

河川の洪水流砂量の評価方法の検討

秋田大学 ○ 学生員 須藤祐紀

秋田大学 正 員 浅田 宏

(1)はじめに

一般に提案された流砂量式が実河川で検証されることはほとんどないと言われる。これは実河川における洪水流砂量の実測が極めて困難であること、特に掃流砂量の測定値にはほとんど信頼性が無く、また浮流砂量測定にもWashloadが含まれる等、流砂量式の検討に用いられる資料が得難いからである。本報ではこのような観点から洪水流砂量の評価について若干の検討を試みた。

(2)洪水流砂量実測値の検討

建設省流砂観測資料集(昭和46年3月)には、幾つかの河川における浮流砂量と掃流砂量及びその粒径分布の資料が、これに関連する水理量と共に与えられている。そこで斐伊川、阿賀野川、矢作川、雲出川を対象とし、浮流砂量、掃流砂量の粒径分布の資料を参考に浮流砂量からWashload分を除き、浮流砂量式の検証に用いられるべき浮流砂量の検討をおこなった。Washloadの最大径は幾つかの河川における実測より0.005cmから0.035cm程度であるとされている。また河床材料の運動特性が粒径0.01cm～0.02cmの粒子を境に異なることから最大径にはこの値を用いるのが適当であるとも言われる。一方0.01cm～0.02cm径の細砂は河床材料にも含まれることが多く、下流河床ではsilt、clayが多量に分布することもあり、Washloadの定義に疑問をもつ向きもある。今回の検討でも0.01～0.02cmを上限値とすると、阿賀野川、矢作川では観測浮流砂が全てWashloadとなった。阿賀野川では上流に階段状にダムが建設されており、その各々にsilt、clayが沈積していることから、これが洪水時に巻き上げられ、流送される

表-1 各河川における修正係数

河川名	流量 (m^3/s)	境界径 (cm)	実測浮遊砂量 ($m^3/s/m$)	Washloadを除く 浮遊砂量($m^3/s/m$)	修正 係数
1.斐伊川	230		10.5×10^{-4}		118.7
		0.074		0.47 "	5.3
2.阿賀野川	2047		109.4 "		516.0
		0.007		7.8 "	36.8
3.矢作川	2304		83.4 "		463.3
		0.009		5.1 "	28.3
	2267		81.9 "		765.4
		0.009		4.4 "	41.1
4.雲出川	981		54.5 "		1052.1
		0.009		2.1 "	40.3
	230		0.47 "		2.8
		0.005		0.18 "	1.1
	139		0.21 "		1.2
		0.005		0.11 "	0.6
	100		0.13 "		1.6
		0.005		0.05 "	0.6

ことも考えられるが、一般的にはこの結果は不自然である。そこで掃流砂の最小径をWashloadの最大径とし分離を行なった。その結果を浅田の方法で用いる修正係数値で示すと表-1のようになる。これに依れば雲出川を除く他の河川ではWashloadを除いた場合の係数値は大幅に小さくなっている。この値は浮流砂実験や貯水池堆砂量からえらた他の河川の係数値と比べても小さ過ぎるようにも思われる。その原因としては一つには浮流砂量の測定において河床近傍の粗い粒子が捕捉され難いことが考えられる。また雲出川、斐伊川では同一の流量に対して修正係数値が極端に異なる。これは両川の流砂特性の相違、特に斐伊川は洪水時に大量のマサ砂を流送することを反映しているものと思われる。何れにしてもWashloadの問題は各河川の流砂特性に関わるものであり、今後の検討をようする。

(3)一次元河床変動計算による流砂量評価

浅田の方法と浮流砂量式として道上式を用い、河床粒径分布の計算に平野の方式を導入した方法の二種類の河床変動計算方法を用いて行った。評価の対象は北上川と阿賀野川である。北上川は流量 $1800m^3/sec$ で濃度資料が得られている。計算区間は二区間に分け、 $1800m^3/sec$ を48時間流したのち両区間の濃度が共に実測値に等しくなるよう浅田式の修正係数と道上式の実験係数Kの値を定めた。その結果浮流砂代表径0.03cmに対する修正係数及び実験係数は下流区間、上流区間でそれぞれWashloadを含めた全流砂量と除いた場合について表-2に示すようになった。河床変動の計算結果は共に大差は無かった。阿賀野川は浮流砂量の観測結果の得られている $2047m^3/sec$ の洪水量について同様の比較を行った。浮流砂代表径0.03cm、0.12cmについて

修正係数はWashloadを含む場合には上下流ともに同じ値となった。実験係数も若干の違いはあるがほぼ同程度の値になった。Washloadを除いた場合の修正係数も下流、上流の値は表一2に示すように大差はない。また実験係数は表一3に示すようになった。河床変動計算結果はこの場合も大差はなかった。なお無次元浮流砂量と無次元掃流力のプロットは全般的にWashloadを含む場合は上限に近く、除いた場合には下限に近くなった。

