

金沢大学工学部

正員 西田 義親

全

全 ○ 高瀬 信忠

全

学生員 射場 正和

1. まえがき

河川における流出土砂の問題は河川計画を樹立したり、河川工事を実施するに当って極めて重要な問題である。本研究は、その源を中部山岳に登し、飛騨山脈とその前山たる立山連峰との間を一大峡谷をなして北流し日本海に注ぐ、流域面積 682 km^2 、流路延長 85 km 、山地率 97.1% 、平野部を流れる下流 13 km 区間の平均河床勾配約 $\frac{1}{50}$ という本邦有数の急流河川の一つである黒部川について、平野部を流れる 13 km 余りの区間についてであるが、実用的な観点より水の流れるに伴う土砂の動きを把握するとともに、将来落着くであろう平衡勾配を考察推定して、その推定値に対する考察を行ない、今後の問題点などをあげて解析検討したもので、合理的な河道計画樹立に寄与することを目的としている。

2. 洪水流量の把握と基本量の推定

河床変動は、主に洪水時において行われ、平時ではほとんど行われないと考えられるので、流出土砂解析に用いる基準流量としては、現計画高水流量 $4,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、現存している資料によって確率的にみて、数年に1回程度起る中洪水流量 $2,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、1年に1回程度起る小洪水流量 $600 \text{ m}^3/\text{sec}$ の3種類をとった。この3洪水を対象として、 0.0 km から 0.6 km 、 1.2 km 、……という昇合に 600 m^3 ごとに上流各地点の水位を不等流計算により求めてゆくわけであるが、その出発点である 0.0 km 地点の水位を決めるため、河口潮位を知る必要がある。しかし河口には潮位観測所がないので、最も近い生地潮位観測所(黒部川河口部左岸より海岸線にそって約 3.7 km)の資料より、出水期(6~10月)の各月最高潮位の平均値 0.58 m に若干の余裕をとって、河口潮位は3洪水とも同一の 0.60 m とした。また、不等流計算に用いる河道断面、粗度係数は、建設省の黒部川筋計画断面計算書に決定されている(矩形複断面)ものを用いた。なお、 0.0 km 下流の計画は現状のところないので、 0.0 km 地点から下流 190 m に河口地点を考え、その河中を 690 m の矩形断面、その間の計画高水勾配を $\frac{1}{50}$ と仮定した。 0.0 km 地点の水位は、河口潮位を出発点として不等流計算を行なって決めるわけであるが、チェックのためマンニング式の逆算により求めた値とほとんど差のないことを確かめた。そして 0.0 km 地点から上流は不等流計算によって各地点の水位を計算し、また、その結果より各地点の水面勾配を推定した。

3. 掃流土砂量の推定

推定された各断面の水位 H 、水面勾配 I を用いて、 W を水の単位体積重量、 τ_0 を掃流力とすれば、 $\tau_0 = WHI$ なる式によって求めた。一方、各地点より採取された河床材料をふるい分けした結果より混合比入を求め、限界掃流力公式としては、わが国河川で研究導かれた安式 $\tau_c = 55.7(\beta - f)\lambda \cdot d_m$ を用いた。ここに、 τ_c : 限界掃流力 ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$)、 d_m : 平均粒径 (mm)、 β : 砂礫の比重、 f : 水の比重

入：混合比 である。以上求められた τ_0 , τ_c によって掃流土砂量を、一般的に最もよく用いられている次の佐藤・吉川・芦田式を用いて推定した。

$$g_B = \frac{\left(\frac{\tau_0}{\sigma}\right)^{\frac{3}{2}}}{\left(\frac{\tau_0}{\sigma} - 1\right)g} \varphi F\left(\frac{\tau_c}{\tau_0}\right) \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 g_B は単位巾当り掃流土砂量 [$m^3/(sec, cm)$]、 τ_0 は掃流力、 τ_c は限界掃流力、 σ は土砂の密度、 ρ は水の密度、 g は $980 \frac{cm}{sec^2}$ 、 φ と $F\left(\frac{\tau_c}{\tau_0}\right)$ は別に示されている関数。

計算推定された結果より、各断面区間ごとの土砂の流入量と流出量を把握することができ、それによってその区間が、土砂堆積あるいは洗掘のどちらの傾向を持つものであるかを判断することができるであろう。流量 $2,500 \frac{m^3}{sec}$ の場合を1例として、その結果を図-1に示す。

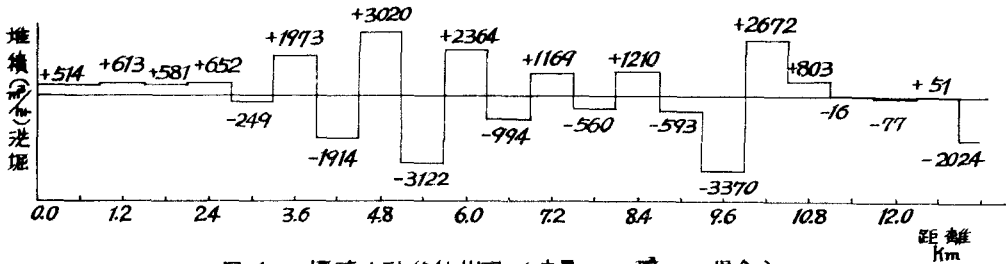


図-1 掃流土砂移動状況 (流量 $2,500 \frac{m^3}{sec}$ の場合)

4. 平衡勾配の推定

河道の縦断面において、河床の安定した状態、すなわち平衡勾配に対しては静的な場合と動的な場合の2通りの考え方がなされている。静的平衡勾配については、安芸博士が砂礫の平均粒径と混合比との間に一定の関係があり Sternberg の法則を広義に解釈して導いた次式を用いて検討した。

$$i = I_0 \cdot 10^{\frac{5}{3.5}} \frac{x_0 - x}{b} + \frac{3.45}{3.5b} \cdot H_0 \cdot 10^{\frac{4.5}{3.5}} \frac{x - x_0}{b} \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 x_0 は現在、平衡状態かそれに近い状態にある基準地点からの距離、 b は河床砂礫の調査により定まる係数である。また、動的平衡勾配については、エネルギー式と不定流の基礎方程式、連続式と土砂量式(佐藤・吉川・芦田式)などから、近似的に河川断面を河巾 B 、水深 H の矩形断面と仮定して誘導した次式を用いた。いま、 ΔZ を2断面の河床高の差とすると、

$$\Delta Z = I_0 \left\{ \left(-\frac{B_0}{B} \right)^{\frac{2}{21}} \right\}_m \Delta x + \frac{4}{7} H_0 \frac{\Delta B}{B_0} \left\{ \left\{ 1 + \frac{3}{4} \frac{Q^2}{g B_0^3 H_0^3} \left(\frac{B_0}{B} \right)^{\frac{2}{7}} \right\} \left(\frac{B_0}{B} \right)^{\frac{11}{7}} \right\}_m \quad \text{----- (3)}$$

この式の意味およびこれらの計算検討結果は講演時に発表することとしたい。

5. おわりに

掃流土砂の水流に対する運動の傾向は凡そ把握できたと考えられるが、限界掃流力公式の採用に伴う掃流土砂量の違いが相当あるので、定量的な把握にはまだ問題がある。そして、前述の平衡勾配の推定式には上流からの補給土砂量や人工砂利採取による影響などが含まれていないこと、さらに黒部川が非常に急流であることなどを考えると、推定値に対してはこのような観点から考察検討する必要があるものと思われる。