

佐世保重工業(株) 正員 山口進吾

〇正員 吉永信彦

1. まえがき

河口堰長径間ゲートでは、波浪に対する安定・海水に対する腐蝕防止から後面スキンプレート型のシェル構造ローラーゲートが使用されることが多い。しかしながら後面スキンプレート型は前面スキンプレート型に比べ、流出水による下向力(Downpull Force)が大きい。そこで模型実験により後面スキンプレート型シェル構造ローラーゲートの最適断面を選定するために、底板の傾斜角、底板の流入側コーナー半径、リップの長さを付け替えて、その各々で水位とゲート開度を变化させて、下向力を測定した。下向力が形状によりどのように变化するかを調べ、さらに定式化を試みた。

2. 実験装置と測定方法

流水式二次元水路で、二段式調節ゲートの $1/10$ の相似模型を用いた。模型はアクリル板製で、ピエゾメーター17~19個を埋めこみ、マンオメーターにより定常放流中での圧力分布を検出した。放流モードは、図1のように下段扉からの潜流とした。模型形状のパラメーターは、 $R=0, 40, 60\text{mm}$; $\theta=0^\circ, 10^\circ, 20^\circ$; $L=10, 20, 30\text{mm}$ 、水位条件は、 $H_u=330\text{mm}$ (一定); $H_b=263, 159, 55\text{mm}$ (自由流出); ゲート開度は、 $a=10, 20, 30, 50\text{mm}$ と变化させた。この現象はFroudeの法則に従うものとして、原型の諸量へと換算した。通水孔や扉体内水位も下向力には影響すると考えられるが、この場合は完全充水とした。通水孔の開孔比は実験を通し一定とした。

3. 下向力の解析

いま任意の点でBernoulliの定理を適用すると、
底板に作用する鉛直力は

$$P_1 = \int P_1 \cos \theta_1 ds_1 = w \int (H_u - z_1 - \frac{v_1^2}{2g}) \cos \theta_1 ds_1$$

頂板に作用する鉛直力は、 $v_2 \approx 0$ であるから

$$P_2 = \int P_2 \cos \theta_2 ds_2 = w \int (H_u - z_2) \cos \theta_2 ds_2$$

となる。下段扉に作用する総下向力は、水流による力だけを考へて扉体断面積を V とすると、単位幅当りの下向力は

$$F_D = P_2 - P_1 + wV = w \left[\int (H_u - z_2) \cos \theta_2 ds_2 - \int (H_u - z_1 - \frac{v_1^2}{2g}) \cos \theta_1 ds_1 + V \right]$$

ところが $\int \cos \theta_1 ds_1 = \int \cos \theta_2 ds_2$ また $\int z_2 \cos \theta_2 ds_2 - \int z_1 \cos \theta_1 ds_1 = V$

$$\text{だから } F_D = w \int \frac{v_1^2}{2g} \cos \theta_1 ds_1 \quad (1) \quad (2) \quad (4)$$

実験では、 $w \frac{v_1^2}{2g} \equiv y_k$ は各点での動水圧で上流での静水頭から

マンオメーターの読みを引いた値である。この y_k の鉛直成分を梯形法則を用いて数値積分すると

$$F_D = \int y_k \cos \theta_1 ds_1 = \sum_k \frac{y_k \cos \theta_k + y_{k+1} \cos \theta_{k+1}}{2} S_k$$

