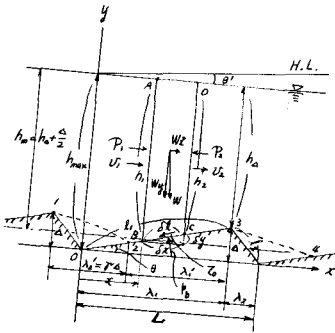


1. 概説 前々回 52 年度の本講演会において“砂連の流水抵抗について”と題して発表しましたが、今回は遮蔽域を考慮したとき砂連に作用する形状抵抗、摩擦抵抗の变化する状況および砂連前斜面に作用する τ_0 の分布などについて報告を致します。

2. 理論 Fig-1 において A, B, C, D を検査面とし、この区間に運動量の式を適用すれば x 軸方向の運動量方程式はつぎのようになる。

Fig-1 Sketch



$$\frac{d}{dx} \int_0^h \rho U^2 dy \, dx = - \frac{d}{dx} \int_0^h \rho dy \, dx - \rho \frac{dh}{dx} \, dx - \tau_0 \cos \theta \, dx + w h I \, dx \dots \dots \dots (1)$$

流水は静水圧分布に従ふものとし連続式を用いて (1) 式を変形すれば

$$\frac{d}{dx} \int_0^h \rho U^2 dy = - \tan \theta \cdot \rho_v - \tau_0 + w h I \dots \dots \dots (2)$$

また y 軸方向については

$$-W_y + \rho_v \, dx - \tau_0 \, dy = 0 \dots \dots \dots (3)$$

となり

$$\rho_v = \tau_0 \tan \theta \dots \dots \dots (4)$$

とる。ここで ρ_v は流速 v による動水圧である。したがって (2), (4) 式より

$$\tau_0 = (w h I - \frac{d}{dx} \int_0^h \rho U^2 dy) \cos^2 \theta = (w h I - \rho \frac{g^2}{h^2} \tan \theta) \cos^2 \theta \dots \dots \dots (5)$$

と表はされる。また砂連一波長に働く剪断力を τ とすれば

$$\tau = \int_0^L \tau_0 \, dl = \int_0^{L_1} \tau_0 \, dl + \int_0^{L_2} \tau_0 \, dl = w h m I \left\{ \lambda_1 \left(\frac{\lambda_1}{L_1} \right) + \lambda_2 \left(\frac{\lambda_2}{L_2} \right) \right\} - \frac{\rho g^2}{h_a h_{max}} \Delta \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} - \frac{\lambda_2}{L_2} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

$$P = \int_0^L \rho_v \, dl = \int_0^{L_1} \rho_v \, dl + \int_0^{L_2} \rho_v \, dl = w h m I \left\{ \lambda_1 \left(\frac{\lambda_1}{L_1} \right) + \lambda_2 \left(\frac{\lambda_2}{L_2} \right) \right\} - \frac{\rho g^2}{h_a h_{max}} \Delta \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} - \frac{\lambda_2}{L_2} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

とる。また $\frac{1}{2} \rho v_m^2$ との比を夫々 C_f, C_p とすれば

$$C_f = 2 \left[\frac{g h_m^2 I}{g^2} \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} \left(\frac{\lambda_1}{L_1} \right) + \frac{\lambda_2}{L_2} \left(\frac{\lambda_2}{L_2} \right) \right\} - \frac{h_m^2}{h_a h_{max}} \frac{\Delta}{L} \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} - \frac{\lambda_2}{L_2} \right\} \right] \dots \dots \dots (8)$$

$$C_p = 2 \left[\frac{g h_m^2 I}{g^2} \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} \left(\frac{\lambda_1}{L_1} \right) + \frac{\lambda_2}{L_2} \left(\frac{\lambda_2}{L_2} \right) \right\} - \frac{h_m^2}{h_a h_{max}} \frac{\Delta}{L} \left\{ \frac{\lambda_1}{L_1} - \frac{\lambda_2}{L_2} \right\} \right] \dots \dots \dots (9)$$

となる。つぎに遮蔽域を $\lambda'_0 = \pi \Delta$ とし、また幾何学的な関係より (8), (9) 式は、それぞれつぎのように表はされる。

$$C_f' = 2 \left[\frac{g h_m^2 I}{g^2} \left\{ \frac{\lambda'_1}{L'_1} \left(\frac{\lambda'_1}{L'_1} \right) + \frac{\lambda'_2}{L'_2} \left(\frac{\lambda'_2}{L'_2} \right) \right\} - \frac{h_m^2}{h_a h_{max}} \frac{\Delta'}{L'} \left\{ \frac{\lambda'_1}{L'_1} - \frac{\lambda'_2}{L'_2} \right\} \right] \dots \dots \dots (10)$$

$$C_p' = 2 \left[\frac{g h_m^2 I}{g^2} \left\{ \frac{\lambda'_1}{L'_1} \left(\frac{\lambda'_1}{L'_1} \right) + \frac{\lambda'_2}{L'_2} \left(\frac{\lambda'_2}{L'_2} \right) \right\} - \frac{h_m^2}{h_a h_{max}} \frac{\Delta'}{L'} \left\{ \frac{\lambda'_1}{L'_1} - \frac{\lambda'_2}{L'_2} \right\} \right] \dots \dots \dots (11)$$

ここで λ_0 は遮蔽域を除いた時の新しい砂連形状を 1, 2, 3, 4 としたときのそれぞれの値である。

3. 実験 (10), (11) 式の値を計算するために遮蔽係数 π の値を実験によって求めた。Fig-2 は砂連形状河床を作り Δ を変化させて $\lambda'_0 = 8\pi \Delta$ の値を色々、あるいは砂を流して実験した値を図示したもので π の値は 4~6 の範囲にある。一般に π の値については 4 位の値が適当であると云はれている。そこで π の値として 3, 4, 5 を用いることにした。

