

山口大学工学部 正 斎藤 隆
○ 前日本工業大学 正 赤司 信義

越流頂付近の流水の理論的解析は二次元ポテンシャル流れの取り扱いによって、従来数多くの人々によって研究されてきた。それらのほとんどは円形門上の流れとして解析されているものである。水面勾配の影響する由ち垂直速度成分の効果を考慮した解析法としては接線方向の速度分布形を円形門流れの速度分布で近似した荒木の研究が円形門上の流れに水面勾配の効果を補正した石井・藤本の研究があげられるが、速度分布そのものについての検討はあまり明確にされていない。本文は越流水頭 E が設計水頭 E_0 に近いもしくはそれより大きいとき水面勾配の影響は無視できるとの観点から水面勾配の影響を考慮した速度分布について検討を要するものである。越流頂上の流れを解析する場合、まず支配断面を確定せねばならぬ。越流頂形状が二次曲線形状の場合石井・藤本が示すように支配断面は越流頂部となる。標準型越流形状の場合これまでいられているように不連続的に変化するため解析を容易困難にしている。(図1はダム底面曲率半径を示す) 実際の流小の曲率半径は連続的に変化することを考慮してダム前面円曲線より、 $X/E_0 = 0.1983$ (曲率半径変化率最小点) に接線させて取り扱うとき支配断面はダム頂より若干下流にずれることをこれまで明らかにしてきた(図2)。

さて越流水頭が大きいとき、ダム底

面の流線と水表面の流線とは一致する

い。図3にその概略を示す。水表面で

の y 軸方向の速度成分は y 軸と y_h 軸

とのなす角 φ とすると $\frac{V}{r} \cos \varphi$ と

なる。このとき y 軸の運動方程式は

次式となる。

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{V^2}{r_y} \cos \varphi_y - g \cos \theta \quad \dots (1) \quad \because K r_y, \varphi_y \text{ は } y \text{ の関数。}$$

ベルヌーイの定理より $E+S = \frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\rho} + g \cos \theta$ 。両式より次式となる。

$$\frac{V}{r_y} + \frac{1}{\cos \varphi_y} \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad \dots (2) \quad r_y, \varphi_y \text{ については微分が明確}$$

である。底面曲率半径 r_0 、水深 E_h 、水表面曲率半径 r_h 、水面勾

配を $\tan \varphi_h$ とすると、おのおのそれそれ次式に近一値をもちと考え

る。両式(2)式に代入し

$$r_y = r_0 + (r_h - r_0) \cdot (y/h)^2 \quad \dots (3)$$

速度 V を求めると次式となる。

$$\tan \varphi_y = \tan \varphi_h \cdot (y/h)^2 \quad \dots (4)$$

$\therefore \bar{r} = r/h, \lambda_1 = r_0, \lambda_2 = (r_h - r_0)/(h/r)^2, \lambda_3 = \tan \varphi_h \cdot (h/r)^2$ とおき

$$P = \frac{2h}{2\lambda_1^2 + \lambda_2^2 \lambda_3^2} \left[\lambda_2 \sqrt{\frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \cdot \frac{\tan^{-1} \sqrt{\lambda_2 \lambda_3} (1-\bar{r})}{\lambda_1 + \lambda_2 \bar{r}} \right.$$

$$\left. + \frac{\lambda_1 + \lambda_2 A_0^2}{4\sqrt{2} A_0^3} \ln \left| \frac{1 + \sqrt{2} A_0 + A_0^2}{1 - \sqrt{2} A_0 + A_0^2} \cdot \frac{\bar{r} - \sqrt{2} A_0 \bar{r} + A_0^2}{\bar{r}^2 + \sqrt{2} A_0 \bar{r} + A_0^2} \right| + \frac{\lambda_1 - \lambda_2 A_0^2}{2\sqrt{2} A_0^3} \left\{ \tan^{-1} \frac{\sqrt{2} A_0}{A_0^2 - 1} - \tan^{-1} \frac{\sqrt{2} A_0 \bar{r}}{A_0^2 - \bar{r}^2} \right\} \right] \quad \dots (5)$$

