

## 第5章 河床変動の検討方法

関連条項[基準 6、運用 6-2]

[基準 7、運用 7-6]

頭首工の取水堰の敷標高を決定する際には、その地点の現況から将来における安定河床を推定しておくことが極めて重要になる（運用 7-6 参照）。

ここでは、頭首工設置地点における河床変動の検討方法について解説する。

河床変動の検討に当たっては、まず、現況の河床が平衡状態にあるのか、又は低下あるいは上昇状態にあるのかを調査することが必要であり、次に、将来、頭首工の設置、頭首工設置地点の上下流における河川工作物の設置、河川改修の実施によって、頭首工設置地点の河床がどのように変化するか推定を行うことが必要となる。

### 5.1 河床形成の自然条件

自然状態にある河川は、次に掲げる三つの条件によって形成されている。

- (1) 水源から河口に至るまでの水平距離と落差
- (2) 流域の地形、地質、植生、及び崩壊特性
- (3) 降雨分布特性、河川を通過する流量と波形、及びその頻度

このうち、(1)の条件は海面より河川の水位が低くならないという大きな制限がある。(2)、(3)の条件について、その影響をフローチャートで示すと、図-5.1-1 のようになる。

降雨分布特性や崩壊特性等の現地特性は、一般に非常に不確定的である場合が多く、上流部の河床形成にはこの発生確率の影響が大きい<sup>\*1</sup>。しかし、土砂の移動速度は遅いので、崩壊地点より下流では、漸次、供給土砂量は場所的に平均化される。

また、流水の状態も射流から常流に移行するので、これによっても平均化が促進され、流れの強さに見合った流砂量を取り下流の河床形成がなされる。さらに、場所的な掃流力の違いによって下流に供給される土砂の粒度分布も異なってくる。これについては崩壊土砂量中の粒度分布や、流路内で流下中の土砂の摩擦現象の考慮が必要となる<sup>\*2</sup>。

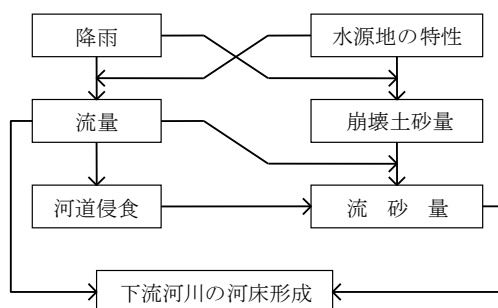


図-5.1-1 河床形成の影響の連鎖

<sup>\*1</sup> 河床変動及び安定河床を推定するには、上流で流量と供給土砂量を境界条件として与える必要がある。しかし、この流量がわかっていても供給土砂量の見積りが困難である場合が多く、このことは土砂水理学の進展を阻害する最大の要因でもある。

<sup>\*2</sup> 摩擦による細粒化現象については、H. Sternberg の法則がある。しかし、実際には、これによる細粒化の影響が小さく、小粒径のものが選択的に下流に流下すると考えなければ説明がつかない。最近では、粒径別流砂量式やあるいは粒度分布の連続式を用いて、いわゆる選択流速を考慮した河床形成理論が提案されている。

## 5.2 河川工作物等の設置が河床形成に及ぼす影響

河川内にダム、頭首工等の取水施設、砂防堰堤、床固め工等の河川工作物の設置、あるいは河川改修、砂利採取が行われるような場合には、自然状態とは別の二次的な意味での河床変動を引き起こして、これらに見合った平衡河床が形成されるようになる。このような場合には、一般的に、次のような傾向がみられる。

