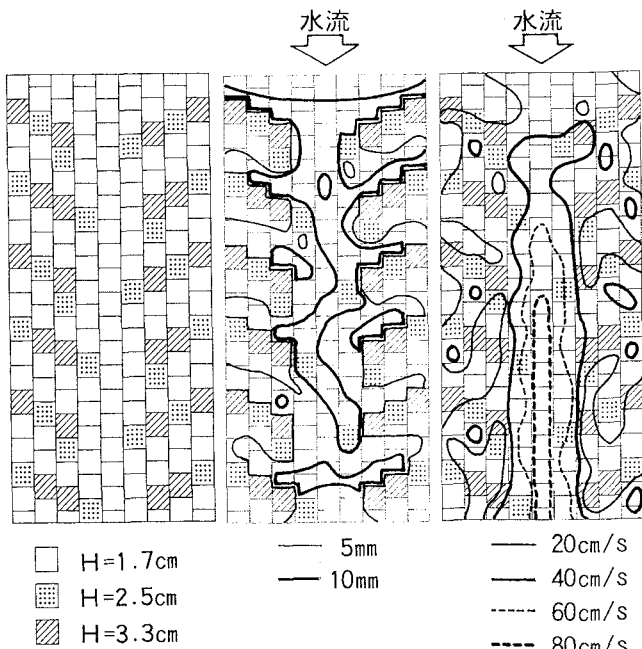


図-3
斜面配列図

図-4
水深分布図
(CASE2-1)

図-5
流速分布図
(CASE2-2)