

ベルヌイの定理の応用 渓流流速

エネルギー損失

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{u_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \frac{u_2^2}{2g} + h_L$$

$$\frac{h_L}{L} = \frac{1}{\rho g} \frac{p_1 - p_2}{L} = -\frac{1}{\rho g} \frac{dp}{dx} \quad (1)$$

エネルギー損失 $h_L \equiv f \frac{L U^2}{D 2g}$

$$U = \sqrt{\frac{h_L 2gD}{L f}} \quad (2) \quad (1) \text{と}(2) \text{より}$$

$$U = \sqrt{\frac{2D}{\rho f} \frac{dp}{dx}} \quad (3)$$

1

径深 R_H の定義

$$\frac{h_L}{L} \equiv S \quad (5)$$

: 損失エネルギー勾配を河床勾配と等しいと仮定

$$R_H \equiv \frac{A}{W} = \frac{wh}{2h+w}$$

(3)、(4)、(5)より

$$U = \sqrt{S \frac{8gR_H}{f}} = \sqrt{\frac{8g}{f}} \sqrt{SR_H} = C \sqrt{SR_H} \quad (6)$$

: Chézy式

$$R_H = \frac{D}{4} \quad (4)$$

Flamantの提案 $C = \frac{R_H^{1/6}}{n}$ を(6)に代入

n : 粗度の関数 (自然渓流で0.024~0.075)

$$U = \frac{R_H^{1/6}}{n} S^{1/2} R_H^{1/2} = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} \quad (7) \quad \text{: Manning式}$$

2

水位 - 流量関係

$E = h + \frac{u^2}{2g}$ を考える

$q = uh$ として $E = h + \frac{q^2}{2gh^2}$

$$\left. \frac{dE}{dh} \right|_{h=h_0} = 1 - \frac{q^2}{gh_0^3} = 1 - \frac{u^2}{gh_0} = 0$$

$$\frac{u}{\sqrt{gh_0}} = F \quad \text{: フルード数 を考える}$$

$F > 1$ 射流
 $F < 1$ 常流

3

$$h_1 + \frac{u_1^2}{2g} = z_0 + h_0 + \frac{u_0^2}{2g}$$

$F = 0$ 射流-常流転換点なら流速が水位の関数になる

$$z_0 + h_w + \frac{u_w^2}{2g} = z_0 + h_0 + \frac{u_0^2}{2g}, \quad h_0 = \frac{u_0^2}{g} \text{ より } h_w = \frac{3u_0^2}{2g}$$

$h_0 = \frac{2}{3} h_w$ であるから

$$Q = u_0 h_0 w_c = \left(\frac{8}{27} g \right)^{1/2} h_w^{3/2} w_c$$

4



5