- (1) 上流にダムや砂防堰堤等が築造されれば、これより下流への流下土砂量は減少する。また、その直下流地点より、河床を構成する砂礫は粗粒化現象を伴って河床低下が生じ、漸次、この傾向が下流に及ぶようになる。
- (2) 一方、ダムや砂防堰堤の上流側は河床が上昇する傾向がある。
- (3) 取入口の統合等により、下流にある既設の取水堰が撤去されれば、河床低下が発生して、これが上流側に進行する。
- (4) 多量の砂利採取等が行われれば、その上下流に順次、河床低下現象が発生する。
- (5) その他、河川改修により流路短縮等によって掃流力が変化すればこれによる影響を受ける。

## 5.3 河床変動調査の要点

上記の諸条件に対して、河床の現状を知るためにはマクロな観点から、次の事項を調査することが望ましい。

### (1) 河川の平面形

河川は適切な蛇行によって安定する性質を持っており、特に流路の安定性に注意する。

調査に当たっては、現状の河川が単断面であるか、複断面であるか、平水時の流路は規則正しいか、あるいは網状であるか、さらには洪水時の流心がどのような位置を通るか等を検討することが望ましい。

また、砂礫堆の形成はどのようなになっているか等詳細な観測によって現状を正しく確認することは河床変動の検討に大いに役立つ。

これらの調査のために、航空写真を利用することは有効な手段である。ここに砂礫堆とは、淵（ふち）で始まり寄洲で終わる河床形態をいい、蛇行が半波長のものを一つの砂礫堆とよんでいる。

### (2) 縦断勾配

当該河川の縦断形を明らかにしておくことが望ましい。

縦断形の変化する地点は、河床変動を生じやすいので将来の河床変動の予測を行う場合に縦断勾配は重要な意味を持つ。

この縦断勾配の調査と併せて、縦断勾配の経年変化及び縦断方向の河床材料粒径の変化を明らかにしておくことがよい。

### (3) 河床材料の採取

河床材料の調査は河道の解析に用いるばかりでなく河道の変動を知る手がかりともなるので、過去に行われた採取分析の実績も収集することが望ましい。

採取に当たっては、位置、場所、日時を明らかにしておくことはもちろん、外的条件としての洪水の規模と発生回数等を含めて、過去、現在における河床材料の変化状態を比較することも河道の変動を知るために重要である。

## 5.4 河床変動の推定方法

### 5.4.1 必要とする資料

一般に、流砂を含む流れの解析には次の項目に関する情報が必要となる。

- (1) 通水断面、現況の河床勾配
- (2) 粗度係数、河床の粒度分布
- (3) 水利構造物があれば、その諸元
- (4) 支配断面、あるいは $H \sim Q$ 関係
- (5) 供給土砂量と粒度分布の推定

この他に、さらに過去の流量記録、河床変化記録、水利施設における管理操作記録等を参考とする。しかし、これらすべての詳しい資料が入手できることは少ないので、得られた資料と解析主眼から解析方法及び解析結果の妥当性を吟味することが大切である。

### 5.4.2 解析方法の種類

流れが擬似等流、又は断面が単純に変化する不等流である場合には、解析解を用いる方法がある。しかし、現実には、このような単純化ができる場合はまれであり、河道を短区間に分割して計算を行うのが一般的である。この方法は、流れの基礎式として流れを不定流とするか定流とするか、また、流砂量の取り扱いを、一様粒径で近似するか粒径別の表示で行うかによって、表-5.4-1に示すような(I)～(IV)の四つの組み合わせ方法を選択して計算する。

表-5.4-1 河床変動の解析方法

|       | 解 析 主 眼                      | 用いる基礎式                    |
|-------|------------------------------|---------------------------|
| (I)   | 流れ、河床及び粒度分布の時間的・場所的に変化する過渡現象 | 不定流の基礎式、粒径別流砂量式、河床・粒度の連続式 |
| (II)  | 流れ及び河床の時間的・場所的に変化する過渡現象      | 不定流の基礎式、一様粒径の流砂量式、河床の連続式  |
| (III) | 場所的な粒径変化を考慮する河床変化、粗粒化現象      | 不等流の基礎式、粒径別流砂量式、河床・粒度の連続式 |
| (IV)  | 一定区間が一様粒径で近似できる範囲の河床変化       | 不等流の基礎式、一様粒径の流砂量式、河床の連続式  |

