

III-10 中国における最近の流砂問題研究について

建設省土木研究所

正員

王 方 (WANG Fang-Yi)

中国では水理研究における流砂部門の重要性はかなり大きく、水利研究機関には流砂組があり、泥沙研究所の存在も見受けられる。本文は主に最近二三年の国報雑誌の論文から幾つものを選び、その内容の概要、簡単な公式を示し、また欠号のあるものは題目のみを上げ上記題目の内容の一例面とする。

1. 幾つもの理論公式、資料による問題検討および現地観測

蔡樹棠(Cai, Sh. T)は a) 濃度が粒子の沈速におよぼす影響を論じ(静水中、濃度が小、球形と假定)近似式として $U/U_0 = 1 - \frac{2}{3} \frac{C}{C_0} \dots$ のを導き (U_0 : 単一の球の沈速, S : 粒子間の巨り) 實驗資料と比較してよい結果を示している。また静水中における不等速沈殿(濃度小, *Ronchelli* 取小の場合)の運動、連成式を解き, *Stokes* 法則が成立する迄に相当する時間を要することと結論している(物理學報 Vol 12, 1956, No. 5)。b) 不等速流の中で運動する球に作用する抵抗式を出し、それを用いて層流流れにおける土砂沈殿を論じ(濃度小)、主流方向にも水分子と土砂の相対速度ゼロと仮定することを結論している。(中国科学 1958-No. 5, No. 6; または物理學報 1957-No. 5) c) *von Karman* の風沙理論を応用して沙涯の波長式を、沙涯の頂上における土砂の力の釣合を考へて波高式を、また沙涯の谷にある泥漿帯における土砂の力の釣合、主流部との接觸面での土砂出入量関係と考へて近底全砂量を求め、対称流速分布、拡散理論による全砂量分布として浮流土砂量公式を出し實驗資料を用いて検証をきめている(力学學報 Vol 2, 1958, No. 2; 土木学会誌抄録)

董國仁(Dou, G. R)は乱流の固体面付近の境界條件理論に基づいて導いた底速対平均流速の関係式の検証を實驗資料で定め、河床常断力が釣合う時の始動流速と土砂運搬正常流速とを考へて粒子の大小から見た河床安定の基準式として $K = \frac{d}{h} + 0.107 \frac{h}{d} \dots (2)$ (U_b : 河床流速 m ; d : 河床土砂の平均直径 mm ; h : 水深 m ; $U_b = U_{ao} \frac{34}{34+1}$; U_{ao} : 平均流速; $\psi = 0.26 (h/d)^{0.12}$ を出して $K = 1.024 a$ とし: 安定, $K < 1.024 a$ とし: 洗掘, $K > 1.024 a$ とし: 堆積 (水利學報 No. 1956)

錢寧(Qian, N)は a) 従来の流砂量理論式に考察を加え河床安定基準式として $K = \frac{d}{hI} \dots (3)$ になること、また従来の幾つもの式はこれの特殊の場合であることを示している。さらに造床流量(*bed-generating flow*)の概念を導入すればこの式は水理學的要素 d, h, I だけではなく流域の要素をも含むことにあることを説明している。推理過程においてはアメリカの二三の河川および揚子江、洞庭のある区間の河床変化、流砂量変化の対流量変化資料に基づいており、また揚子江、黄河の二三の地点を例にとり基準式のおおむねを吟味している。(地理學報 Vol 24, 1958, No. 2) b) 官大ダムおよびアメリカにおける二三のダムが完成後の河道変動資料について考察を加え、三门峡ダムが完成される時の下流河床変動を試みに検討し、浮流土砂のみではなく河床物質調査の必要なども強調している(水利學報, 1958-No. 4)

尹学良(Yin, X. L)は官大ダム完成以来の永定河下流の河道変動、含沙量変化、河床粗度変

化資料について報告している(中国水利1957-No.10; 泥沙研究1958-No.2)

侯峰昌(Hou, H. Ch)等は官ダム完成後, 1953~1956の間に貯水池に起った30数回の密度流現象を観測し, 貯水池流入量とダムよりの排砂量との関係, 密度流の発生, 継続, 消散消失に対する地形, 背水長などの影響を定性的に報告している(泥沙研究1958-No.2)

2. 最近求められた平均浮流土砂含砂量公式

a) 人民勝利導公式(實測資料によるもの, 黄河建設誌1956-No.10): $C = 10.4 V^3 / R^{3/2} \omega^{3/2} I \dots (a)$

