

理論と設計のジレンマ バースクリーン複合型渓流取水工の場合

A Dilemma about Hydraulics or Design Method - A Case of Bar Screen Compound Type Torrent Intakes -

小島信彦

KOJIMA Michihiko

1. まえがき

水理現象は主として物理学に基づいた理論だけでは十分に表現ができず、経験則を踏まえて表されている。水利構造物の設計においても同様である。一般的には理論式に係数を付加しているが、経験の積み重ねや水理模型実験（計測器）の精度や解析手法の発達に伴い、より複雑で厳密な解も得られるようになってきている。一方、設計の現場においては、この係数の持つ意味が明確であり適切に扱いやすい方が、計算機の発達により比較的簡単に計算が可能となったとしても、好ましい。ここに理論（研究）と設計（現場）とのジレンマがある。本報告では、バースクリーン複合型渓流取水工を例にとってこの問題を考えてみたい。

2. 水理構造諸元の決定方法

Fig.1 にバースクリーン複合型渓流取水工を示す。取水量はバースクリーンの諸元と集水路断面によって決定される。一般には、計画取水量に対して必要とされるバースクリーンの水理諸元を決め、それに基づいて集水路断面が決定される。

計画取水量 Q_0 を確保するのに必要なバースクリーン有効長 L_0 は、Fig.2 に示すバースクリーン諸元を用いて(1)式により算出される¹⁾。

$$L_0 = \frac{Q_0}{\mu \phi B \sqrt{2gE_0}} \quad (1)$$

ここで、 μ : 流入係数、 ϕ : 開度 (= a/B)、 B : 通水幅、 E_0 : 上流側水路底における比エネルギー、 g : 重力加速度である。(1)式において、 $\phi B L_0$ はバースクリーンの隙間の面積 A 、 $\sqrt{2gE_0}$ はバースクリーン上流端での流速 v であるから、 $Q_0 = \mu A v$ となり、非常に分かりやすい形で表される。この流入係数 μ は、設計基準¹⁾によるとバースクリーン取付け角度 $45 \sim 50^\circ$ のとき $\mu = 0.5 \sim 0.55$ とすればよいとされている。

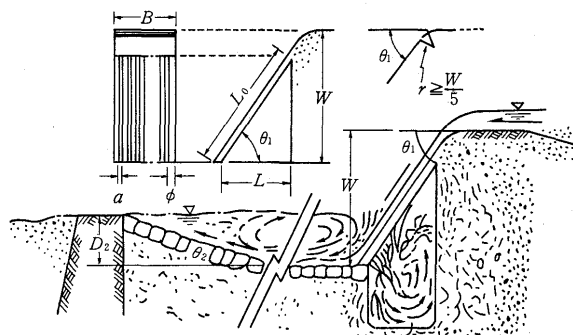


Fig.1 Bar Screen Compound Type Torrent Intake¹⁾

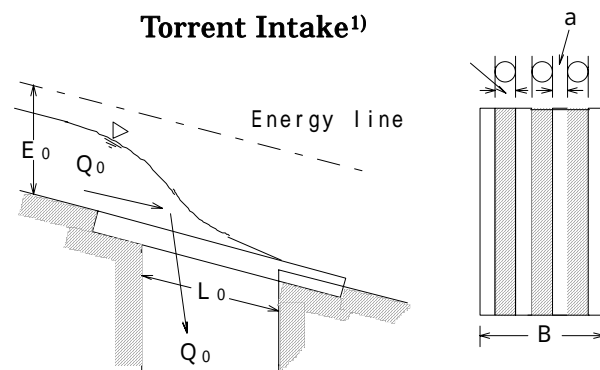


Fig.2 Dimensions of Bar Screen

3. 流入係数の算出例

Fig.3 にバー取付け角度 50° のときの流入係数 μ を管径 ϕ と隙間幅 a の条件を変えて求めた実験結果を示す²⁾。

図より有効長 L_0 が大きくなると斜面を流下する水の流速が大きくなり、バー上のナップが落下方向からバーに沿った方向に変化し取水効率が下がるため流入係数 μ が小さくなることがわかる。また、バーの有効長に関わらず、 L_0/a が大きいほど μ が大きくなることから、隙間幅 a が同じならばバーと流水との接触面が増えるため管径の大きい方が水が入りやすいといえる。