この中で、(I)の方法は河床粒径の粒度分布が広範囲であるような河川において、土砂吐きゲートを操作した際に発生する非定常な現象、あるいは大洪水時の出水特性を考慮した現象を解析するのに適している。また、(II)の方法は河口河床のように粒径が比較的均一な場所で、河口ゲート操作時の水流と河床の非定常的な変化を把握するのによい。(III)は比較的長区間を解析する場合、あるいは上流においてダム等の建設により供給土砂が遮断された場合の粗粒化(armoring アーマリング)を伴う河床低下等、場所的な河床粒径の差異を含めなければ説明のつかないときの解析に適している。(IV)は従来よく行われてきた、最も簡明な方法であって、短区間の解析、あるいは傾向把握に適している。

通常の河川における河床変化あるいは安定河床を求めるには、(III)、(IV)のどちらかの方法を用いれば十分であろう。

### 5.4.3 解析の例

(Ⅲ)の方法によって解析する場合の例を以下に示す。

この方法は河川を短区間に分割して、不等流の基礎式、粒径別流砂量式、及び河床と粒度の連続式を用いて河床砂礫を未知量として取り扱い、この区間の河床変動量を計算するものである。

#### (1) 流れの計算法（水面追跡計算法）

不等流の基礎式は、下流側条件を与えれば、上流側水深を未知量とする高次方程式となるから、試算法、ニュートン法、あるいはルンゲクッタ法等を用いてこの値を求める。

あとは順次この操作を上流側に進めれば、全区間の水深  $h$  と流速  $V$  が求められる。

いま、基礎式の摩擦損失項 ( $\Delta H_f$ ) にマニング式を適用すれば、

$$\frac{1}{g} \cdot \frac{d}{dx} \cdot \left( \frac{V^2}{2} \right) + \frac{d}{dx} (h + Z) + \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4-1)$$

となる。ここに、 $V$ 、 $R$ （径深）は  $h$  の関数として与えられる。例えば、河川断面が台形で近似できる場合には、初期河床高  $Z$  における河床幅を  $B(Z) = B$  とし、法面勾配を  $1 : a$  とすれば、流量を  $Q$  として、

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{h(B + ah)} \quad \dots\dots\dots (5.4-2)$$

$$R = \frac{A}{L} = \frac{h(B + ah)}{B + 2h\sqrt{1 + a^2}} \quad \dots\dots\dots (5.4-3)$$

である。ここで、 $\Delta x$  離れた上流側的水深を見い出すために、**図-5.4-1** に示すように、下流側、上流側の水理量に添字 1、2 をつけ、**式 (5.4-1)** を分離すれば、

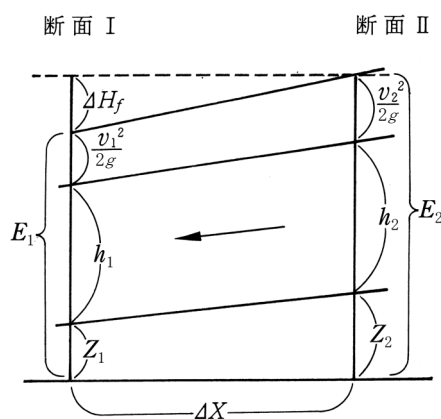


図-5.4-1  $\Delta x$ 離れた上流側的水深

$$E_1 = h_1 + Z_1 + \frac{1}{2g} V_1^2 = h_1 + Z_1 + \frac{1}{2g} \cdot \frac{Q^2}{h_1^2 (B + ah_1)^2} \quad \dots\dots\dots (5.4-4)$$

$$E_2 = h_2 + Z_2 + \frac{1}{2g} \cdot \frac{Q^2}{h_2^2 (B + ah_2)^2} = E_1 + \Delta H_f \quad \dots\dots\dots (5.4-5)$$