(C : kg/m³; V : m/s; R : 径深m; ω : 流速cm/s; I : 勾配‰). ω と I を考慮しないときには

$C = 11.3 V^3 / R^{3/2} \dots (a-1)$. b) 范家驊(Fan, J. H) 公式: $C = 2.34 V^4 / R^2 \omega \dots (b)$ (a)の資料による)

c) 沙玉清(Sha, Y. Q) 公式(1956): 国内外の河川, 水路, 樋などの資料を用いて相関解析法で求められたもので, 黄土水路に対しては $C = \frac{10}{\omega^{1/3}} \left(\frac{V - 0.24 R^{0.2}}{VR} \right)^2 \left(\frac{R}{d_{50}} \right)^{1/6} \dots (c)$ (ω_{50} : d_{50} mm土砂の流速mm/s; d_{50} : mm).

d) 南京水利実験處經驗公式: $C = 20.9 V^{1.33} R^{0.7} \dots (d)$

e) 屈孟浩(Qu, M. H) 公式(1957): 黄河, その分水路, 樋などの資料により導かれたもので $V_0 = 0.62 C^{1/3} \omega^{1/3} Q^{1/6} \dots (e)$ (V_0 : 堆積しない流速; Q : m³/s; ω : cm/s). $d_m < 0.2$ mmの資料を無視するとき $C = 6.5 V^{3.7} / \omega^{1.3} Q^{0.65} \dots (e-1)$.

f) 引黄導公式(1957): 實測資料に基づき相似法則により導かれたもので $C = 600 \frac{V^2}{gR} \frac{V - V_0}{\omega} \frac{d}{R} \dots (f)$ (浮游するものの限界流速 = $0.16 \sqrt{gR} \frac{V}{\omega}$ m/s; ω : cm/s; g : 98m/s²). またこれの簡略式は $C = 490 \frac{V^2}{gR} \frac{V}{\omega} \frac{d}{R} \dots (f-1)$.

g) 黄河含砂量經驗公式(1958): $C = 1.07 V^{2.25} / R^{0.74} \omega^{0.77} \dots (g)$ (ω : cm/s).

h) 黄河流域含砂量經驗公式(1958): 黄河, その分支流, 樋などの資料により求められたもので $C = 100 \left(\frac{V^2}{gR} \right)^{0.7} \frac{V}{\omega} \left(\frac{d}{R} \right)^{0.5} \left(\frac{h}{B} \right)^{0.3} \dots (h)$ (ω : cm/s; h : 水深m; B : 水面巾; d : 平均粒径mm) またこれの簡略式として $C = 70 \left(\frac{V^3}{gR\omega} \right) \left(\frac{h}{B} \right)^{1/2} \dots (h-1)$

3. 試験設備および観測所: a) 1952年, 南京水利実験處に濁水試験設備が完成され, それについて詳細報告がある(南京水利実験處報告集, 1954) その中には試験に用いた静水直接沈殿管による粒度分析装置と他の各種方法によるものとの比較が別文として報告されている。

b) 大小河川には多くの水文観測所があり, 黄河を例にとると, 本支流には普通含砂量測定所が84箇所(1955), 古い資料もあるが不完全なものも多く, 1949年以後は規格の統一に資料が揃ってきた。含砂量の測定はその変化に従って回数を加減し(多い時は30分ごと, 平時は数日に一回)。1956年以後は粒度分析を行っている。また精密測定所として17箇所あり, 峡谷区間, 冲積区間に分布しており異なる河床特性を代表させ, 観測も受測線, 号測点の治水量へ土砂量関係の研究に供している。

4. 文献関係, 参考講演目次などにある題目の幾つかをあげると 1) 水温の土砂運動に対する影響 2) 物体沈速, 始動流速および飽和含砂量の法則 3) 乱流流速分布と浮流土砂の運動 4) 垂直線上における定常流砂量測定による流砂量計算の誤差問題 5) 抛石試験 6) 荆江の河床物質組成に関する考察 7) 黄河下流の河床変動問題 8) 揚子江漢口区間の河床変動問題 9) 黄河下流河床物質の粗化問題 10) 三门峡貯水池流入資料に基づく貯水池密度流の発生條件と含砂量の検討 11) 土砂運搬と橋脚空間の計算 などである。