

堰からの越流水で発生する気泡に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○赤松洋介 山口大学工学部 正会員 河元信幸
山口大学大学院 学生会員 吉田貴博 山口大学大学院 正会員 朝位孝二

1. 緒論

鮎は水中の気泡の濃度が高くなると、それを忌避する性質があることが指摘されている¹⁾。魚道に設置されている堰からの越流水で発生する気泡の濃度が高い場合、鮎の遡上の阻害要因の一つになると考えられる。よって、気泡の発生が少ない堰形状が魚道設計において重要な要素になると思われる。このような魚道の開発研究の第一段階として、本研究では堰からの越流水で発生する気泡の規模とその発生量を実験的に把握することを試みたものである。

2. 実験装置と実験条件

実験には、流水剥離を伴わない形状(モデル1)と剥離が生じる形状(モデル2)を用いて検討を行った。実験に用いた水路は、長さ100cm、幅10cm、高さ46cmの亚克力製の装置を用いた。モデル1の形状は次式を用いて設計した。

$$\left(\frac{x}{Hd}\right)^{1.85} = 2.0 \cdot \left(\frac{y}{Hd}\right) \quad (1)$$

ここで、 Hd は設計水頭、 x は堰の長さ、 y は堰の高さである。モデル2は魚道に一般的に用いられている広頂堰とし、その長さは20cmである。また、各モデルとも堰堤の高さは35cmとした。

本研究では、流水により生じた気泡が下流域で及ぼす影響範囲を調べた実験1と、下流域での気泡の発生量分布を調べた実験2を行った。なお、気泡径が微細なものは魚類に与える影響が小さいこと、計測が困難であることから、本研究対象から除外した。表-1に実験条件を示す。

実験1は、各モデルで流量を3種類、水面落差(ΔH)を変化させ、下流域で生じる気泡の存在規模を測定した。実験2は、水面落差を固定し気泡の発生量が小さいと考えられるモデル1で詳細に実施した。あわせて、比較として、モデル2でも同様に行った。なお、実験を整理する際に用いた記号は図-1、図-2に示すとおりである。

3. 実験結果と考察

実験1の結果を、図-3～5に示す。白抜きの描点は、

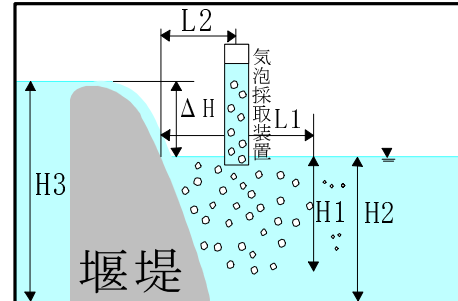


図-1 実験装置 (モデル1)

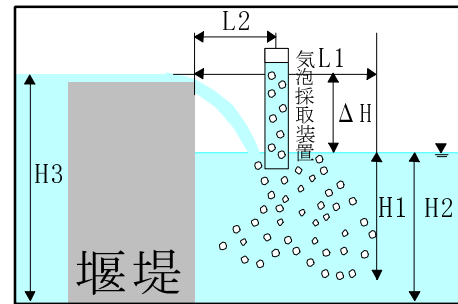


図-2 実験装置 (モデル2)

表-1 実験条件

	モデル1	モデル2
	流量 Q (cm ³ /s)	流量 Q (cm ³ /s)
実験1	100, 200, 300	200, 300, 500
実験2	118, 224, 327, 427	332

モデル2のものである。図-3は、縦軸に気泡到達深さを下流水深で除し、横軸に水面落差を上流水深で除して無次元表示した関係を示している。また、図中の実線は、発生した気泡が底面に衝突していることを示している。この結果から、横軸の値が0.2以上で、気泡が発生すること。また、水面落差に比して気泡到達深さも大きくなることが確認できた。なお、同流量時での各モデルの関係の違いは確認できなかった。

図-4、5は、縦軸に気泡存在範囲を下流水深で除し、横軸に水面落差を上流水深で除して無次元表示した関係を示している。図-4は流下により生じた気泡が装置底面に衝突している場合であり、図-5は衝突していない場合である。この結果から、気泡が底面に衝突している場合は、水面落差に比して気泡存在範囲も広くな

