

金沢大学工学部 正員 高瀬信忠  
同 学生員 ○玄部英一  
石川工業高等専門学校 正員 布本 博

## 1. はじめに

自然河川や自然流路では、一般に水とともに土砂が輸送され、流水の水理特性および流路と流域を構成する土砂との間に適当なつり合いが保たれて、いわゆる安定断面を形成するものであるとされているが、河床変動は移動河床において、水流が限界掃流力を越えるようになると生ずるものと考えられる。そこで、自然現象的に避けることのできない河道性状の1つとして河床変動があるとすれば、洗掘や堆積が一時的に変化することなく、また、変動幅も実害のない範囲に止めうるような河川縦横断面をもつ河道を作ることが、最も重要な課題の1つであろう。本研究では、実河川における平衡河床を推定する研究として北陸河川の手取川流域をとりあげ、河口から上流約16km地点までの河床平衡を論じ、今後の安定河床の見通しと合理的な河道計画に役立てようというものである。

## 2. 手取川流域の概況および今までの河床変動

手取川は図-1に示すとおり、その水源を石川、福井および岐阜の県境にそびえる有名な白山(標高2702m)に発し、石川県内で幾多の支流川を合流して水源より約57kmにて鶴来町に至り流路を西方に急転している。そして、平野部に出る扇状地の沃野を貫流し、河口の美川町で日本海に注ぐ流域面積約809km<sup>2</sup>、幹線流路延長約72kmの一級河川であるが、本研究では、河口より16km地点(鶴来町・和佐谷橋)までを解析の対象とした。

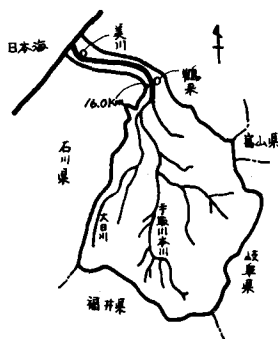


図-1 手取川流域図

昭和に入、以後の手取川河床変動実測記録によると、昭和9年の大出水による土砂堆積をピークとして、その後、昭和18年頃までは徐々に河床は低下の傾向を続け、第2次大戦前後の混乱期は低下速度を幾分減じ、下流部では、やや堆積の傾向さえ現われたが、昭和24~25年を境として再び低下現象が続いている。河床変動状況を各断面について比較するため、河口より0.0km、8.0km、16.0km地点を下流、中流および上流の代表地点として図示したのが図-2である。図よりわかるとおり、河床の低下速度は近年に至り加速度的に増加するようになっている。しかし、下流部においては、昭和35~36年頃を境として低下速度が増加しはじめ、上流部では、やや遅れて昭和39年頃が境となっているようであるが、人工掘削による建設工事の急増のための土砂採取量の状況が一因をなしているものとも考えられる。

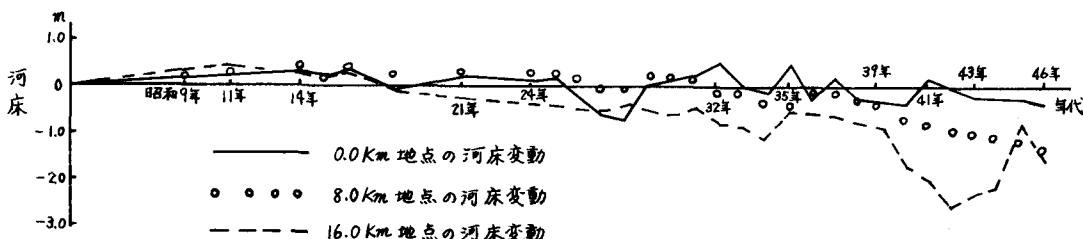


図-2 河床の経年変化(昭和4年の河床高を基準としたもの)

### 3. 平衡河床縦断曲線について

平衡河床縦断曲線形の推定には、河床砂礫が限界掃流力につり合って静止した状態で河床形状が平衡であるとする静的平衡理論と、流砂量が縦断的に各断面で一一定であって平衡であるとする動的平衡理論とがある。後者を工学的にいうならば、経年的に堆積、あるいは浸食の一方的変化が生じない河床とといえるであろう。これら両者の理論について考えてみるに、上流より土砂の供給がない場合には静的平衡理論解析とといえるであろうが、一般に自然河川では、上流山地から土砂の供給があり、とくに手取川においては上流より多量の土砂供給があり、また、洪水時には多量の土石流となることから、動的平衡理論による解析を行なわなければならないといえよう。

