

II-54 風速・海水面勾配・海底粗度

熊本大学 正員 工博 藤芳義男 ○正員 星田義治

1. まえがき: Colding の風の吹き寄せについての式 $\frac{\partial C}{\partial x} = \frac{c_H U^2}{2 \rho H}$ は $I = \frac{V^2}{H}$ と書ける。これは書き直すと、 $V^2 = \frac{1}{f} HI$ で河川水理の $v^2 = C^2 HI$ に相当し、前者は空気と水の摩擦係数、後者は水と河床の摩擦係数であるから摩擦係数が同じならば C^2 の間は水の比重 1.0 と空気の比重 $1/29 \times 10^{-3}$ の比になることが示される。筆者は先にこの仮定に基づいて、台風の実測記録より、この仮定の妥当性を計算によって示した。ここではそのことを模型実験によって実証しようとして試みた。その結果は解析される段階には至っていないがおおよその傾向がみられるのでここに中間報告として述べて載せます。

2. 台風の実測記録よりの n 相当値

右の表は、伊勢湾台風、Jane 台風、第二室戸台風の実測結果と $C^2 = \frac{1.29}{f}$ の仮定より n 相当値を計算したものである。この n 相当値はそれぞれの海底の粗度係数に近い値であることを示している。

	伊勢湾台風		大阪湾		
	伊勢湾	びわ湖	Jane 台風	第二室戸台風	
区間	鳥羽 -石巻	堅田 -三保崎	洲本	大阪湾	
$I \times 10^3$	3.19	3.58	2.79	3.05	
H	19.9	4.62	18.1	18.1	平均水深(m)
V	36.9 (石巻-津)	19.0 (考根)	32.5 (大阪和歌)	32.0 (大阪-洲本)	10分間平均 最大 m/s
$f = \frac{HI}{V^2} \times 10^3$	4.67	4.58	4.78	5.40	
C 相当値	52.6	53.3	51.9	48.9	$C^2 = \frac{1.29}{f}$
$H^{1/2}$	1.65	1.29	1.62	1.62	
n 相当値	0.031	0.024	0.031	0.033	$n = \frac{1}{f} H^{1/2}$

3. 実験装置及び測定方法

実験用風洞は高さ 40cm、幅 30cm、長さ 600cm で 3mm 厚の透明プラスチック製長方形風洞を用い、水面勾配は中央 300cm の二点間でその水位差をメーターで読み決定した。風速は $J\ddot{u}l$ -ermister 風速計を用い、風洞の中央断面で測定した。底流速の測定は、食塩を用い、比抵抗の変化によって 150cm を流れる時間を測定して決定した。風速源としては小型プロペラファン(口径 400φ、出力 1.9kW)を用いたが減速装置ができなかつたので、ファンの suction 側に風量を調節する絞りをつけ、duct 側に整流格子をつけて、風速にわずかではあるが変化をつけた。水深は、2.5cm、5.0cm、7.5cm、10.0cm、12.5cm の 5 段階、底面条件はプラスチック、砂(粒径 5mm 以下)、砂利(粒径 5~15mm)の三種類とした。

4 実験の結果

(i) 水面勾配測定のとまめ

(a) 格子つき絞りなし(表-1)

水深 cm	勾配			平均 流速%
	プラスチック	砂	砂利	
2.5	0.590	0.611	0.670	6.0
5.0	0.410	0.420	0.460	6.3
7.5	0.250	0.337	0.250	6.6
10.0	0.286	0.303	0.297	7.1
12.5	0.337	0.287	0.197	7.4
平均	0.375	0.392	0.367	6.7

(b) 格子なし絞りつき(表-2)

水深 cm	勾配			平均 流速%
	プラスチック	砂	砂利	
2.5	0.757	1.11	0.961	7.0
5.0	0.546	0.533	0.503	7.5
7.5	0.467	0.447	0.470	7.1
10.0	0.463	0.250	0.350	7.6
12.5	0.557	0.337	0.337	(7.6)
平均	0.558	0.535	0.524	7.4

(c) 格子なし絞りなし(表-3)

水深 cm	勾配			平均 流速%
	プラスチック	砂	砂利	
2.5	1.78	2.04	2.08	8.5
5.0	1.24	1.56	1.62	9.1
7.5	1.08	1.34	1.52	9.0
10.0	1.00	1.20	1.42	9.0
12.5	0.78	1.14	1.26	(9.0)
平均	1.176	1.456	1.580	8.92

(2) 底流速測定のおとめ

表-4中の数字に()がついているのは、中央部の底流速が不鮮明のため、側方及び薬品を使った資料から求めた。又表-1,表-2,表-3の数字に()のついているのは直接測定できなかったものである。

