

複断面開水路流れにおける壁面せん断力分布形状の変化特性について

京都大学防災研究所 正員 今 本 博 健

京都大学防災研究所 正員 石 垣 泰 輔

大 阪 府 正員 福 井 淳 太

岡 山 県 正員 〇二 摩 慎 一

1. はじめに：複断面開水路流れは高水敷の影響により、単断面流れと比較してかなり複雑である。本研究では各壁面に働く壁面せん断力に着目し、水深および高水敷先端法面勾配 θ の変化が壁面せん断力分布に及ぼす影響について若干の検討を加えた。実験は、幅20cm、深さ15cm、長さ6mの長方形断面水路内に設置した $\theta = 90^\circ$ (Case-1-1 ~ 5) および $\theta = 45^\circ$ (Case-2-1 ~ 5) の高水敷を有する複断面水路を用い、表-1に示す水理条件のもとで、0.02~0.10秒間隔で発生させた水素気泡が形成するタイムラインを解析することにより、壁面せん断力 τ を算定した。¹⁾

表-1 水理条件表

Case	I	$Q(l/s)$	$H(cm)$	$T(^{\circ}C)$	Re	Fr
C-1-1	1/437	0.617	2.54	23.30	2600	0.71
C-1-2	1/412	0.831	3.02	24.61	3300	0.69
C-1-3	1/436	1.141	3.50	25.18	4700	0.60
C-1-4	1/418	1.399	4.01	22.80	5000	0.56
C-1-5	1/443	1.584	4.51	23.36	5800	0.50
C-2-1	1/427	0.530	2.53	17.55	2000	0.67
C-2-2	1/427	0.821	3.00	18.62	3100	0.65
C-2-3	1/446	1.188	3.49	18.41	4300	0.66
C-2-4	1/434	1.658	4.01	20.82	6210	0.68
C-2-5	1/386	1.930	4.50	21.38	7100	0.63

B=20 (cm) b=12 (cm) h=2 (cm)

(Symbol)