ただし道式による計算では浅田の方法に比べバラツキが大きくなった。又計算に要する時間も前者では後者より大きくなった。次ぎに得られた修正係数値と実験係数値を参考に両川の計画洪水量に対する流砂量を評価してみる。最初、北上川において、流量1800m³/sで求められた係数で計算をおこなってみた。Washloadを除いて場合、無次元プロットが実測下限付近に分布し、河床の変動が殆ど見られないことから流砂量を小さめに見積り過ぎているようである。次ぎにWashloadを含めた場合は無次元プロットは実測の範囲外にはみ出す所も有り、なおかつバラツキ具合も大きいようであるが、河床の変動は過大ではない。したがって計画高水流量時における修正係数と実験係数はWashloadを含めて決定した係数を参考に定めた。阿賀野川も同様にのWashload含めた係数を計画高水量に適用すると浅田の方法では異常な堆積が見られ、また浮流砂量式を導入した方法でも過大な河床変動が表れる等、両方法において共に流砂量を多めに見積り過ぎる様である。これは前述したように上流における階段状のダムの影響と考えられる。次ぎにWashloadを含めた場合は無次元プロットは範囲内であり、極端な河床変動も見られない。したがって阿賀野川の計画高水量時の修正係数と実験係数はWashloadを除いて実測値に合わせた係数を参考にし、計算区間が動的に平衡に成るようにして決定した。これらの結果は表一4、5に示す。これらの評価による計画高水時の流砂量は両川の実測値と比較して、ほぼ妥当であると考えられる。

(4)結語

一次元河床変動計算は大規模河床変動の予測に既に確立された方法であるとされている。しかし実河川の技術計算に用いる為には妥当な流砂量を計算するように対象河川の状況に応じて係数を修正する必要がある。従って予測が正しく行われる為には実河川についての実測資料、これによる計算結果が数多く、かつ系統的に蓄積されることが望ましい。

参考文献

- 1)建設省技術研究会：全国河川粗度係数資料集 昭和49年3月
- 2)建設省土木研究所：建設省流砂観測資料集 昭和46年3月
- 3)岡部建士：貯水池における堆砂過程とその予測に関する基礎的研究 昭和57年10月

表一2 実測値に合わせた各河川における修正係数

河川名 (河口からの距離)	流量 (m ³ /s)	代表径 (cm)	修正係数	Washload分を除く修正係数
1.北上川区間1 (50km~72km)	1800	0.03	15	3
		0.09	2	1
2.北上川区間2 (72km~102km)	1800	0.03	30	7
		0.09	5	2
3.阿賀野川区間1 (0km~17km)	2047	0.03	90	7
		0.122	30	3
4.阿賀野川区間2 (17km~34km)	2047	0.03	90	9
		0.122	30	3
5.阿賀野川助走区間 (34km~44km)	2047	0.03	250	25
		0.122	100	10

表一3 各河川において修正された実験係数

河川名 (河口からの距離)	流量 (m ³ /s)	実験係数	Washload分を除く実験係数
1.北上川(50km~72km)	1800	0.0015	0.0005
2.北上川(72km~102km)	1800	0.009	0.003
3.阿賀野川(0km~17km)	2047	0.14	0.012
4.阿賀野川(17km~34km)	2047	0.08	0.0075
5.阿賀野川(34km~44km)	2047	0.08	0.0075

表一4 各河川において計画高水流量時に用いた修正係数

河川名 (河口からの距離)	流量 (m ³ /s)	代表径 (cm)	修正係数	平均全流砂量 (m ³ /s)
1.北上川区間1 (50km~72km)	6500	0.03	15	0.49
		0.09	2	
2.北上川区間2 (72km~102km)	6500	0.03	60	0.44
		0.09	5	
3.阿賀野川区間1 (0km~17km)	11000	0.03	25	3.65
		0.122	8	
4.阿賀野川区間2 (17km~34km)	11000	0.03	12	2.62
		0.122	4	
5.阿賀野川助走区間 (34km~44km)	11000	0.03	10	3.30
		0.122	3	

表一5 各河川の計画高水流量において修正された実験係数

河川名 (河口からの距離)	流量 (m ³ /s)	実験係数	平均全流砂量 (m ³ /s)
1.北上川区間1(50km~72km)	6500	0.0015	0.30
2.北上川区間2(72km~102km)	6500	0.02	0.24
3.阿賀野川区間1(0km~17km)	11000	0.012	2.82
4.阿賀野川区間2(17km~34km)	11000	0.0095	2.31
5.阿賀野川助走区間(34km~44km)	11000	0.0095	3.66