したがって、上流側水深  $h_2$  に関する式は、式 (5.4-5) から

$$f(h_2) = h_2^3 + (Z_2 - E_1 - \Delta H_f)h_2^2 + \frac{Q^2}{2g} \cdot \frac{1}{(B + ah_2)^2} \dots\dots\dots (5.4-6)$$

となる。また、式 (5.4-6) を微分すれば

$$f'(h_2) = 3h_2^2 + 2(Z_2 - E_1 - \Delta H_f)h_2 - \frac{aQ^2}{g} \cdot \frac{1}{(B + ah_2)^3} \dots\dots\dots (5.4-7)$$

となる。ここで  $\Delta H_f$  は  $\Delta X$  を比較的短くとおけば式 (5.4-8) で十分である\*<sup>3</sup>。すなわち、

$$\Delta H_f = \frac{n^2 V_1^2}{R_1^{4/3}} \cdot \Delta X = \frac{n^2 Q^2 (B + 2h_1 \sqrt{1 + a^2})^{4/3}}{h_1^{10/3} (B + ah_1)^{10/3}} \Delta X \dots\dots\dots (5.4-8)$$

である。したがって、下流側水深  $h_1$  を定めれば、式 (5.4-4) から  $E_1$ 、式 (5.4-8) から  $\Delta H_f$  が定まるので、式 (5.4-6)、式 (5.4-7) の関数形が求められる。上流側的水深を求めるには、初期近似値として、 $h_2 = h_1$  を与え

$$h_2 = h_2' + \frac{f(h_2)}{f'(h_2)} \dots\dots\dots (5.4-9)$$

の操作を必要な精度が得られるまで繰り返せばよい\*<sup>4</sup>。このようにして全区間の水深と流速が求められる。

## (2) 河床の計算法

ア 初期条件として河床標高（通水断面）、河床の粒度分布、境界条件として下流水位、流量が与えられたものとする。次に、前項の計算により不等流計算を行って、全区間の水深と流速を求める。

イ アの計算結果に基づいて、各断面における掃流力を計算する。掃流力  $\tau_0$  はマンニングの抵抗則を用いれば、定義から

$$\tau_0 = \rho g n^2 V^2 R^{-1/3} \quad (\text{kN/m}^2) \dots\dots\dots (5.4-10)$$

ここに、 $\rho$  : 水の密度 (t/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力の加速度 (m/s<sup>2</sup>)

$V$  : 流速 (m/s)

$R$  : 径深 (m)

$n$  : 粗度係数

ウ イの計算結果に基づいて、各断面における粒径別掃流砂量を求める。

この場合、浮遊砂については計算対象から除外する。

\*<sup>3</sup> 計算 1 区間の距離  $\Delta X$  が長い場合には、 $\Delta H_f = n^2 \left( \frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}} \right)$  とする。

\*<sup>4</sup> 通常、左辺の  $h_2$  と右辺で与えた  $h_2'$  の差異が 1 mm 以下になるまで繰り返すが、繰り返しの回数は 3 回程度である。ただし、計算区間の長短に応じ、この累積誤差を考慮して 1 区間の近似計算精度を決定する。

粒径別流砂量式としては、佐藤・吉川・芦田式に粒度分布を付加した次式を用いる。

$$q_{Bi} = f(d_i) \cdot \frac{\varphi(\tau_0/\rho)^{3/2} F(\tau_0/\tau_{ci})}{\{(\sigma/\rho) - 1\}g} \dots\dots\dots (5.4-11)$$

$$n \geq 0.025 : \varphi = 0.623$$

$$n < 0.025 : \varphi = 0.623 (40n)^{-3.5}$$

ここに、 $q_{Bi}$  :  $d_i$  の流砂量

$d_i$  : 全粒径範囲を大きさによっていくつかに分けた場合、その 1 区分における平均的な粒径

$f(d_i)$  :  $d_i$  が河床材料中に占める割合

$\tau_{ci}$  :  $d_i$  に対する限界掃流力

$\sigma$  : 砂の比重

$F$  : 係数 (表-5.4-2 参照)

