

H-4

石組み魚道内の流況に対する自然石形状の影響に関する実験的検討

Experimental investigation on effect of stone shape on flow condition in fish passage with stacked boulders

安田陽一¹, ○金野滉太²,
Youichi Yasuda¹, Kota Konno²

Abstract: The installation of fish passage with stacked boulders is effective for both short-term construction and low cost. For the stability of the fish passage during flood stages, the construction of stacked boulders is important. Generally, as there are several shapes in natural boulders, it might be necessary to select the shape of boulders in order to make the stacked boulders stabilize. This report presents the effect of stone shape on the flow condition in the fish passage with stacked boulders by using two different shapes of boulders in which flat stones and cobble stones were selected. The experimental investigation yields that the flow velocity near the bottom is always low even if the discharge increases, and that the stacked boulders due to flat stones might be comfortable for the upstream migration of aquatic animals.

1. はじめに

河川における堰等の河川横断構造物において、遊泳魚や甲殻類の移動を助ける補助構造物として魚道がある。全国各地に、魚道が必要な場所や既設魚道として機能していない場所は多くあるが、恒久的な魚道の設置は費用や工期の面から新設・改良が進まないのが現状である^[1]。一方、費用・工期を抑えた簡易魚道がある。この簡易魚道の一つとして安田ら^{[2],[3]}によって提案されているのが石組み魚道である。将来的に、一般の土木技術者なら誰でも石組み魚道を施工できるようにするために、礫の形状・石組みの設置方法・遡上経路等の不明な点を解明していく必要がある^[3]。茨城県常陸大宮市の久慈川、福岡県北九州市の紫川には空積み石組み魚道が施工されている。そこで、ここでは、現地に施工された石組み魚道の考察を行い、平石および丸石の自然石形状によって水生生物の遡上経路がどのように影響されるのか実験的検討を行った。

2. 茨城県常陸大宮市久慈川および福岡県北九州市紫川の空積み石組み魚道について

施工箇所を対象として、水生生物がどのように石組み魚道を利用するのか観察を行った (Figure 1, Figure 2)。久慈川・紫川の共通した特徴として石と石の間に隙間 (以後、空間と呼ぶ) が見られ、表面に気泡を含んだ運動量の大きい流れが形成されていても、空間の中の流れは穏やかであることが確認された。このことから、水生生物は、石組み空間の流れを利用して遡上を行っていると考えられる。



Figure 1. Fish passage with natural stacked boulders in Kuji River



Figure 2. Fish passage with natural stacked boulders in Murasaki River

3. 実験方法

平石および丸石を用いて幅 0.8 m, 長さ 15 m, 高さ 0.6 m の長方形断面水路に原型規模として適用できる 30 cm 内外の巨礫を利用し、中央線を境に片側を平石、反対を丸石で石組み魚道を設置した。魚道勾配を 5 分の 1 とし、現地観察の結果から石組み内に空間を確保するように石組みを行った。平石の場合、石の形状が横に平たいため石を重ねるようにして組むことが出来る。その一方、丸石の場合、形状が丸いため空間同士

1 : 日大理工・教員・土木 2 : 日大理工・学部・土木

が閉塞した形となった。石組み内の流れを記録するため、ハイスコープカメラおよびデジタルカメラを使用した。また、空間内の流速を計測するため、プロペラ流速計（計測時間 20 秒間）を用いた。

4. 石組みにおける流況と流速について

Figures 3, 4 は限界水深 h_c が 3.3 cm, 6.6 cm の流況を示す。Figure 3 に示されるように、流量規模が小さい場合、礫の間を主に流れるようになり、表層の流れがわずかになった Figure 4 に示されるように、流量規模が大きい場合、表層の流れが乱れ、気泡混入した流れが形成された。流量規模に関わらず、平石の石組みの空間内には空間流れが見られ、表層の流れの運動量が大きくても遡上可能な流況となる可能性が確認できた。



Figure 2. Flow conditions in stacked boulders for $i = 1/5$ slope, $h_c = 3.3$ cm, $d_{50} = 0.30$ m
(Right photo: cobble stones, Left photo: flat stones)



Figure 4. Flow conditions in stacked boulders for $i = 1/5$ slope, $h_c = 6.6$ cm, $d_{50} = 0.30$ m
(Right photo: cobble stones, Left photo: flat stones)

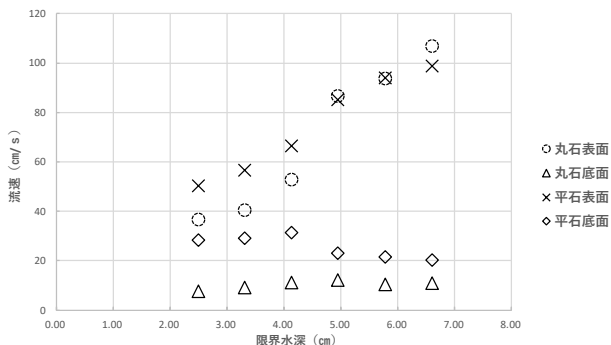


Figure 5. Change of velocities in space of stacked boulders with critical flow depth
(○, △: cobble stone, ×, ◇: flat stone)

一方、丸石の石組みの空間内は、流量規模に関わらず、空間同士が閉塞し独立しているため、砂利に浸透した流れが形成されていた。石組み内の表層付近および底面付近の流速の計測を行った。Figure 5 に石組み上流部の表層・底面付近における流速 v に対する限界水深 h_c の変化を示す。平石・丸石どちらも表層付近の流速は限界水深と共に増加した。しかし、底面付近の流速は、上流部では平石・丸石の流速変化に違いはないが、下流部においては、平石の流速がわずかに変化したのに対し、丸石はほぼ一定な値を示す。これは、平石では石組み空間内が、つながっているため、流量規模の変化に対して底面流速の変化が生じたものと考えられる。丸石の場合、空間が閉塞しているため、空間内で浸透流が形成され、流速の変化がほとんどなかったものと考えられる。流況および流速の結果から、石組みの空間がつながり底部の流速が流量規模に影響されにくい平石が遡上経路に適している。

5. まとめ

茨城県常陸大宮市の久慈川、福岡県北九州市の紫川で施工された空積み石組み魚道を対象に現地検討した結果、石と石の間に隙間（以後、空間と呼ぶ）が見られ、表面に気泡を含んだ運動量の大きい流れが形成されていても、空間の中の流れは穏やかであることが確認された。また、現地に施工された石組み魚道観察を受けて、平石および丸石の自然石形状によって水生生物の遡上経路がどのように影響されるのか実験的検討を行った。丸石で石組みした場合より平石で石組みした方が石組み間の空間がつながり、流量規模が増加しても底面付近の流速が大きくなるということが実験によって明らかとなった。すなわち、平石で石組みすることによって、魚道勾配が 5 分の 1 となっても、遡上に適した環境を創出することが可能となった。

6. 参考文献

- [1] 安田陽一：技術者のための魚道ガイドライン，北海道魚道研究会編集，コロナ出版，2011，141 頁。
- [2] 安田陽一：河川整備の土木技術から見た通し回遊性の水生生物の保全に向けた貢献，No. 225, Vol. 38, No. 海洋と生物，生物研究社，2016，pp. 387-396。
- [3] Youichi Yasuda, Masahiko Uchimura : Fish passage based on stone masonry with stacking boulders. ISE, Japan, Tokyo, SS38, 2018, CD-ROM.