

幅厚堰の付着ナップを形成する条件

山口大学大学院理工学研究科 ○吉田貴博

山口大学 朝位孝二

山口大学 河元信幸

1. 緒論

堰は重要な河川構造物であるが、魚類の遡上を妨げてしまう。そこで堰には魚道が併設されていることが多い。プール型魚道では、越流水の水脈の状態によって魚類に遡上に大きな影響を与える。越流水が大気中に水脈を形成する状態（完全ナップ）と越流水が堰堤に付着する状態（付着ナップ）では魚類の遡上に大きな違いが見られる。完全ナップを形成する条件を明らかにすることは魚道の設計にとって重要なことである。

刃型堰ではナップ状態を区別する条件が提示されているが、やや曖昧である（図-3 参照）。また広頂堰や実際の魚道の構造を意識した研究は見受けられない。そこで本研究は、魚道における完全ナップ形状の発生条件を明らかにすることを大きな目的とし、その第一歩として、広頂堰と後述の台形堰における完全ナップの発生条件を実験的に検討した。

2. 実験装置と実験条件

実験に用いた水路は図-1 に示すように、長さ 100cm、幅 10cm、高さ 46 cm の全面アクリル製である。水路下端には水路内の水深を変化させるための可動堰を持っている。

対象とする堰は、水路中央部分に設置され、その形状は表-1 に示すように、広頂堰と台形堰とした。

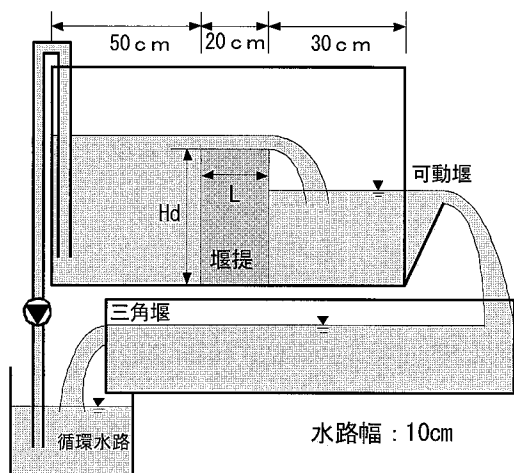


図-1 実験装置図

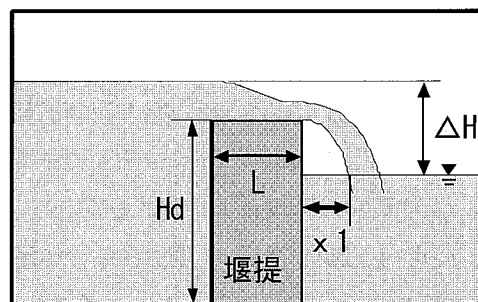


図-2 測定箇所

表-1 実験条件

type	広頂堰	台形堰
条件 (cm)	堰長L=1, 5, 20, 40	Δh=1.5, 5, 10, 15
形状		
流量 Q(cm³/s)	250, 500, 750, 1000, 1250	

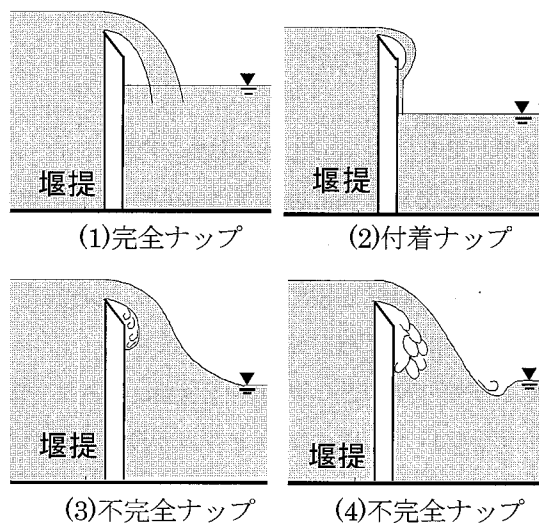


図-3 ナップ判別

あわせて実験条件を表-1 に示す。また、一般に用いられている刃型堰もあわせて検討した。

実験方法は、流量一定で、可動堰を調整し、堰上下流の水面落差を変化させて、図-2 に示す諸量を側面に設置

したデジタルカメラで撮影・計測を行った。

越流水脈（ナップ）形状の判別は、図-3 に示すように完全ナップと不完全ナップとした。不完全ナップは、堰から越流する流れが不安定（流れがふらつく）で、 x_1 が変動することで判断した。

3. 実験結果・考察

図-4 は、堰長 $L=20\text{cm}$ 時の流量と水面落差の関係を示す。図中の実線は、完全ナップと不完全ナップの境界を表す実験式である。実験式は一次方程式 ($\Delta H=AQ+B$) で近似した。傾き A と切片 B は堰形状で変化するとと思われるので堰構造ごとに整理したものが図-5～7 である。