表-5.4-2 係数  $F$  の値

| $\tau_0/\tau_c$ | 0.8 | 0.9  | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0   | 7.0  | 8.0   | 9.0   | 10.0 |
|-----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|
| $F$             | 0   | 0.02 | 0.05 | 0.42 | 0.70 | 0.83 | 0.90 | 0.96 | 0.97 | 0.985 | 0.99 | 0.995 | 0.998 | 1.00 |

さらに、式 (5.4-11) における粒径別限界掃流力  $\tau_{ci}$  は、Egiazaroff の式を芦田・道上が修正した式 (5.4-12) を用いる。

$$\left. \begin{array}{l} \frac{d_i}{d_m} \geq 0.4 \text{ の場合} : \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = \left\{ \frac{\log 19}{\log(19d_i/d_m)} \right\}^2 \frac{d_i}{d_m} \\ \frac{d_i}{d_m} < 0.4 \text{ の場合} : \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = 0.85 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (5.4-12)$$

ここに、 $d_m$  : 平均粒径

$\tau_{cm}$  : 平均粒径に対応する限界掃流力であり、近似的に

$$\frac{\tau_{cm}}{(\sigma - \rho)g d_m} \doteq 0.05 \text{ としてよい。}$$

エ 全粒径範囲を  $N$  区分したものとすれば、単位時間における断面 I と断面 II の掃流砂量の差は粒径別に表示すれば、

$$B_2 \cdot q_{Bi2} - B_1 \cdot q_{Bi1} = \Delta Q_{Bi} \dots\dots\dots (5.4-13)$$

ここに、 $B_1$ 、 $B_2$  : それぞれ断面 I、II における河床幅 (m)

$q_{Bi1}$ 、 $q_{Bi2}$  : それぞれ断面 I、II における粒径別単位幅当たりの流砂量 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ )

$\Delta Q_{Bi}$  : I、II 区間に単位時間当たり堆積 (あるいは洗掘) される粒径別流砂量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

また、このときの、全堆積 (あるいは洗掘) 量を  $\Delta Q_B$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) とすれば、式 (5.4-14) となる。

$$\Delta Q_B = \sum_{i=1}^N \Delta Q_{Bi} \dots\dots\dots (5.4-14)$$

I～II区間 $\Delta X$ における河床の $\Delta t$ 時間における変動量は、

$$\Delta Z = \frac{\Delta Q_B}{(1-\lambda)B_m} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta X} \dots\dots\dots (5.4-15)$$

ここに、 $\Delta t$  : 計算時間間隔 (s)

$\Delta Z$  :  $\Delta t$ 時間における河床変動量 (m)

$\Delta X$  : I～II間断面間距離 (m)

$\lambda$  : 河床砂礫の間隙率 (0.4～0.5)

$B_m$  :  $(B_1 + B_2)/2$  (m)

したがって、いま、 $t$  時間における河床高を  $Z(t)$  とし、 $t + \Delta t$  時間後における河床高を  $Z(t + \Delta t)$  とすれば

$$Z(t + \Delta t) = Z(t) + \Delta Z \dots\dots\dots (5.4-16)$$

となる。

また、粒度分布は次のようにして求められる。すなわち、時間 $t$ において $d_i$ が河床上に占める割合を $f(d_i)t$ とすれば、河床上昇の場合は式(5.4-17)、河床低下の場合には式(5.4-18)となる。

$$\Delta f(d_i) = \frac{\{\Delta Q_{Bi} - f(d_i)t \cdot \Delta Q_B\}}{a(1-\lambda)B_m} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta X} \dots\dots\dots (5.4-17)$$

$$\Delta f(d_i) = \frac{\{\Delta Q_{Bi} - f_0(d_i)t \cdot \Delta Q_B\}}{a(1-\lambda)B_m} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta X} \dots\dots\dots (5.4-18)$$