このように流入係数 μ の値は管径 ϕ と隙間幅 a の組み合わせにより様々な値を示したが、設計基準に示された $0.5 \sim 0.55$ とは異なる値を示した。実験結果からはこの値とすることに問題がある可能性が示唆される。そもそも(1)式は取水に伴って流量が変化するのにも関わらず比エネルギーを一定と考えており、その他、管の摩擦や流量が増えて隙間が満流すると発生するスクリーン裏側の負圧など、実際の流れでは複雑な現象が絡み合っており、ただ一つの係数で表そうとしていることに無理があるともいえる。

係数の表し方には例えばFig.4 の水門の流量係数³⁾のように図で整理する方法も考えられる。しかし、水門の場合が水門の開き高、上流・下流水深で表されているのに対し、バースクリーンの場合、少なくとも管径、隙間幅、有効長、上流側の比エネルギー、バー取付け角度、段落斜面長が考えられ、これらの要素をすべて網羅するのは困難である。

一方、実際の設計においては、バースクリーン複合型溪流取水工は Fig.1 に示されるように水クッション部を有するのが普通である。この効果もあり、流入係数 $\mu = 0.5 \sim 0.55$ を用いて設計しても取水量が不足するという報告はされていない。

4. まとめ

研究のテーマとしてはより正確な流入係数 μ の算出方法、さらには、スクリーン上の斜面を流れ落ちる流体の解析が目標となる。実務の面からは、実験室で得られた厳密な解よりも現場で適用しやすい設計方法の確立が求められる。農業農村工学会のように会員の多くが行政職に身をおく学会の水理学の世界はどうあるべきか、研究と現場が乖離しない方向性についての議論の一端となれば幸いである。

引用文献 1)農水省(1995)：土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」p.338～360、2)小島、田中(2005)：バースクリーン型溪流取水工における流入係数について、H17 応用水理研究部会報 pp.63～68、3)農水省(2001)：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」p.528

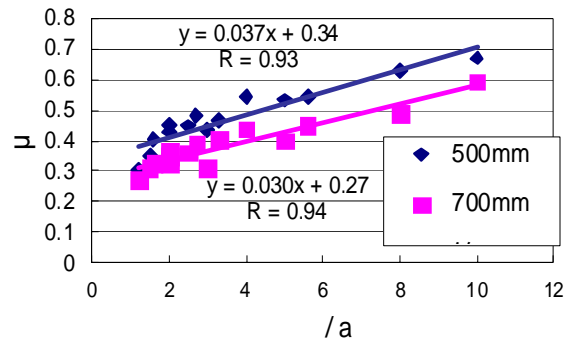


Fig.3 Relation Between μ and L_0/a

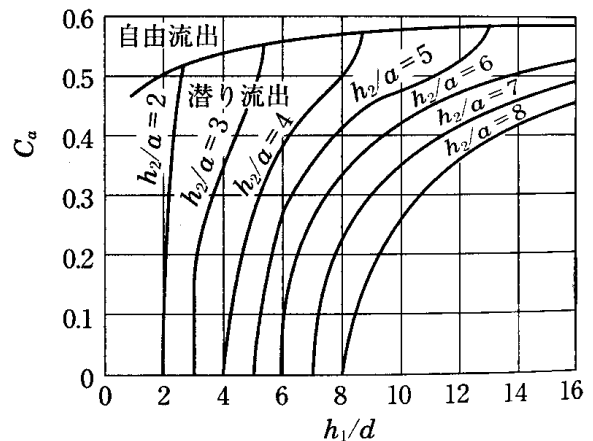


Fig.4 Discharge Coefficient of Sluice Gate