

佐賀大学理工学部 ○ 正員 荒木宏之

〃 〃 渡辺訓南

1. まえがき 単一三角形粗度の圧力抵抗については、風洞中での詳細な実験結果が石川によって報告されているが、その下流部の流れについては、直角段落ちを用いて検討されている²⁾。本研究は、開水路に三角形粗度を一個だけ設置した実験を行ない、その下流部の流れに対して二次元後流理論の適用を試みたものである。

2. 実験 幅30cm, 長さ6mの滑面水路に波高 $H=1$ cm, 波長 $\lambda=15$ cmの三角形粗度を一個設置し、三角波面の圧力分布、逆流渦の長さ、および鉛直流速分布を測定した。流速分布の測定には、先端を幅20mm, 厚さ0.2mmの偏平な断面に加工したビトー管を用い、測定はReattachment pointを原点として0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 70, 100 cmの各断面で行なった。実験の概要は次の通りである。

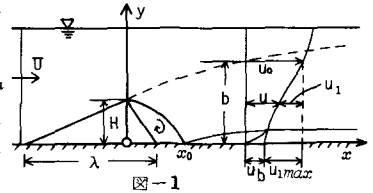


図-1

	記号	V cm/s	h cm	$1/e$	u_* cm/s	x cm	C_D
Run. 1	○	29.3	5.4	1/935	2.38	7.33	0.496
Run. 2	●	33.9	11.4	1/741	3.88	5.68	0.190

3. 圧力抵抗 図-2に圧力係数 C_p の分布を示す。破線は連続三角形粗度の場合³⁾、上流の粗度によって流れから遮蔽されて抵抗が減少している様子がわかる。上流の抵抗係数 $C_{D0} \equiv D/\frac{1}{2}\rho U^2 H$ (U : 接近流速)の値は、石川の風洞実験の結果とよく一致している。

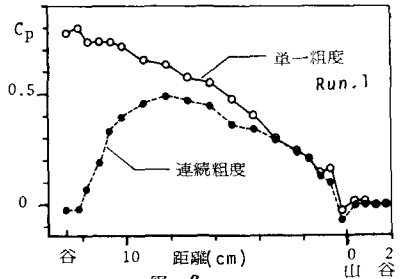


図-2

4. 粗度下流部の流れについて

1) 解析 流速分布の測定結果(図-3)によると、下流部の流れは開水路対数則の成立する主流域、粗度 crestから発達していく後流、および壁面近傍における境界層の3領域に区分できる。この後流を、流速 u_0 の一樣流中におかれた二次元物体(径 $2H$)の後流を中心線で分割した半平面の流れとみなし、境界層はこれに影響をおよぼさないとする。ここでは物体近くの流れを対象とするため従来の後流解に次の様な修正を加える。図-1のように、①物体背後に生じる逆流渦の長さを x_0 とし、そこで底面流速 $u_b=0$ とする。②後流幅 b は crest 波高 H とする。物体から十分離れたところで成立する後流解と、これらの条件とを満足させると

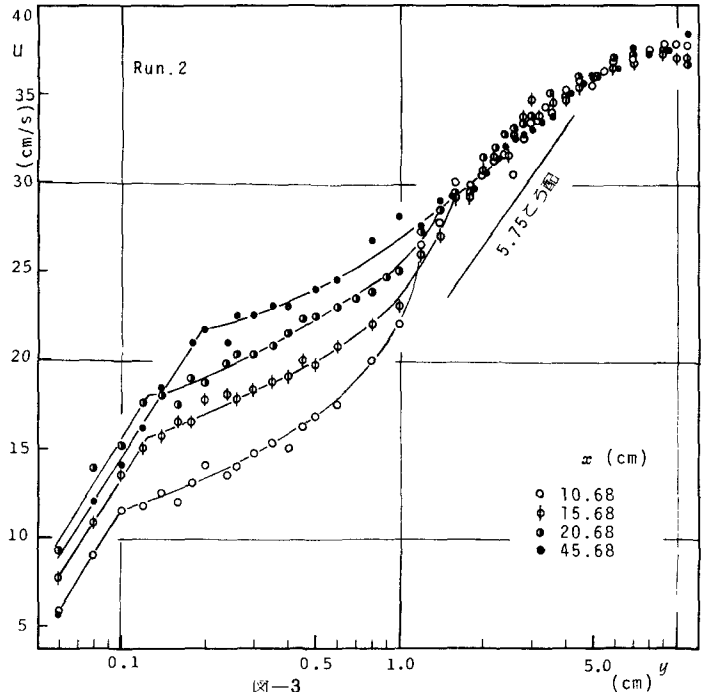


図-3

後流の流速分布、底面流速および後流幅は、それぞれ次の様になる。

$$\frac{u}{u_0} = 1 - \frac{\sqrt{20}}{18\beta} \left\{ \xi - \xi_0 + \left(\frac{\sqrt{20}}{18\beta} \right)^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} (1 - \eta^2)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\frac{u_b}{u_0} = 1 - \frac{\sqrt{20}}{18\beta} \left\{ \xi - \xi_0 + \left(\frac{\sqrt{20}}{18\beta} \right)^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{b}{GH} = \sqrt{20\beta} \left\{ \xi + \left(\frac{\sqrt{20}}{18\beta} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