図-5 は広頂堰の実験式の係数 A 、係数 B と堰長の関係を表す。図から、堰長が長くなると係数 A が大きくなる。このことから、堰長が長くなることで、小さい落差で完全ナップが形成することが確認できる。図-6 は台形堰の高低差 $\angle h$ と実験式の係数 A 、係数 B の関係を示している。図より台形堰では、高低差 $\angle h$ が大きくなるにつれ A 、 B 共に大きくなる傾向がある。また、今回の実験条件下では台形堰と刃型堰ではその差異は見られない。

図-7 は台形堰の高低差 $\angle h$ を堰長 L で割った値と係数 A 、係数 B の関係を示している。図より台形堰の $\angle h/L$ 値、つまり傾斜が急になるにつれ A 、 B 共に大きくなる傾向がある。また、堰長が異なるため刃型堰は除いた。

4. 結論

堰形状、流量、水面落差の変化によるナップ形状を調べた。その結果、台形堰に比べ広頂堰の傾向にはバラつきが見られたが、高低差 $\angle h$ 、堰長 L を大きくすると係数 A 、 B 共に大きくなる傾向が得られた。

堰と係数 A 、 B の関係において、堰長、高低差 $\angle h$ が大きくなるにつれ A 、 B 共に大きくなり、流量が大きくなるにつれ、完全ナップの境にあたる水面落差も大きくなるということがわかった。台形堰では、堰長が等しい条件下で傾斜角を変化させると、係数 A 、 B も変化することがわかった。

今後は、種々の魚道形状に対するナップ形状の変化の定式化および魚の遡上にどのように影響を与えるのかを検討していきたい。

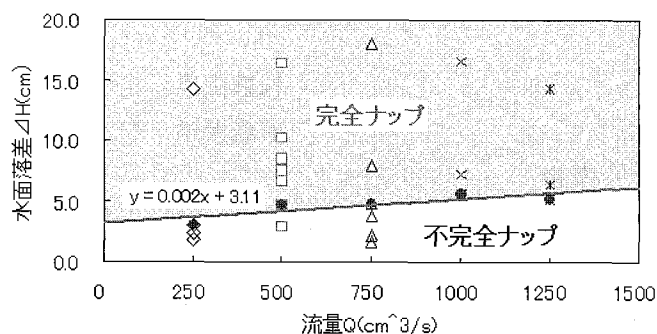


図-4 流量と水面落差の関係 ($L=20\text{cm}$)

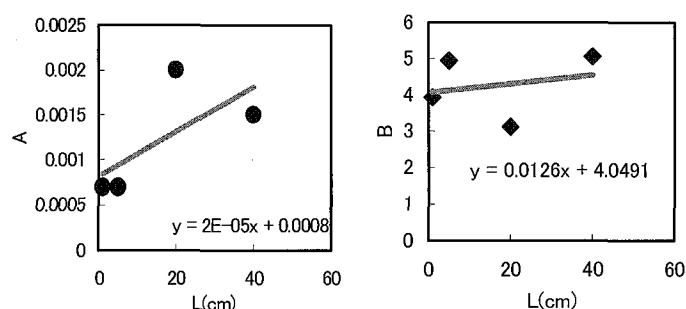


図-5 係数 A 、 B と L の関係（広頂堰）

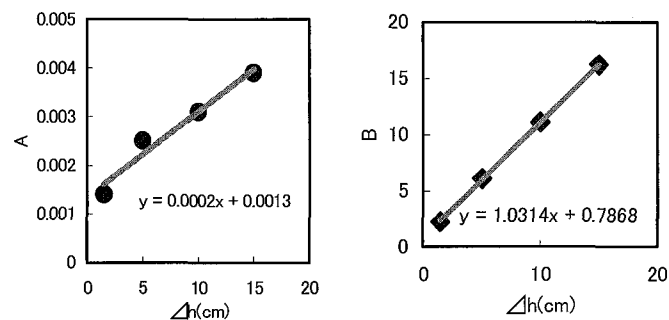


図-6 係数 A 、 B と $\angle h$ の関係（台形堰）

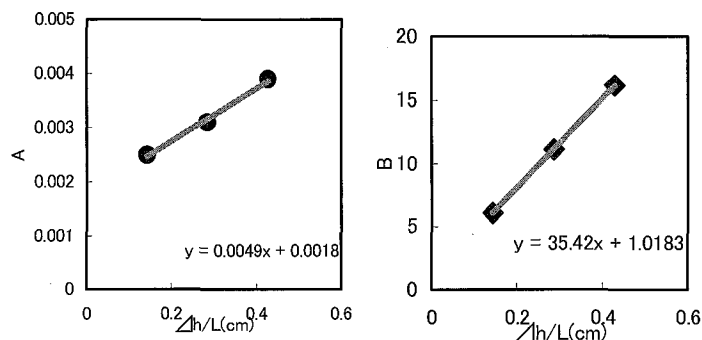


図-7 係数 A 、 B と $\angle h/L$ の関係（台形堰のみ）