ここに、 $\Delta f(d_i)$  :  $\Delta t$ 時間における $\Delta f(d_i)$ の変動量

$a$  : 河床表層部分で砂礫の交換が行われる厚さ(交換層)で、河床上の最大粒径程度の値

$f_0(d_i)$  : 交換層より下の層での粒径 $d_i$ の占める割合

したがって、 $\Delta t$ 時間後の粒度分布は、式(5.4-19)となる。

$$f(d_i)_{t+\Delta t} = f(d_i)t + \Delta f(d_i) \dots\dots\dots (5.4-19)$$

以上のような計算を、対象とする区間について下流から上流に行えば、 $\Delta t$ 時間後の新しい河床高と粒度分布が求められる。これらの操作を繰り返すことによって時間的、場所的な変化を得ることができる。

この方法は、その解析計算に相当な労力を要するので詳細な河床変動の解析が必要となった場合には、電子計算機の利用が不可欠である。

また、一様粒径で近似させてよいと判断されるときには、式(5.4-11)、式(5.4-13)、式(5.4-14)の添字 $i$ を除いて計算を行えばよい。

さらに、式(5.4-10)、式(5.4-13)の関係で、 $\tau_0 \geq 3\tau_{cm}$ となる場合には、流砂量の粒径別の効果が失われるから、このときも一様粒径の流砂量式を用いればよい。表-5.4-3は、各方法を用いる場合の判断基準の参考表である。

表-5.4-3 河床変動の診断参考表

| 解析法<br>現地状況       | (Ⅲ) を用いる場合                                                                                                     | (Ⅳ) を用いる場合                                         |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 河川の位置             | 中、上流部                                                                                                          | 下、中流部                                              |
| 対象とする区間           | 中、長区間                                                                                                          | 短区間                                                |
| 河床粒径分布            | 広範囲                                                                                                            | 比較的均一                                              |
| 上下流の<br>粒径変化      | 大きい                                                                                                            | 小さい                                                |
| 河床表層と河床<br>下の粒径変化 | 大きい                                                                                                            | 小さい                                                |
| 掃流力の大きさ           | $\tau_{cm} \leq \tau_0 < 3\tau_{cm}$                                                                           | $\tau_0 \geq 3\tau_{cm}$                           |
| 備考                | 物理的イメージの強い河床と粒度分布の場所的、時間的变化がわかる。しかし、現地資料が整備されていない場合には、初期条件、境界条件、として与える粒度分布などの未知量が多くなるので得られた結果の妥当性に対する判断がやや難しい。 | 計算が簡単で、時間的に河床変化の傾向がわかる。未知量(仮定値)がないので計算結果を明瞭に理解できる。 |

(解析法の区分は表-5.4-1による)

## 5.5 平衡河床の推定

### (1) 自然河川における平衡河床

通常の自然河川では流水によって河床材料は移動し、堆積、洗掘を繰り返している。したがって、厳密な意味では「自然河川には河床の平衡状態はあり得ない」という方が正確である。しかし、ある限られた期間においては、変動が少なくつり合いのとれた平衡状態に近似した河床が形成されている。頭首工の計画及び設計では、この状態を安定河床として用いることができる。

安定河床を求めるに当たっては、どの程度の流量によって平衡河床が形成されるのかを明らかにすることが重要である。

この平衡状態を形成する流量は支配流量として位置付けることができる。

### (2) 支配流量の意味

現在の河川形態を形成した流量が、その河川の支配流量である。

河川には様々な洪水が発生し、それぞれの洪水によって河床が変動する。河床の変動は主として流砂量によってもたらされる。いいかえれば、長年月にわたって最も多くの流砂量をもたらす確率洪水流量である。

