B-1 平衡断面形水路（Stable Channels）に関する水理学的考察（流砂のない場合）

名古屋工業大学　　土屋 義人

§1 緒　言

平衡断面形水路の設計ならびに改良に対しこの考察は運河および用水路などの建設上の要求からして、とくに諸外国においては古くから行われてきた。また、その水理学的な研究もほとんど同時に行われてきたが、最近とくに Lane, [illegible], [illegible] and [illegible] および Lawson などによって活発に議論されるようになってきた。

しかしながら、これまでに発表された理論研究は実用的な面においてはかなり進展しているようであるが、[illegible]砂礫の限界掃流力という立場に立って議論するか、あるいは[illegible]をとおして議論するかの2つの方法によってなされているが、その水理学的説明においては、あまり満足すべき結果とはいえないようである。

一方、限界掃流力の理論的な[illegible]を解析しようとする試みは、Shields から[illegible]発表した[illegible]岩垣博士の研究および砂礫の移動開始の機構[illegible]に至っており、とくに著者は岩垣博士と[illegible]掃流力の解析を行ってかなりよく実験結果を説明することができた。また、流砂量の[illegible] Einstein および Kalinske などの研究から、これまで多くの実験ならびに半理論的な研究が発表されているが、これが水理学的に[illegible]はないように思われる。

以上のような観点から、平衡断面形水路に関する最初の考察として、著者は粘着性のない砂礫よりなる平衡断面形水路の理想的な断面形を限界掃流力の[illegible]流砂がないという条件のもとに、理論的に解析しようと試みたものである。

§2 理論的断面形の[illegible]

平衡断面形を図のような座標をとって $f(y)$ とすれば、これは流砂がないという条件のもとではつぎのような概念で解析することができる。すなわち、$f(y)$ は $z=f(y)$ 上にある砂粒がすべて限界掃流力の状態、いいかえれば移動開始直前にあるということから定められる。この概念にもとづいて理論的に

解析するにあたつて、

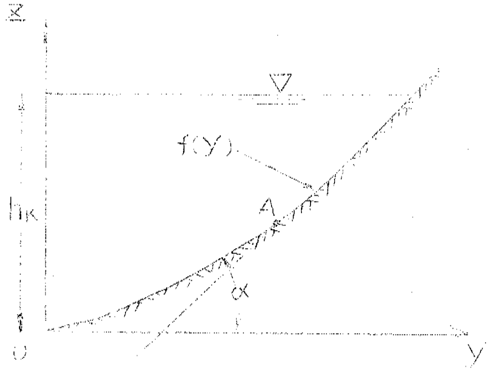
(ⅰ)水路は直線形水路と考える

(ⅱ)鉛直方向の流速分布は対数法則が成立するものとし、これらに関しては限界掃流力の理論的解析のときと同様に取扱われるものとする。

(ⅲ)水路を構成している土砂は粘着性なき砂質土とし、解析にあたつてはこれを一様粒径の砂と考える。

(ⅳ)その他の取扱いはすべて限界掃流力の解析の場合と全く同様に議論できるものとする。

などの仮定をする。



以上のような仮定にもとづいて、A点に存在する砂粒の平衡条件は、砂粒に作用する流れ方向の流体抵抗と圧力勾配による抵抗の和を R_T とし、z方向および斜面方向の圧力勾配による抵抗を R_T に比較して小さいものと考えてこれらを省略すれば、

$$\left\{ R_T^2 + W^2 \sin^2\alpha \right\}^{\frac{1}{2}} = W \cos\alpha \tan\varphi \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

とあらわされる。ここに φ は砂粒の静止摩擦角であり、Wは砂粒の水中の重さで、$\pi/6\, d^3(\sigma-\rho)g$ である。(1)式中の R_T を計算し摩擦速度 u^* として、$u^{*2} = gJ(h_K - z)$ なる関係を用い、さらに α を dz/dy の函数でおきかえ、

$$z = h_K \zeta \;, \qquad y = h_K \xi \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

によつて無次元表示すれば、平衡断面形方程式としてつぎのものがえられる。

$$\frac{d\zeta}{d\xi} = \pm\sqrt{\frac{\tan^2\varphi - H^2(1-\zeta)^2}{1 + H^2(1-\zeta)^2}} \quad \cdots\cdots\cdots (3)$$

ここに $H = \frac{3}{4}\varepsilon \cdot \frac{u_K^{*2}}{(\sigma/\rho - 1)gd} \cdot A$

であつて、Aは $\frac{u_K^{*} d}{\nu}$ … の函数であり、$\frac{u_K^{*2}}{(\sigma/\rho-1)gd}$ は $u_K d/\nu$ によつて定められる限界掃流力の無次元表示で [illegible]

目標0.04の値 [illegible]

(5)式において適当な $\tan\varphi$ を用い、$\xi=0$ で $\zeta=0$ の条件で u_*d/ν をパラメーターとしてこれを数値積分すれば、以上の考えにもとづいた平衡断面形がえられるわけであり、著者は $\tan\varphi\fallingdotseq 1$ としてその計算を行った。その結果、流砂が全くないという制限は実用的にはかなりきびしい条件になる場合も生ずるけれども、所要流量と砂礫径をあたえれば一意的に平衡断面形水路の断面形と所要勾配とがえられ、また所要流量と水路勾配とをあたえれば、その断面形と使用すべき砂礫の大きさとが求められるという、かなり満足すべき結果がえられた。