I : energy slope

Q : discharge

H : water depth

T : water temperature

Re : Reynolds number

Fr : Froude number

B : channel width

b : width of flood plain

h : height of flood plain

2. 平均壁面せん断力分布：図-1は実験結果より得られた壁面せん断力の平均値 $\bar{\tau}$ とその変動成分 τ' の分

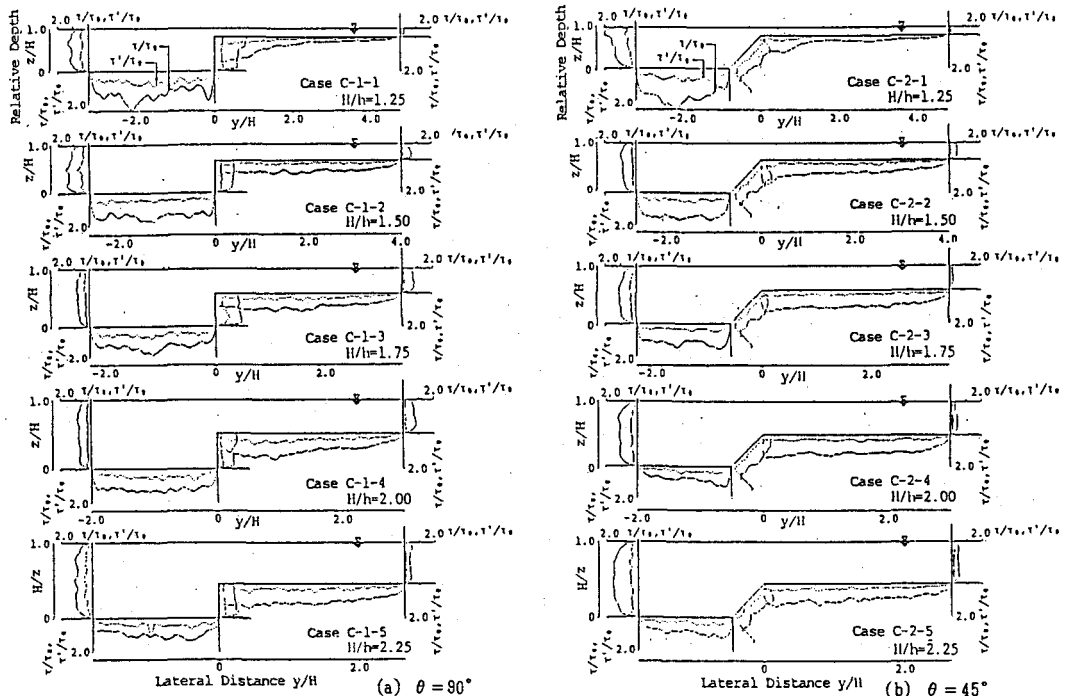


図-1 壁面せん断力の平均分布

Hirotake IMAMOTO, Taisuke ISHIGAKI, Junta FUKUI, Shinichi NIMA

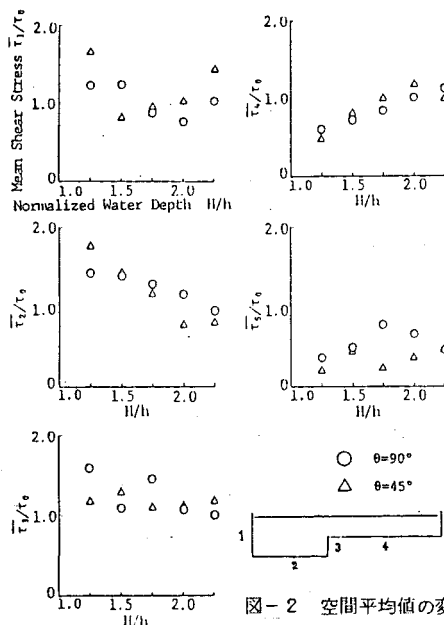


図-2 空間平均値の変化

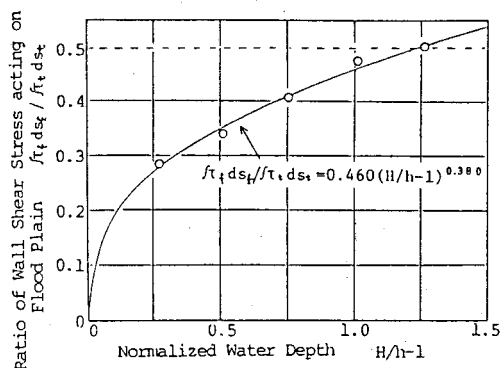


図-3 高水路に働く壁面せん断力の割合の変化

布を平均壁面せん断力 $\tau_0 = \rho g R I$ で無次元化して示したものである。まず τ の分布について見ると、低水路路床は $\theta = 90^\circ$ の各ケースともほぼ台形状であり、 $H/h = 2.25$ のケースでは法面に向かって増加し、法面近傍で最大値をとっている。この傾向は $\theta = 45^\circ$ の場合、より明確に認められ、水深の増加につれ台形状から法面に向かって増加し法面近傍で最大値をとる分布形状へと変化している。高水路路床での壁面せん断力分布は $\theta = 90^\circ$ 、 $\theta = 45^\circ$ ともほぼ同様の特性をしている。 $H/h = 1.25$ のケースは高水路中央付近まで非常に小さい値を示し、そこから高水敷先端にかけて急激に増加しており、低水路流体の高水路への影響がうかがわれる。他のケースでは高水路側壁から徐々に増加し、高水路中央付近から高水敷先端にかけてほぼ一樣な分布形状となっている。その他の壁面では、 $\theta = 90^\circ$ 、 45° とも水深による分布形状のきわ立った変化は見られない。低水路および高水路側壁は、 $\theta = 90^\circ$ 、 45° とも台形状の分布をし、法面は $\theta = 90^\circ$ の場合、法尻近傍で急激に減少しているが、 $\theta = 45^\circ$ では法尻近傍でも τ に近い値を有している。次に τ' について見ると、各ケース各壁面とも τ と同様の分布形状を示し、その値は τ の 30~40% 程度である。

3. 壁面せん断力の変化特性：図-2は各壁面に働く壁面せん断力 τ_i の平均値 $\bar{\tau}_i$ を τ_0 で無次元化して示したものである。明確な傾向が見られるのは、低水路路床 ($\bar{\tau}_2$) と高水路路床 ($\bar{\tau}_4$) である。 $\theta = 90^\circ$ 、 45° とも $\bar{\tau}_2$ は水深が増加するにつれ τ_0 の約 1.4~1.8 倍からほぼ τ_0 まで減少し、 $\bar{\tau}_4$ は対照的に水深が増加するにつれ τ_0 の約 0.5 倍からほぼ τ_0 まで増加している。図-3は高水路に働く壁面せん断力 ($\tau_4 + \tau_5$) の壁面せん断力の総和に対する割合を $\theta = 90^\circ$ について図示している。実験値は図中の式で近似されるが、これは Knight²⁾らが提案した式と定数値は若干異なるものの定性的には一致している。図において水深の増加とともにその値も増加しているが、さらに水深が増加するとその値は潤辺比(0.5)に近づいていくものと思われる。

参考文献 1) 今本ら；京大防災研年報, 27, B-2, 1984. 2) D. W. Knight et al.; ASCE, Jour. Hydr. Eng., Vol. 110, 1984.