### (3) 支配流量の推定法

まず確率洪水量を明らかにする。ついで比較的安定していると思われる断面を選び、その低水路幅の中で、それぞれの確率洪水量によって生ずる流砂量を算定する。この流砂量を確率洪水年で割り、これを年単位流砂量とする。各確率洪水量に応じた年単位流砂量を比較し、最大となるものを、その河川の支配流量として決定する。

### (4) 安定縦断形状の推定

河川の縦断形状は一般に次式によって表される。

$$Z = Z_0 - \frac{i_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha x}) \dots \dots \dots (5.5-1)$$

ここに、 $Z_0$  :  $x = x_0$  (河川上流端) 点における河床高  
 $i_0$  :  $x = x_0$  (河川上流端) 点における河床勾配  
 $Z$  :  $x$  地点の河床高  
 $\alpha$  : 摩耗係数

最近の研究から、河川の安定条件として、次のような仮説が立てられている。

- ① 河川勾配によって粒径が制御される。
- ② 安定河床においては $\alpha$ 値は一定である。
- ③ 支配流量は長年月にわたって最も多くの土砂を輸送する確率洪水量である。
- ④ 支配流量の河川の低水路幅 $b$ との間には密接な関係がある。
- ⑤ 支配流量と安定蛇行路（波長 $L_w$ と振幅 $B_w$ ）との間に密接な関係がある。
- ⑥ 安定河川においては、縦断方向に支配流量時の流砂量は一定である。

これらに関する具体的な事項については、文献「河川工作物の水理設計」\*5 が参考になる。

## 5.6 河床材料の採取法

河床材料の調査資料は河川の粗度係数の推定、河床の変動計算、沈砂池の設置要否の判定及び水理模型実験等の基礎資料となる。

試料の採取は河川の規模にもよるが、一般に200～500 mごとに少なくとも数点（平面的に2～3点、深さ方向に2～3点）採取し、粒度分布と比重を求める。また、この採取地点は平面図に明示しておく。

なお、採取地点の選定及び採取の方法については表-5.6-1の要領による。

表-5.6-1 河床材料の資料の採取方法

|         | 要 点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 備 考                                                                                                               |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 採取地点の選定 | ① 河川湾曲の曲率半径の小さい場所は避ける。<br>② ミオ筋の水際に近い地点を選定する。<br>③ その他砂礫堆の前線や局所的な深掘れ地点での採取は避ける。                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 河川の流れは全幅にわたって均等ではなく、主流が左右に振れながら流下する。このとき、二次流の影響や場所的な掃流力の違いによって、横断方向の河床粒径にも相当な相違のあることがあるので、平均的な地点を選定するよう心がけねばならない。 |
| 採取方法    | ① 一見して、河床表層の粒度分布とかけ離れていると思われる玉石、転石などは採取しない。この大きさと河床上の分布状況を現地で記録する。<br>② ①によって玉石、転石などを除外したあとで、河床表層部のみを採取する。表層部の厚さは最大粒径(質量通過百分率90%径。以下同じ)とする。<br>なお、平面的な寸法は1.0×1.0 mとする。採取した全量は4分法で分割し、その最小限度は35 kg以上とし、結論的には代表値を表示できる量でなければならない。すなわち、粒径が小さいときは35 kgで十分であるが、大きいときはこれより多い量で分析する必要がある。<br>③ つぎに下層部の採取を行う。深さは表層より1.0 m地点と2.0 m地点の2ヵ所である。採取の平面寸法は1.0×1.0 mとし、各地点での採取厚さは最大粒径程度とする。 | 大粒径の玉石、転石などの分布状況は粒度分布への影響が大きいため重要な資料となる。また、河床表層部と下層部とを分け採取し、分析することは選択流送を考慮する場合や静的平衡河床を推定するために特に必要となる。             |

\*5 川合 亨・松本良男：河川工作物の水理設計、農業土木学会（1982）