

発電取水に伴う減水区間の合成景観写真の作成について

東北電力株式会社 正会員 ○水柿 俊直
正会員 笹川 稔郎

1. 研究の背景

近年、環境保全に対する社会的な認識が高まり、水力発電所においても適正な河川維持流量の放流が求められているが、水資源の有効活用の観点から合理的で適切な維持流量算定方法が必要になる。

水力発電所を対象とした維持流量の算定に当たっては、一般に、①舟運、②漁業、③景観、④塩害の防止、⑤河口閉塞の防止、⑥河川管理施設の保護、⑦地下水位の維持、⑧動植物の保護、⑨流水の清潔の保持、⑩流水の占用の10項目について必要流量を算定し、最も大きい流量を維持流量として決定している。

そのうち「景観」については、従来は水面幅と河川幅の比が0.2以上となる流量を必要流量として算定する例が多いが、各対象河川の状況によっては、この方法を用いることは妥当性に乏しいものと思われる。また減水後の川の流れを上流のゲート操作などにより実現することは困難な場合もあることから、維持流量算定の補助資料に資するため、減水後の川（溪流）の流れの合成写真の作成を試行した。

本報では、合成写真作成の作成過程において行った水理学的考察及び作成結果を紹介する。

2. 合成写真作成の基本的考え

写真の合成方法は、市販のパソコンとソフトを用いて既存写真を作り変えるフォトモンタージュである。より現実に近い合成写真を作成するためには、図1.に仮定する「水量感」の流量による変化を表現すればよいと考えられる。「水量感」のうち水深感は、透明度に大きく左右されるため一律の基準設定は難しく、適宜判断するものとする。他の2つは「水面感＝水面幅」、「流水感＝波立ち具合」によって構成されていると仮定し、定量評価を行う。



図1. 水量感の構成要素

3.1 水面感（水面幅）

流量と水深、水面幅の関係は、維持流量算定において従来から用いられているマニング式を用いる手法で算出する。「水面幅」は、この方法で得られる水面幅～流量曲線から求めることができる。

3.2 流水感（波立ち具合）

「波立ち具合」は以下のようにさざ波と白波に分類する。いずれも支配水理量は流速である。

さざ波；瀬の区間で全体的に見られる。河床の凹凸は小さい。微小振幅波の重なりとして表現する。

白波；局所的に白く泡立っている。河床の凹凸は大きい。この凹凸により跳水が発生している箇所

(1) さざ波

自然河川のような不規則形状底面の流れは、様々な波が重なり合い、かなり複雑に見える。しかし、川の流れをよく観察すると、波の峰・谷の位置はさほど変化せず、移動するようにも見えない。すなわち水面形は、比較的定常であると言える。波の形状が定常的であるためには、波の位相速度（上流向き）が、川の流速（下流向き）と等しくなければならない。このことは、山田ら¹⁾によって指摘されている。ここでは、「その地点の流速に等しい波速の波長を持つ波」が現れていると仮定し、微小振幅波（浅水波）の重ねあわせでさざ波を表現する。

(2) 白波

維持流量程度の低流量流れでは、溪流部においても流速は遅く、ほぼ全域にわたり常流である。白波が発生している箇所は限られ、ここでは跳水が発生している場所と仮定する。跳水が発生する場所は、河床の変化が大きい箇所、または障害物がある箇所と思われる。よって図2、3に示す流れにおいて跳水が発生する条

件を求める。

図 2 に示す段落ち流れは局所的に勾配が大きくなるため、ある条件で射流～跳水～常流の流れになる。その条件は運動量式から求められ²⁾、関数形は F

$\{Fr_2, z/h_2\}$ である。条件範囲を図 4 に示す。 Fr はフルード数。添字は図に示す断面位置を表す。

図 3 に示す凸部の流れは、下流側で勾配が急になるため、ある条件において射流～跳水～常流の流れになる。条件はベルヌーイ式から求められ³⁾、関数形は $F\{Fr_0, s/h_0\}$ である。条件範囲を図 5 に示す。

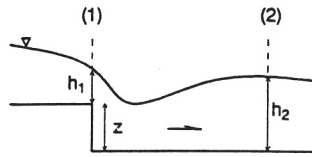


図 2. 段落ちの流れ

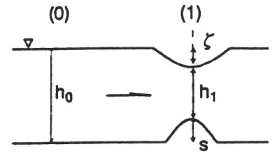


図 3. 河床突起部の流れ

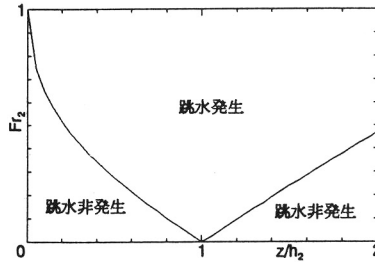


図 4. 段落ちの流れにおける跳水発生範囲

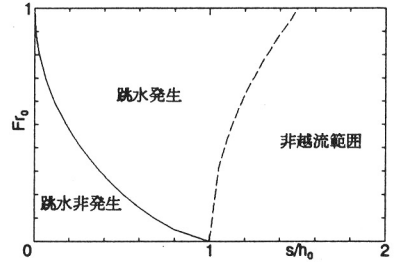


図 5. 突起部流れの跳水発生範囲

4. 本手法の活用

当社水力発電所計画地点の 1 つ(新規の減水区間を生じる)を対象とし、合成写真を作成した。写真地点の状況を表 1 に示す。新発電所運転後想定される最小の流量は約 $1.2\text{m}^3/\text{s}$ であり、この流量の流れを再現した。作業の概要は、図 6 に示すフローチャートのとおりである。

表 1 写真の状況

視点	橋上から下流
高さ	30 m
勾配	1/66

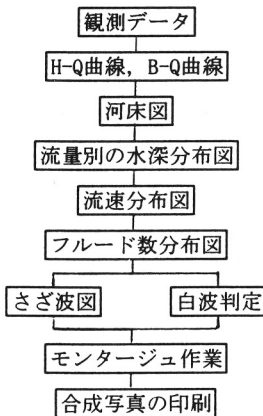


図 6. 合成写真作成フローチャート

5. おわりに

現段階では水理的評価と実合成作業の間に技術的連携が薄く、合成結果にオペレータの主観が多少入るものの、水理学的裏付けのある合成写真を作成することが可能になった。



写真 1. 元写真(流量 $6.9\text{m}^3/\text{s}$)



写真 2. 合成写真(流量 $1.2\text{m}^3/\text{s}$)

【参考文献】

- 1) 山田ら：不規則底面を持つ開水路流れに関する研究；第 28 回水理講演会，1984
- 2) 椿：水理学 I；森北出版，1973
- 3) 池内ら：溪流を模擬した開水路流れの水面形遷移と抵抗則に関する研究；第 30 回水理講演会，1986