ただし k はピエゾメーター番号である。

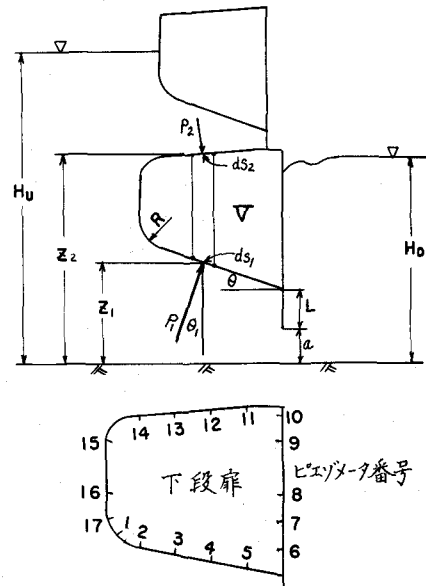
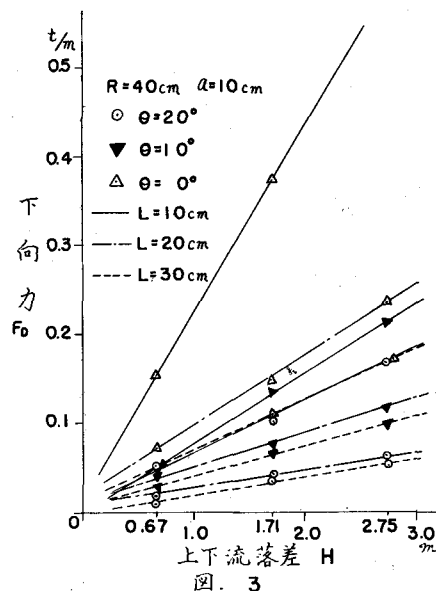
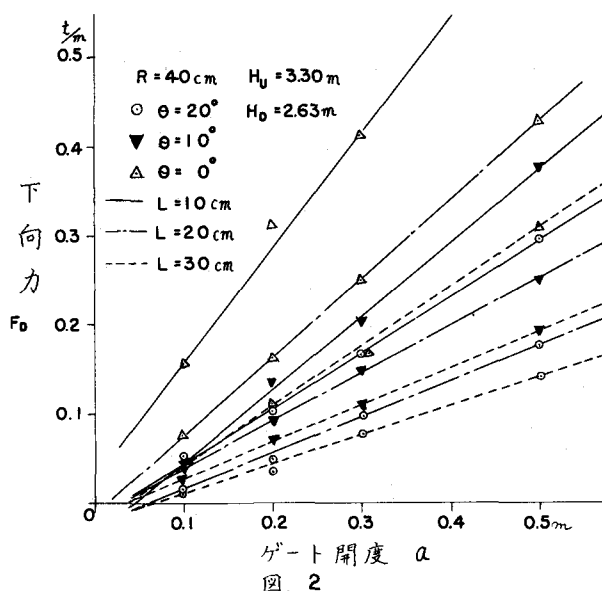


図.1

4. 実験結果

下向力とゲート開度、上下流落差の関係を図2、図3に示す。底板の傾斜角 θ ，リップの長さ L とも大きくなるほど、下向力 F_D は小さくなった。



さらに形状パラメーターは、 θ ， L ， R の順で効いてくることがわかった（ K の値参照）。 R の変化による F_D の変化は、 $\theta=20^\circ$ では小さいが $\theta=0^\circ$ では大きい。後者では、 $R=0$ のときコーナーで流線の剥離を生じ淀み領域が観察された。したがって、水理的性状は本実験では $\theta=20^\circ$ ， $L=30$ cm， $R=40$ cmのときが最も望ましいことがわかった。

5. 考察

従来下向力は $F_D = KA\omega H$ で表われてきた³⁾。ただし、 K ：ダウンアル係数， A ：（水門の幅） $\times$ （水門の厚さ）， ω ：水の比重量， H ：水頭差である。さらに本実験では、ゲート開度・上下流落差が小さい範囲では $F_D = K_a A \omega H a$ ($K = K_a a$) なる関係が成立することがわかった。 K の値を最小に乘法を用いて求めると右表のようになる。よって他の形状でも K を内挿するならば、下向力は見積もれることがわかる。本実験では、形状変化が下向力にどのような影響を及ぼすかわかったので、今後は大開度や巻上げ巻下げ時の非常流中での下向力や振動・通水孔の影響などを調べる予定である。

終りに、実験にあたり御指導いただいた長崎大学 古本助教授に心から感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 森翠、渡辺博夫；長径間ゲートの水理的考察 川崎技報 51号（1973）
- 2) 寺田淳、重永憲夫；長径間設構造ローラーゲートの水理的性状 三菱重工技報 10巻3号（1973）
- 3) 岩崎正亮；特殊構造物：水門 森北出版（1969） P.35
- 4) E. Naudascher；Proc of ASCE（1964） & Der Stahlbau（1959）

K の値（単位は m^{-1} ）

R	θ	L		
		10 cm	20 cm	30 cm
40 cm	20°	0.46	0.30	0.24
	10°	0.61	0.39	0.31
	0°	0.91	0.66	0.49
60 cm	20°	0.44	0.29	0.26
	10°	0.67	0.46	0.35
	0°	1.09	0.76	0.57
80 cm	20°	0.39	0.33	0.26
	10°	0.88	0.64	0.55
	0°	1.91	1.50	1.33