著者らは、河川断面を近似的に河幅 $B$ 、水深 $H$ の長方形断面と仮定し、抵抗法則式にはManning式を、流砂量公式には佐藤・吉川・茅田公式を用いて動的平衡河床を求める次式を誘導したのであるが、手取川流域に適用してみることにする。すなわち、2地点間における河床高の差 $\Delta Z$ は

$$\Delta Z = - \left\{ \alpha \left( 1 - \frac{\beta}{A^2 B^2} \right) \right\}_m \Delta A + \left\{ - \frac{\gamma}{A^2 B^2} \right\}_m \Delta B - \left\{ \frac{n^2 \delta}{A^{1/2} B^2} \right\}_m \Delta X$$

$$\text{ここに、} \alpha = \frac{B_0^{3/4} H_0}{n_0^{3/4}}, \quad \beta = \frac{Q^2 n_0^{3/4}}{g B_0^{3/4} H_0^3}, \quad \gamma = \frac{Q^2 n_0^{1/4}}{g B_0^{3/4} H_0^2}, \quad \delta = I_0 n_0^{3/4} B_0^{3/4}, \quad A = \frac{n^{3/4}}{B^{3/4}}$$

$Q$ : 支配流量,  $n$ : Manningの粗度係数,  $H$ : 水深,  $B$ : 河幅,  $\Delta X$ : 2地点間の距離

$I$ : 水面勾配,  $g$ : 重力の加速度,  $\left\{ \right\}_m$ :  $\Delta X$ へだつた両地点における量の平均値

なお、添字0は出発点の基準点を示し、 $\Delta X$ の符号は流水にそって上流から下流に回って計算を進めるときは正、逆の場合は負、 $\Delta A$ と $\Delta B$ は計算の方向に増加するときは正、減少するときは負である。

### 4. 解析結果と考察

支配流量は、その流量により河川の平衡状態が達成されるものと考えられた流量で大体は1~1.5年確率程度の洪水流量であるといわれており、本研究において手取川低水路流積の能力に相当する流量(800~2500 m<sup>3</sup>/sec)の範囲内にあって、約1年に1度程度発生する1500 m<sup>3</sup>/secとした。上式により求めた平衡河床高、現河床高と計画河床高との関係を示したのが図-3であるが、ともにほぼ近い値となっていることがわかるであろう。現在、手取川においては護岸、水制、床固め工なども施工されているため、将来においても現状河床が大きく変わることはないものと思われる。また図-3より全体的な傾向としては、上流部河床においては多少低下し、中下流部河床においては多少堆積の傾向があることを知ることができよう。

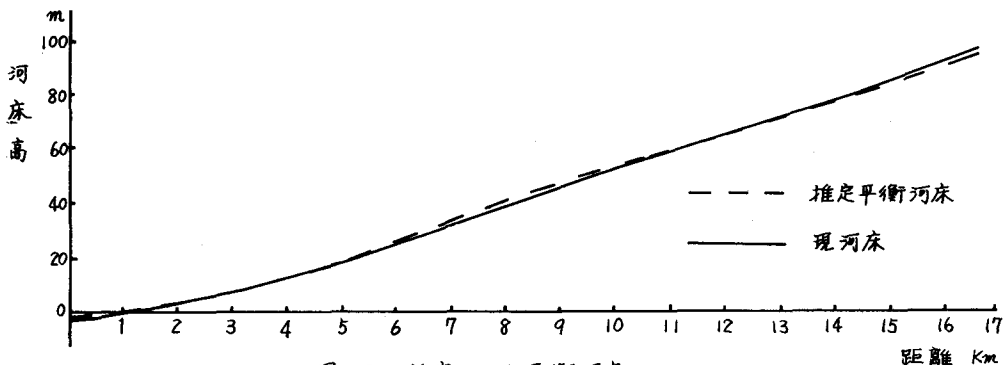


図-3 推定された平衡河床

なお、最後に、計算に当って御協力いただいた片山善和(東洋建設K.K.)君に対して深謝する次第です。

参考文献: 1) 西田・高瀬・射場・布本: 黒部川の河床平衡に関する研究, 金沢大学工学部紀要 Vol. 5-2, 1968.8.