5. 考察

表-1,表-2から水深と水面勾配の間にはお

およそ反比例的傾向が読みとれる。然し、底面の条件を変えても、その傾向がはつきりしない。これは風速が6~7%と弱いためと思える。それは風速が一番大きい場合の結果は、表-3に示される如く、水深と底面条件の変化に相応した結果がよく現われていることから考えられる。

以上の測定結果に仮定(Coldingの式の係数fと河川水理の式の係数Cの間に $C^2 = \frac{1}{f} \cdot \frac{1.29}{1000}$ の関係が成立するとみることを)を使ってn相当値を求める。

$f = \frac{HI}{V^2}$ からfを求め、次に $C = \frac{1}{f} \cdot \frac{1.29}{1000}$ からC相当値を求め、この結果を使って $n = \frac{1}{C} \cdot H^{1/6}$ よりn相当値を算出した。その結果が表-5である。

水面勾配より平均風速より求めたn相当値(表-5)

この表-5から風速が6~7%では底面条件の変化によって、nの値にはつきりした相違を認めにくい。が風速9%ではその相違がはつきりしている。そして、これらのn相当値は、プラス、砂、砂利の粗度係数に近い。

次に底流速と水深の間には、表-4からわかる如く明確な関係は見い出されないが、この測定結果よりnの値を計算する。Manningの平均流速公式を用いることとし、測定した底流速から平均流速を出すため、Bazinの流速分布公式を用いた。(勿論実験風洞内の垂直流速分布は、水面と底面では逆方向であるので、Bazinの公式を適用しても平均流速は求められないがこの場合は、その水深における重力による開水路の流れで実測した底流速を持つ場合の平均流速に置きかえた訳である。)

Bazin公式 $V = V_m + \left\{ 8 - 24 \left(\frac{y}{H} \right)^2 \right\} \sqrt{HI}$ ……(1)

V_m : 鉛直線上の平均流速) Manningの公式に

(1)式で求めた V_m と測定した勾配の値を代入してnを求めた。これが表-6である。

底流速より求めたnの値(表-6)

底部の平均流速(cm/s) 表-4

水深 cm	格子つき 絞りなし			格子なし 絞りつき			格子なし 絞りなし		
	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利
2.5	2.7	(3.4)	3.5	4.8	(5.8)	(5.3)	4.2	4.3	3.7
5.0	2.8	2.9	4.4	5.2	3.6	5.0	7.7	5.9	4.6
7.5	4.5	4.0	3.4	5.8	5.3	4.3	7.3	7.2	6.8
10.0	4.8	5.2	4.1	5.7	5.4	5.2	6.4	6.5	7.2
12.5	5.0	5.4	3.4	5.1	3.9	5.5	5.7	6.3	6.5
平均	3.96	4.18	3.76	5.32	4.80	5.06	6.26	6.04	5.76

水深 cm	格子つき 絞りなし			格子なし 絞りつき			格子なし 絞りなし		
	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利
2.5	0.1765	0.0098	0.0103	0.0094	0.0113	0.0105	0.0119	0.0127	0.0128
5.0	0.0122	0.0123	0.0129	0.0118	0.0116	0.0113	0.0147	0.0164	0.0168
7.5	0.0119	0.0137	0.0119	0.0151	0.0147	0.0152	0.0181	0.0201	0.0215
10.0	0.0142	0.0146	0.0140	0.0189	0.0124	0.0147	0.0210	0.0230	0.0250
12.5	0.0173	0.0164	0.0125	0.0216	0.0168	0.0189	0.0216	0.0261	0.0274
平均	0.0131	0.0134	0.0123	0.0150	0.0134	0.0137	0.0175	0.0197	0.0207

水深 cm	格子つき 絞りなし			格子なし 絞りつき			格子なし 絞りなし		
	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利	プラス	砂	砂利
2.5	0.0213	0.0206	0.0209	0.0180	0.0188	0.0192	0.0207	0.0227	0.0241
5.0	0.0206	0.0238	0.0219	0.0194	0.0231	0.0210	0.0192	0.0237	0.0261
7.5	0.0188	0.0225	0.0234	0.0193	0.0214	0.0240	0.0208	0.0235	0.0251
10.0	0.0194	0.0207	0.0236	0.0199	0.0197	0.0227	0.0210	0.0237	0.0251
12.5	0.0198	0.0210	0.0243	0.0213	0.0239	0.0229	0.0217	0.0244	0.0268
平均	0.0200	0.0218	0.0228	0.0196	0.0214	0.0220	0.0207	0.0236	0.0254

6. 結言: 表-5と表-6の粗度係数nの値は或る程度近似している。その中で風速が一番大きい場合(格子なし絞りなし)は、はつきりした相関が認められる。更に底面の粗度の状態に合致する傾向もみられる。このことは最初の仮定が或る程度妥当であると云えるし、このことから海底粗度を知ることによって、任意の風速に対する水面勾配が算定可能になる。