ここに、 $\eta = y/b$, $\xi = x/GH$, $\xi_0 = x_0/GH$, $\beta = b/b_0$,

l 混合距離である。

2) 実験結果との比較

(1) 後流幅；図-4は主流対数則の折点の位置と式(3)と比較したもので、図には石川の直角段落ちにおける結果も点描されている。破線は従来の後流解である。式中の β はSchlichtingらの実験値 $\beta=0.18$ を用いており、壁面の存在にもかかわらず自由な流れの中の物体の後流幅にほぼ一致している。

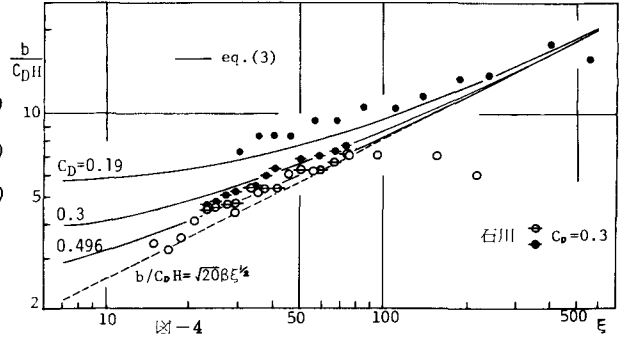


図-4

(2) 流速分布および底面流速；底面流速 u_b の式(2)は $\beta=0.18$ とすると、石川が直角段落ちの場合に与えた実験式と一致する。しかし、壁面が存在する場合はその近傍で乱れがおこえらるので、ここでは簡単に次の様に考える。すなわち、後流の大きさ自体は自由乱流の場合と同じであるが、壁面のため混合距離 l は小さくなっているとする。図-5は対数速度グラフより求めた最大欠損流速 u_{max} を点描したもので、図中実線は式(2)において $\beta=0.083$ としたものである。斎藤は壁面噴流の場合の混合距離が、自由噴流のそれの約0.4倍程度であると述べており、上記 β の値はほぼこのことに対応していると思われる。図-6に欠損流速分布を示す。

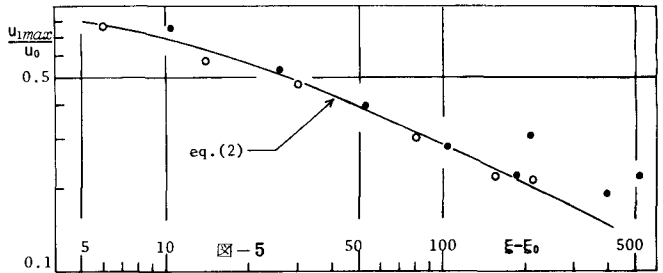


図-5

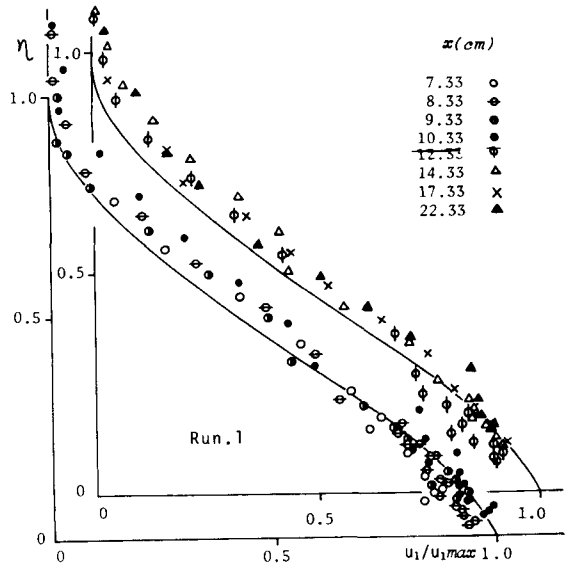


図-6

5. おわりに β の値(混合距離の分布)についてはお検討を要するが、提案した式は粗度のごく近くまで実験値と一致しており、河床波などのよ

うに有効間隔が小さい場合に適用できるものと思われる。最後に、終始熱心な御指導をいただいた九州大学の橋東一郎教授、ビトー管作製に御指導をいただいた山口大学の斎藤隆助教授に深く感謝致します。なお、本文は、本学土木工学科4年、市原 淡谷尚若の卒業研究の一部である。

参考文献

- 1) 吉川秀夫・石川忠晴：砂漣・砂堆上の流れの抵抗について，土木学会論文報告集，vol 281, 1979
- 2) 石川忠晴：断面急変に伴う剥離領域の下流部の流れと底面せん断力について，土木学会論文報告集，vol 257, 1977
- 3) 渡辺・荒木：河床波上の流れの特性と圧力抵抗について，佐賀工業報 vol 7, 1979；河床波上の流れの抵抗について，土木学会西部支部講演集 vol 54
- 4) 斎藤隆：壁面噴流および湾曲噴流の流れ特性と流場機構，学位論文，昭53.7