

阿武隈川河口における1994年出水の浮遊砂濃度

東北大学大学院 学生員 ○杉木基泰

東北大学工学部 正 員 真野 明

1 はじめに

著者らは洪水用簡易採水器を試作し、1994年9月29,30日の台風28号に伴う出水時に阿武隈川において浮流砂の観測を行った。簡易採水器の構造と採取した試料の分析結果について、一部を真野・杉木(1994)(以下、前報)で報告している。本論文では、不定流計算で算出した摩擦速度を用いることによって浮遊砂濃度を評価した。

2 摩擦速度の評価

今回の観測時の外力の算定には、建設省による水位データを用いた。これは採水地点のすぐ近くであり、テレメーターにより毎正時のデータが記録されている。浮遊砂濃度を知るために必要な外力の情報は水深と摩擦速度であるので、水位データから不定流計算を行って算出した。その基礎式を示す。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$-i_0 + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\alpha}{2g} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q}{A} \right)^2 + \frac{f'}{2g} \cdot \frac{1}{R} \left(\frac{Q}{A} \right)^2 + \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{Q}{A} \right) = 0 \quad (2)$$

この2式から上下端境界条件に水位データを用いて差分法によって計算を行った。採水地点は河口8km地点で、その地点での流量と摩擦速度を求めた。その結果と河口8km地点の横断図を図-1、図-2に示す。水深と流積は図-2の横断図より台形近似により算出している。また、潤辺を算出することから径深 R を求めることが出来る。図-1より等流計算による摩擦速度 U_* と不定流計算による摩擦速度 U_* には、大きな違いが見て取れる。これは等流計算では速度変化が評価されていないためであり、従って浮遊砂の計算結果に大きな誤差を生じる。

また、流量については建設省により水位-流量曲線式が提案されているが、本不定流計算との比較を図-3に示す。不定流計算による流量曲線は、流量の立ち上がり時期より下降時期で同じ流量に対する水位の値が小さくなっていることが分かる。これは流量がピークを過ぎると水面勾配が小さくなるからである。

3 基準点濃度 C_a

基準点濃度 C_a は、採水した試料の質量濃度と採水した位置からRouse(1937)の式より算出した。以下にその基礎式を示す。境界条件を考慮した濃度分布式は、鉛直上方に y 軸を取り、

$$\frac{C}{C_a} = \left(\frac{h-y}{y} \cdot \frac{a}{h-a} \right)^{w_0/\kappa u_*} \quad (3)$$

ここで、 C : y 地点での濃度、 C_a : a 地点での濃度、 h :水深、 a :浮遊砂濃度の基準点とされる河床面からの高さ、 w_0 :砂粒の沈降速度、 κ :カルマン定数、 u_* :摩擦速度を表す。基準点の高さ a は水深の5%、 κ は0.4で定数とした。

算出した基準点濃度 C_a の値を図-4に示す。横軸は摩擦速度 U_* と沈降速度 W_0 との比である。03:00-08:00は流量の増加時、09:00-12:00は流量がピークになる直前、13:00-19:00は流量の減少時を表している。流量の増加と共に図の左側に移行し、流量の減少に伴って基準点濃度 C_a の値が減少していることが分かる。また、実線がLane-Kalinske(1937)の提案式であるが、全体的に良く一致している。

4 考察

基準点濃度を算出することにより、浮遊砂濃度の鉛直分布が評価できる。今回は前報で述べたように比較的浅い位置での採水となったために、さらに水深の深い部分で大きな粒径の土粒子が存在することが考えられる。従ってそれらを的確に評価し、精度良い濃度の鉛直分布を得るためには、基準点濃度を基準点高さの採水結果から評価することが大切であると考えられる。

また、外力となる流量や摩擦速度は濃度の算出に影響するため、不定流計算によって求めることが望ましい。不定流計算に用いる河道の情報は、横断面図や縦断面図を用いることによって得られた。

5 参考文献

1. 真野 明・杉木基泰：洪水用浮遊砂採水器の試作と現場試験，水工学論文集，pp.887-890，第39巻，1995.
2. 吉川秀夫：流砂の水理学，丸善，1985.
3. 河村三郎：土砂水理学1，森北出版，1982.

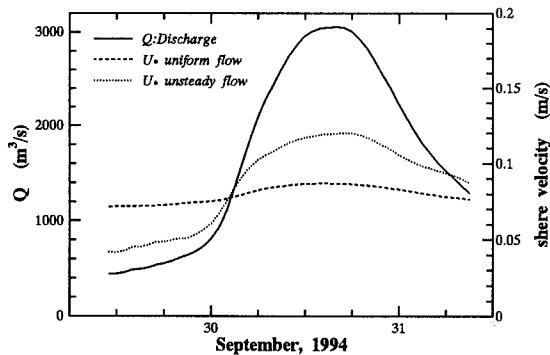


図-1 摩擦速度の経時変化

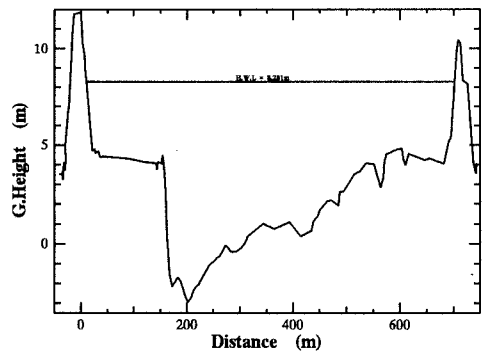


図-2 河口8km地点の横断面図

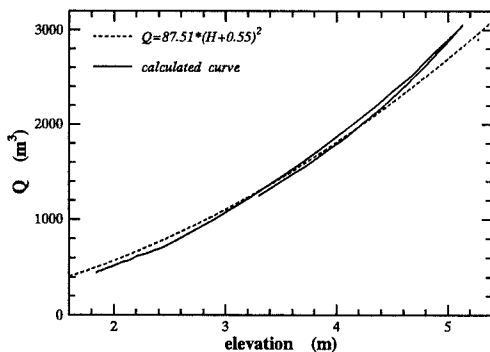


図-3 不定流計算による流量とH-Q曲線

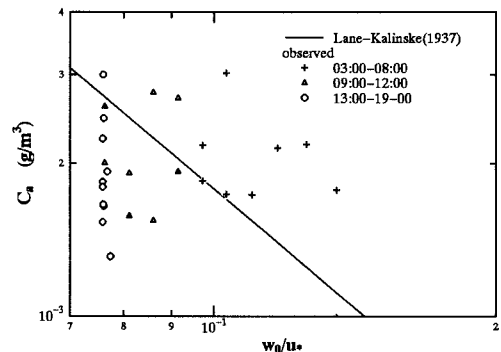


図-4 基準点濃度