

## 柏木堰堤に適用した石組み斜路

日本大学理工学部土木工学科 ○安田陽一

### 1. はじめに

利根川水系の支川である神流川に設置された柏木堰堤は下久保ダムにおける輸送される堆砂量軽減のため設けられた砂防施設である。下久保ダムによって形成されたダム湖が淡水化に対応したアユの再生産の場になっていることから、棲息環境を拡大し遊泳魚等の広範囲な移動環境が重要である。また、堰堤越流面が石張りしたOgee型の越流面になっているため、洪水時の越流する流れが加速し、堰堤下流側の洗堀対策が求められていた。これらの課題に対し、堰堤の両側に魚道が整備され、迷入の影響が軽減された。その後、堰堤下流側で巨礫の設置により河床保護が部分的に行われたが、2019年の洪水の影響で石張りの堰堤越流面が破壊され、堰堤としての機能が損なわれ、2024年に改修工事が行われ、巨礫による石組み斜路<sup>1)</sup>が整備された。

ここでは、柏木堰堤に整備された魚道の特徴および堰堤越流面の被災から改修整備された巨礫による粗礫斜路に至るまでの技術的に配慮された点を中心に整理した。

### 2. 堰堤両側の魚道整備

写真1に示されるように、2016年に堰堤越流面の侵食および堰堤直下の局所洗堀（一部深掘れ）の改修整備に伴い、魚道整備を行うことになった。改修工事前では魚道としての機能が左岸側に設置された幅1.5mのアイスハーバー型魚道<sup>2)</sup>のみであり、魚道からの流量が河川全体から相対的に小さく迷入することが多いため、漁協が改善を強く要望していた。そこで、堰堤右岸側で魚道幅8mのプール式台形断面魚道<sup>2)</sup>の整備が行われた（写真2,3）。魚道整備にあたり、魚道下流側の河道を整備し、魚道からの流れが遡上する遊泳魚に認識しやすい状態にしている。また、堰堤の越流面では0.5m厚で石張りを行い、堰堤直下流に減勢池を設けている。整備後、堰堤直下で迷入している遊泳魚・底生魚が多く捕食被害も多いことから、2018年には、写真4に示されるように、減勢池に直結するように巨礫による石組み魚道を整備している。これらの魚道整備から多くの遊泳魚・底生魚の遡上が可能になったことがコンサルタントによる生物調査結果<sup>3)</sup>から示された。



写真1 2016年1月時点の柏木堰堤の状態



写真2 2017年5月時点の魚道整備された状態



写真3 魚道上流部に試験的に設置した石組み



写真4 2018年3月時点の魚道整備された状態

### 3. 洪水による被災後の巨礫による粗礫斜路の整備

写真5に示されるように、2019年10月18日に発生した洪水によって、3年前に施工された石張り箇所が破壊された。ただし、左岸側の石組み魚道の損傷はなかった。また、台形断面魚道の設置した側に大量の土砂が堆積し、通水しなくなった。2024年に越流面に巨礫による粗礫斜路が設置された。ここで使用する礫のサイズは1m前後であり、階段工の上に石組みし、設置した礫の3分の1をコンクリートで固め、礫の隙間の流れが形成されるように工夫している。この工夫は遊泳魚の遡上環境ばかりでなく洪水時の礫間の流れを利用した底面付近の流れの制御<sup>1)</sup>に寄与する。また、粗礫斜路下流側の河床保護対策として石組み保護区間を設け、堰堤上流側の砂礫の堆積した比高を低くし、洪水時に内湾側にも冠水しやすいようにしている。また、台形断面魚道の延長上の流路を確保している。整備後も小規模の洪水が生じているが河床は動的平衡に近い状態となっている。これは、洪水時に下流水位が上昇しやすく、潜り込み流れは形成されず、速やかに主流が水面に沿った流れが形成されるためと考えられる。施工が完了し通水した状況を写真6,7,8に示す。平水時の流量となるとから下流に待機していた遊泳魚が大量に遡上し、堰堤下流側で見られる遊泳魚の数は限られた状態であった。底生魚の遡上も見られた。

### 4. まとめ

柏木堰堤は2016年から2025年の中で様々な整備が行われ、石組み構造を導入したことによって、環境面および防災面の両面に貢献できる構造となっている。また、堰堤下流の河床保護工区間を含めて礫間の流れ（浸透流）を生かした構造にしていることから、河川の水環境にも配慮した構造となっている。

### 5. 参考文献

- 1) Yasuda, Y., Application of Consecutively Assembled Boulders Around Hydraulic Structures, Journal of Environmental Science Studies, July Press, Vol. 8, No. 2, pp.1-34, 2025.
- 2) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン-魚道構造と周辺の流れからわかること-, コロナ社, 154 pages, 2011.
- 3) H30 利根砂防環境調査計画検討業務, 株式会社建設技術研究所, 平成30年8月10日, 5 page, 2018.
- 4) Navaratnam, C.U., Aberle, J., Qin, J., and Henry, P.Y., Influence of gravel-bed porosity and grain orientation on bulk flow resistance, Journal of Water, MDPI, 10 (5, 561), 16 pages, 2018.



写真5 2019年10月の出水で越流面の石張り崩壊



写真6 2025年4月に整備された状態

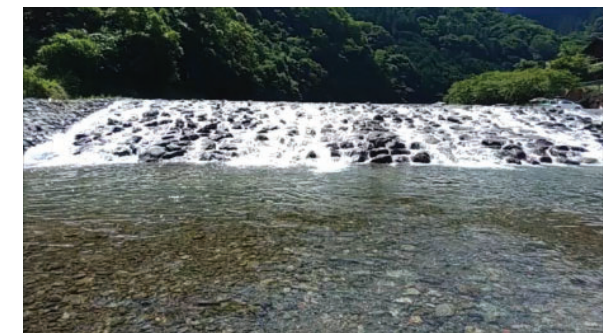


写真7 2025年6月の平水の状態



写真8 石組み斜路の流れを左岸側から見た状況