4. 計算結果 Fig-3, Fig-4 は Richardson の実験資料を用い π の値を 3, 4, 5 と変化させて C_f', C_p' の計算値を図示したもので遮蔽域の増大に伴って C_p' の値は減少し、 C_f' の値は数分増加する。Table-1 は砂連前面に作用する τ_0 の分布を示したもので砂連頂部に近づくに従って増加し数倍にも増加することを示している。また流速

Fig. - 2 ジャイ域の実測値

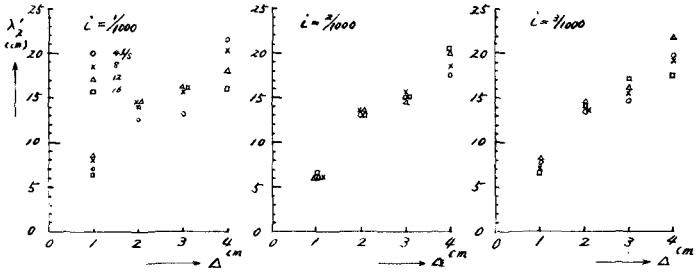


Fig. - 3 ジャイ係数の変化による C_p の値

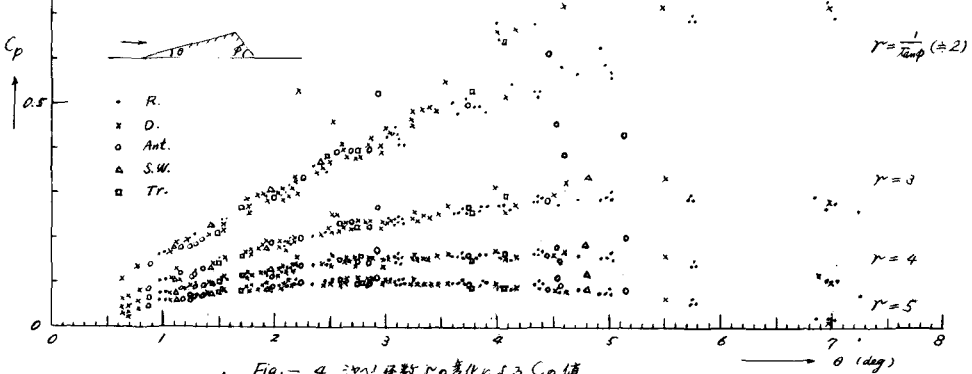


Fig. - 4 ジャイ係数の変化による C_f の値

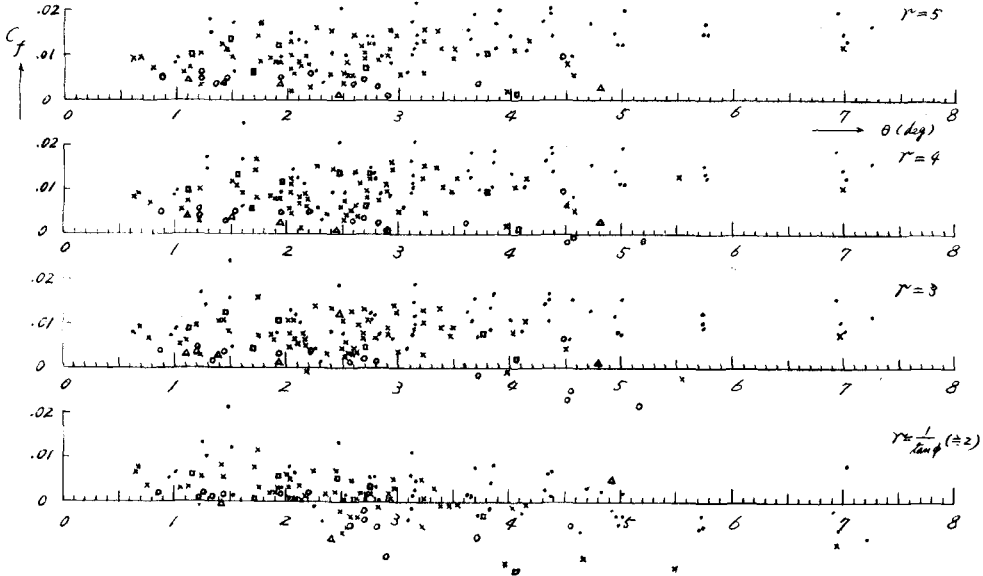


Table - 1 $C_f = (w/h L - \frac{1}{2} \rho g) \cos \theta$ の計算値 (単位: 10⁻³)

Run	Stage	Depth	Flow Area	S	φ	θ	C_f の計算値	C_f の実験値
1	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
22	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
24	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
28	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
30	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
31	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
32	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
33	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
34	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
35	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
37	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
38	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
39	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
40	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
41	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
42	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
43	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
44	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
45	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
46	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
47	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
48	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
49	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

量が $\frac{1}{\tan \phi}$ に比例するとして求めれば
 流量は数倍から 20 数倍にも増加するといえる。

5. 結論 遮蔽域を考慮したときの C_p の値は数倍の 1 になる。 C_f の値は少し増加するが θ によって殆んど変らない。その値は砂連頂部を拡大し数倍となり、流量は

20 数倍にもなるといえる。

参考文献

1. H. P. Gay, B. B. Simons and E. V. Richardson, "Streams in Alluvial Channel", Geological Survey, 1956, pp. 162-173.