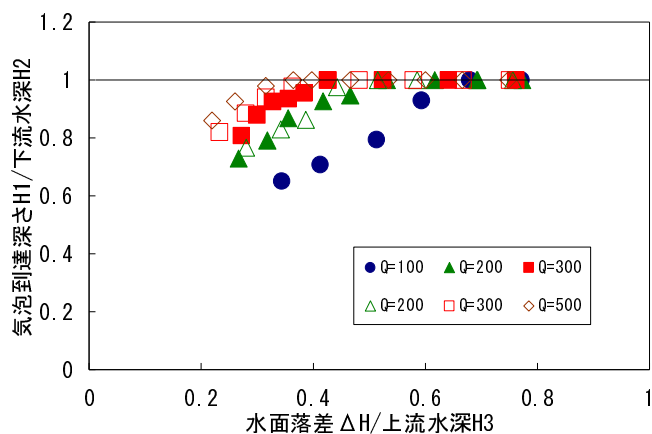


図-3 $H1/H2$ と $\Delta H/H3$ の関係

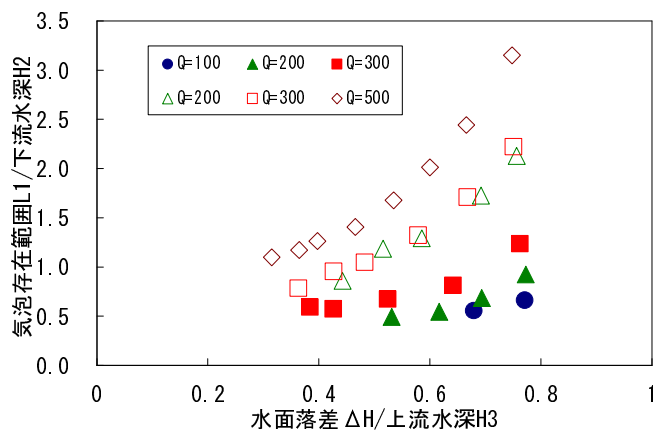


図-4 $L1/H2$ と $\Delta H/H3$ の関係(底面衝突時)

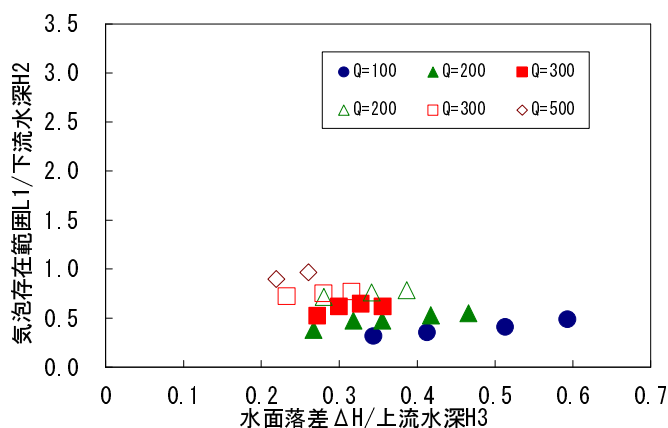


図-5 $L1/H2$ と $\Delta H/H3$ の関係(底面衝突なし)

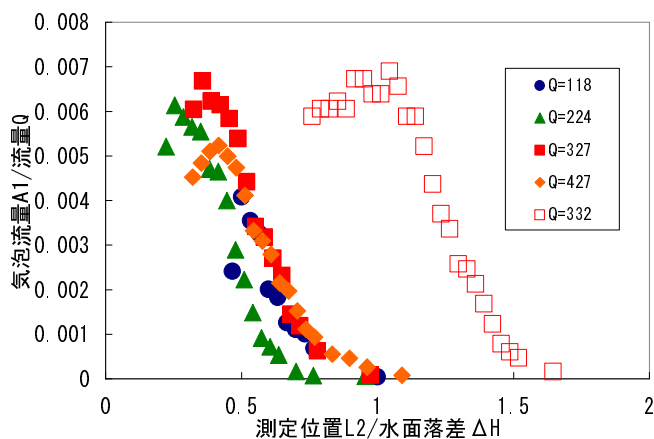


図-6 $A1/Q$ と $L2/\Delta H$ の関係

る。しかし、気泡が底面に衝突していない場合は、水面落差の変化による気泡存在範囲の変化は小さいと考えられる。また、流量が大きくなると、気泡存在範囲は広がること。気泡存在範囲は、モデル1よりモデル2が大きくなることが確認できた。

実験2の結果を図-6に示す。白抜きの描点は、モデル2のものである。図は、縦軸に気泡流量を各実験流量で除し、横軸に測定位置を水面落差で除して無次元表示した関係を示している。ここで、気泡流量とは、単位時間に測定位置に生じた気泡量である。この結果から、気泡流量は測定位置により最大値をとることが確認できる。モデル1では気泡流量の最大値の位置は、実験流量により若干の違いがあるが最大値以降の傾向は似たような結果となった。モデル2でも最大値以降の傾向は似たものとなったが、最大値の継続があることが確認できる。このことから、モデル1に比べて、総気泡流量は大きくなることが推察される。

4. 結論

本研究を行った結果、気泡到達深さはモデルによる

違いは小さく水面落差の変化により大きくなる。気泡存在範囲は、発生した気泡が底面に衝突している場合、水面落差の変化により大きくなり、底面に衝突していない場合、水面落差の変化による違いは小さい。また、モデルの違いにより異なることが確認できた。

気泡流量は同流量において、モデル2の場合のほうが大きく、このことから、堰堤からの流水剥離により多くの空気を取り込まれることで、気泡が多く生じ、流水が乱されたことにより、下流域に広範囲に気泡が移動すると考えられる。以上の結果から、気泡の影響を小さくするためには、堰堤から流水剥離を生じさせないこと、発生した気泡を底面に衝突させないことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 野口浩幸, 関根雅彦, 渡部守義, 浮田正夫: 局所的な河川環境に着目した室内実験によるアユの環境選好性の定量化に関する研究, 環境工学研究論文集, 第44巻, pp. 75-81, 2007