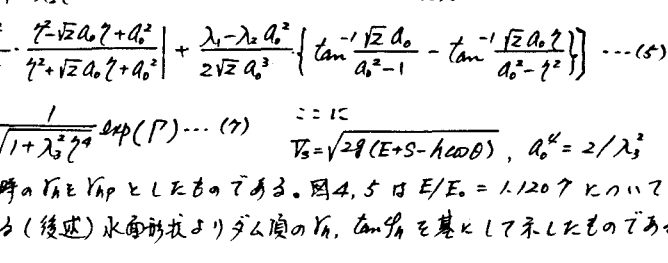
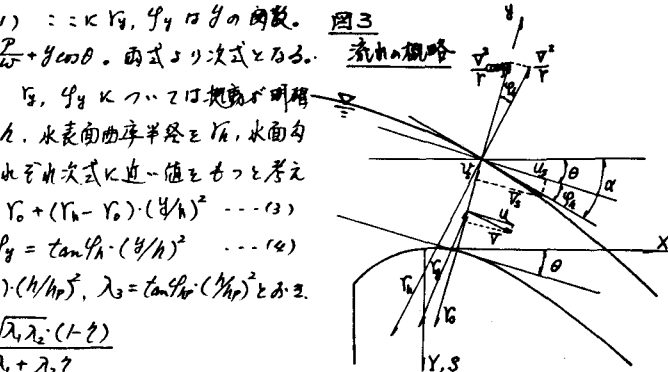
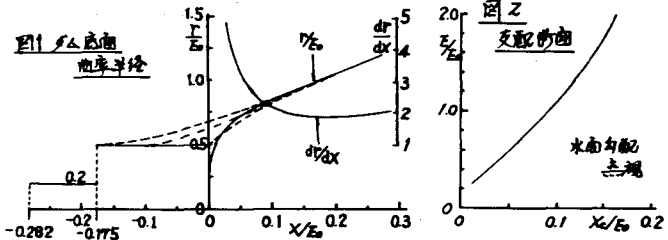
$$\frac{V}{V_s} = \exp(P) \quad \dots (6)$$

$$\frac{U}{V_s} = \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda_3^2 \bar{r}^2}} \exp(P) \quad \dots (7)$$

$\therefore V_s = \sqrt{2g(E+S - h \cos \theta)}, A_0^2 = 2/\lambda_3^2$

上式において r_{hp} 、 h_p は $h = h_p$ なる時の r_h と h_p としたものである。図4、5は $E/E_0 = 1.1207$ の場合

$\varphi_y = 0, r_y = r_0 + y$ において求められる(後述)水面形状よりダム頂の $r_h, \tan \varphi_h$ を基として示したものである。



ii) i で求まる $\pi_i(x)$ より水面曲線と3次曲線(ダム境付近で水面曲線と半径は最小値をとることより2次曲線と近似できる)で最小二乗近似して水面曲線半径を決定する。

$E/E_0 = 1.1207$

水面勾起逆視
水面的視度，

0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 0.9
 X/E_0

0.8 1.0 1.2 1.4
 E/E_0

Fujimoto 完壁。

図-9

图 10

流量模数

的曲线。根据
的曲线。

$K = 2.244 \left(\frac{E}{E_0} \right)^{0.5779}$
 $K = 1.704 \left(1 + 0.704 \frac{E}{E_0} \right)^{1/2}$

Araki ($E_0 = 10\text{mm}$)

39.05 ○
33.80 △
23.35 □
23.10 ▼

Araki
Fujimoto
Piar
Inazaki ($d = 9.1892$
 $A = 1/1458$)

0.5 1.0 1.5 2.0 E/E_0

-128-