

九州大学 工学部 正 員 平野宗夫

" 大学院 学生員 川延正敏

" 工学部 " 〇 佐藤浩寿

1. まえがき

拡幅を伴う流路の横断方向の変化は、河床砂が流れ方向だけでなく、横断方向にも移動することによって、生ずると考えられるが、それについては、従来ほとんど研究されていない。本報では、この横断方向への砂れきの移動現象に対する理解を深める目的で、混合砂による流路拡幅の実験を行い、横断方向の河床砂のふるい分け作用について考察した。

2. 実験装置および方法

実験に用いた水路は長さ4 m、幅25 cmのアクリライト製可変勾配水路で、水路に一定勾配で砂を敷き、その中央にみぞを掘って通水した。実験に使用した砂は、中央粒径 $d_{50} = 1.000 \text{ mm}$ 、標準偏差 $\sigma_{\phi} = \sqrt{d_{84}/d_{16}} = 2.43$ の混合砂で、その粒度分布は図-2に示されている。適当な時間一定流量を通水した後、水を止め、排水し、河床の横断形状をポイントゲージで測定した。また河床表層の砂を、幅3 cm、長さ5~10 cm、厚さ0.3 cm程度採取して乾燥した後、粒度分析を行った。これらの測定は、流れ方向の変化が小さいとみられる中流部で行なった。

3. 実験結果

図-1より、側方から浸食された砂が中央部に堆積したことがうかがえる。次に図-2によれば、河床砂は流路の中央部で粗く、その両側で細くなくなり、横断方向にふるい分けが生じていることを示している。

4. ふるい分け作用の検討

河床砂のふるい分け作用は、流砂量の粒径による相異に起因する。

1) 粒径別流砂量は次式で与えられる。

$$\frac{lb}{U_{*ci}} = lbK \frac{U_*^2}{(\sigma\rho-1)gdi} f\left(\frac{U_{*ci}}{U_*^2}\right) \dots (1)$$

ここに、 lb および lb_i は、それぞれ粒径 d_i の砂れきが流砂中および河床砂れき中に占める割合、 lb は単位幅当りの流砂量、 U_* は摩擦速度、 σ および ρ はそれぞれ水砂れきおよび水の密度、 U_{*ci} は粒径 d_i の砂れきの限界摩擦速度である。

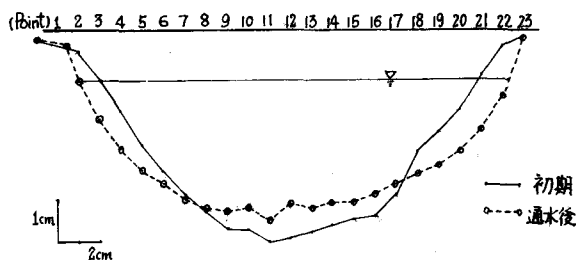


図-1 河床横断形状の変化

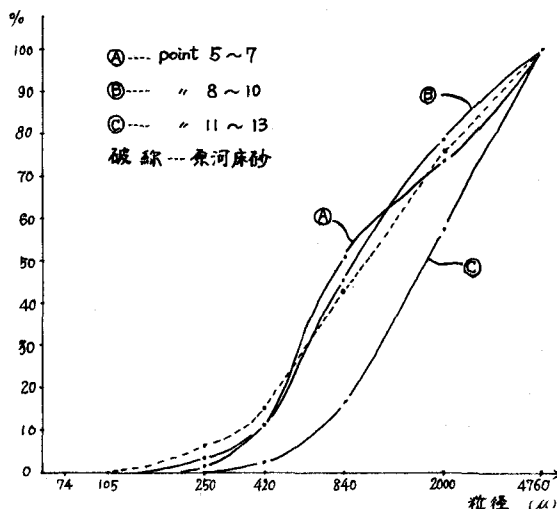


図-2 河床砂の粒度分布の横断方向の変化

次に、斜面上において、図-3の様にm軸およびy軸をとると流砂の連続の条件より次式が得られる。

$$\frac{\partial i_b}{\partial t} = \frac{1}{a} (i_b - i_b) \frac{\partial m}{\partial t} - \frac{g_b}{a(1-\lambda)} \left(\frac{\partial i_b}{\partial x} + \frac{\partial i_b}{\partial y} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial m}{\partial t} = -\frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial g_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial g_{by}}{\partial y} \right) \quad (3)$$

