

II-92 上昇気泡を用いた河川流量測定システム

共和技術齋 正会員 ○三尾 袈裟人
早稲田大学 正会員 佐々木 六造
東京都 正会員 和泉 清
早稲田大学 正会員 吉川 秀夫

1. はじめに

現在、河川流量観測は、平常時においても洪水時においても人海戦術による浮子、あるいは流速計による観測が主流である。特に洪水時における観測業務は、緊急かつ一時的に多くの人手を要し、今日のような人手不足の時代には、観測を行うことが非常に困難な状況にある。

また感潮河川における流況は、順流・逆流状態のほか複雑な二相流などがあり、精度の良いデータを常時得ることは不可能である。さらに洪水到達時間の非常に短い中小河川の場合などは、洪水初期において人手に頼る方法での観測も不可能に近い。

これらの問題を解決することを目的に、関根・吉川¹⁾らによる気泡の上昇特性の研究を基にした『上昇気泡による流量観測方法』を開発中である。

すなわち河床に付設した散気管より流水中に放出された気泡が、河床から水面まで上昇する間に移動した距離 L を、カメラあるいはビデオの画像から計測することにより、河川の流量を簡便、かつ精度よく求めようとする流量観測の方法である。

この手法は、従来の方法が計器などを流水中に入れ計測していたものを、画像として記録できるという事や、自動計測化が可能である事などで有効であり、また平常時の装置の活用として河川水中に散気することにより、溶存酸素を増加させ水質改善の一助ともなるなどの効果ももっている。

2. 上昇気泡による流量の測定原理

この流量測定原理は、河床に水平に付設した散気管より河川の流水中に放出された気泡が、河床から水面まで上昇する間に移動した距離を、ビデオ又はカメラ等の画像から計測し、河川の流速、流量を求めようとするものである。

流水中を上昇する気泡の鉛直方向の速度 V_u は、極く底面付近を除いては、ほぼ一定速度で上昇することは実測値としても計算値からも確認されている。一方水平方向には流体の速度 V に等しい値で移動する。

以上により、単位幅当たりの流量 q に関しては、次式が成り立つ。

$$q/L = a \times V_u, \quad q = \int_0^b V dz \quad (1)$$

ここに、 L は気泡が河床から水面に達するまでに水平方向に移動した距離、 a は上記の底面付近での影響を補正する係数であり、水深が大きいほど $a \rightarrow 1.0$ となる。従って流量の算定にあたっては、気泡の飛距離 L を横断方向に計測すれば河川流量が求まることになる。

3. 実験装置

実験装置は、圧縮機(90ℓ/min)、エアー用ローターメーター、圧力計、散気管、ビデオカメラからなり、その配置は図-1のとおりである。

4. 現地における実験例

現地実験は、流量測定
の自動化に関する調査として、
東京都江東区清澄地先仙台
堀川清澄排水機場の導水渠
（幅3.25m・長さ11m・水深
約3m）において、排水ポ
ンプの運転にあわせて行っ
た。河川流量は、プロペラ
流速計（CM-1B型流速計）
による方法と散気管による
流量測定方法とで同時に測
定した。

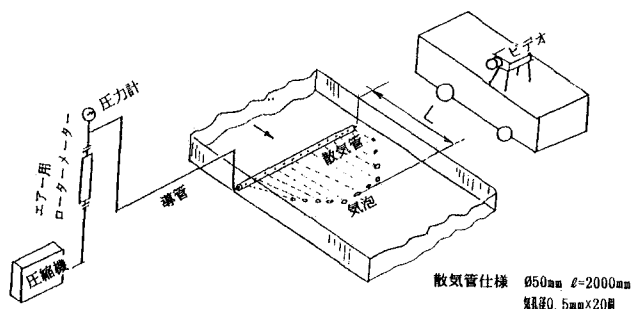


図1 流量測定実験装置

結果については表-1、-2のとおりである。プロペラ流速計で測定した流量と気泡流量計での流量は、散気量が0.5～1.5ℓ/min個の場合3%程度の差で一致しているが、2.5ℓ/min個では散気量が多すぎため10%以上の差となっていることから、1.0ℓ/min個程度が最適散気量と思われる。

表1 実験値

水路巾B=3.25m

B=0.5mm

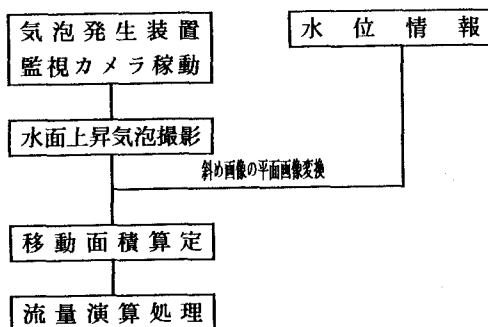
ケース	散気量 (ℓ/min・個)	水路水深 h (m)	平均流下距離 L (m)	上昇速度 Vu (m/s)	気泡による流量 $q = 1.1 \cdot L \cdot B \cdot Vu (m^3/s)$
1	0.5	3.00	4.39	0.35	5.48
2	1.0	3.01	4.32		5.41
3	1.5	3.02	4.08		5.10
4	2.0	2.96	3.95		4.94
5	2.5	3.02	3.80		4.75

注)1.1は水路水深と散気管の水深の補正係数

表2 プロペラ流速計との比較

ケース	プロペラ流速計に よる流量 (m³/s)	気泡による流量 (m³/s)	差 (%)
1	5.38	5.48	2
2	5.23	5.41	3
3	5.23	5.10	2
4	5.21	4.94	5
5	5.40	4.75	12

5. 現在検討中の課題



本手法の最終目的は、洪水や感潮河川の精
度よい流量の自動計測であり、検討中の流量
の算定システムは図2のとうりである。

現在、室内及び現地実験による気泡の上昇
速度の確認、斜め映像からの精度よい気泡移
動距離の算定手法また洪水時の流速と水深に
により、気泡の移動距離が長くなった場合の
検出方法などについて検討中である。

【参考文献】

- 1) 関根・吉川ら第32回水理講演会論文集 1988