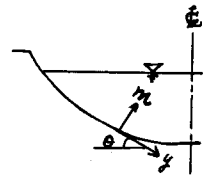


図-3 記号説明図

ここに、 a は交換層の厚さ、 λ は河床砂れきの空隙の割合、 $g_{bx} = g_b \cos r$ 、 $g_{by} = g_b \sin r$ 、 r はx軸と流砂の方向とのなす角であり、近似的に次式で与えられる。²⁾

$$\tan r = \tan \theta / \mu \cdot U_{*ci} / U_{*}$$

ここに、 μ は砂れきの摩擦係数である。これらの式より、 g_{by} を計算してプロットすると図-4の様になり、そのピークの位置と、図-1に示した横断面の洗掘と堆積の境界の位置はよく一致している。次に、 g_{by} の粒度の、横断方向の変化は、図-5および図-6の様であり、流路の中央へ近づくほど粒度が粗くなっている。つまり、平均より大きい粒径では、 $\partial i_b / \partial y > 0$ 、小さい粒径では、 $\partial i_b / \partial y < 0$ となっている。従って、河床高の変化 ($\partial m / \partial t$) の小さい所では平均より大きい粒径は、 $\partial i_b / \partial t < 0$ 、小さい粒径は、 $\partial i_b / \partial t > 0$ の傾向、つまり細粒化の傾向があることを示している。また、流路中央部では、平均より大きい粒径は、 $i_b > i_b$ 、小さい粒径は、 $i_b < i_b$ でありかつ $\partial m / \partial t > 0$ であるから式(2)の右辺第1項は、大きい粒径に対して正、小さいものに対して負となる。中央部で河床砂が粗粒化しているのはこのためであろう。

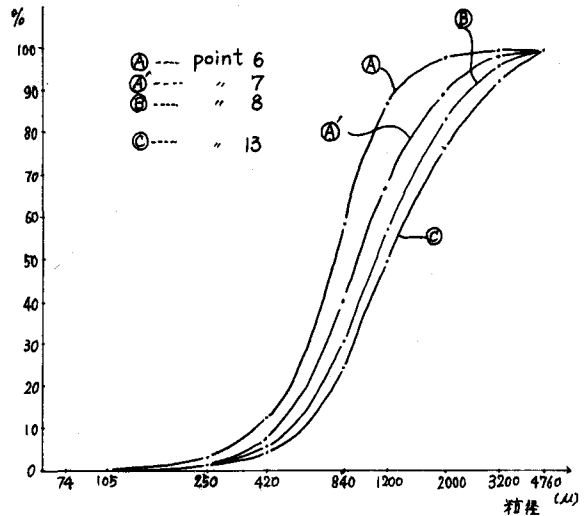
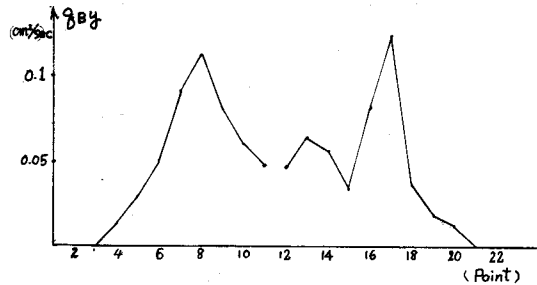


図-5 横方向流砂の粒度分布

5. まとめ

以上流路の拡幅に伴う横断方向のふるい分け作用について、それを規定する式を導き、若干の計算を行った。その結果、流路の中央部で河床砂の粗粒化が起り、その両側で細粒化が起るという実験結果を説明することができた。

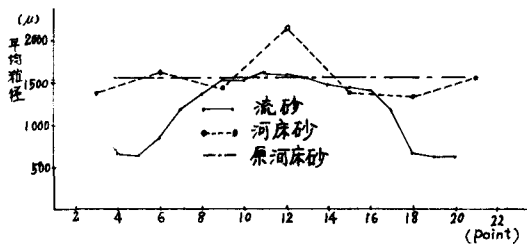


図-6 平均粒径の横断方向の変化

(参考文献) 1) 平野宗夫: Armouring を伴う河床低下について, 土木学会論文報告集, 第195号 (1971.11)

2) 平野宗夫: 拡幅を伴う流路変動について, 土木学会論文報告集, 第210号 (1973.2)