

開水路における乱れの二・三の測定 (その2)

日本大学工学部 正 昌 〇 長 杯 大 夫
日本大学工学部 正 昌 本 村 新 次 郎

1. はじめに : 本研究は開水路における主流方向の乱れ強度が側壁の影響を受ける場合にはどのように変化するかと実験的に調べようとするものである。今回は長方形水路において水路幅りと水深Hとの比がεが大きいものと小さいもの、および粗滑2状態について実験を行なった。また二次水路について導かれている各式について若干の検討を行なった。

2. 主流方向の乱れ強度に関する各式の検討

① 今本等はエネルギー減衰率の関数表示より(1)式を得ている。

$$\frac{u'}{U_*} = a \left(\frac{z}{H} \right)^{-b} \quad \begin{cases} 0.1 < \frac{z}{H} < 0.6 & a=0.36 \pm 0.03 \quad b=1/3 \\ 0.6 < \frac{z}{H} < 1.0 & a=0.30 \pm 0.03 \quad b=2/3 \end{cases} \quad (1)$$

② 中川・新津等は円形断面モデルに実験的検討を加えて(2)式を、Spectral Spaceに着眼してWall Turbulence Spaceによく適合する式として(3)式を示している。

$$\frac{u'}{U_*} = 0.95 \left(\frac{z}{H} \right)^{-1/3} \quad (2) \quad \frac{u'}{U_*} = A (U_* z)^{-1/6} \quad U_* z \leq 100 \quad (3)$$

③ BLINCOの行なうた実験をBAYAZITが実験式化したものを(4)式として表わす。

$$\frac{u'}{U_*} = 3.7 - 0.39 \ln(U_* z) \quad U_* z > 10 \quad (4)$$

(1), (2)式を(4)式の形に変形する。(1)式は条件を考慮して(5), (6)式に分けられる。(2)式は同様に(7)式となる。

$$\frac{u'}{U_*} = (0.36 \pm 0.03) \left(\frac{U_* z}{\nu} \right)^{1/2} \quad 0.1 \frac{U_* z}{\nu} < \frac{U_* z}{\nu} < 0.6 \frac{U_* z}{\nu} \quad (5)$$

$$\frac{u'}{U_*} = (0.30 \pm 0.03) \left(\frac{U_* z}{\nu} \right)^{1/3} \cdot \text{Re} \left(\frac{U_* z}{\nu} \right)^{-2/3} \quad 0.6 \frac{U_* z}{\nu} < \frac{U_* z}{\nu} < \frac{U_* z}{\nu} \quad (6)$$

$$\frac{u'}{U_*} = 0.95 \left(\frac{U_* z}{\nu} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{U_* z}{\nu} \right)^{-1/3} \quad (7)$$

各式と比較するために(5), (6), (7), (4)式にパラメーターを代入して計算したのがfig. 1, 2である。

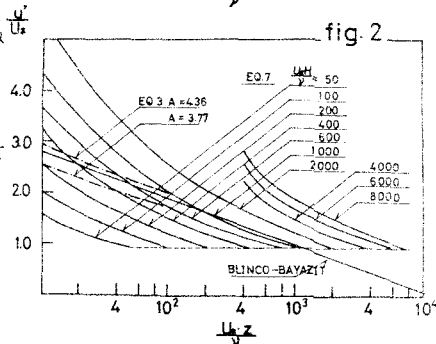
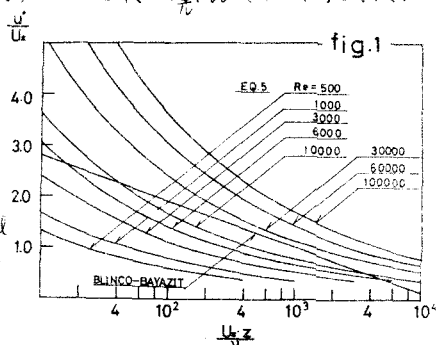
fig. 1は本等による(5)式を表わしたもので、Re数による変化が良く示されている。これをBLINCO-BAYAZITの図中の直線と比較するとその実験範囲のRe数は10000~30000である。これは、その範囲に於ける本等の曲線は $\frac{U_* z}{\nu} > 50$ においてBLINCO-BAYAZITの直線とを包含している。

fig. 2は中川・新津による(3), (7)式を表わしたもので摩擦速度と水深によるレイノルズ数 $\frac{U_* H}{\nu}$ で変化することとを示している。またBLINCO-BAYAZITの実験と比較すると $\frac{U_* H}{\nu} = 500 \sim 1600$ であり $\frac{U_* z}{\nu} > 90$ においては(3)式が、 $\frac{U_* z}{\nu} < 100$ においては(7)式がBLINCO-BAYAZITの直線とを包含している。これは(7)式の下限は $\frac{U_* z}{\nu} > 25$ $\frac{U_* H}{\nu}$ 即ち $z/H > 0.1$ 位とするのが多いと思われる。

またBLINCO-BAYAZITの表示は境界層内乱れの強度の増大をうまく表現する式として考へており、

中川・新津の(3)式においても同様の値を示している。

しかしfig. 1, 2において見られるように、その実験範囲外のRe数, $\frac{U_* H}{\nu}$ へと変化させた場合についてどのような検討の余地のある点として考へられる。



tab. 1

CASE	H (cm)	(z/H) at 3	Re $\frac{U_* H}{\nu}$	Pr $\frac{\mu}{\rho \nu}$	$\frac{U_* H}{\nu}$	$\frac{U_* z}{\nu}$	$\frac{U_*}{\nu}$	$\frac{U_*}{\nu}$
A	9.27	22.8	6.65	7.74	1.61	2730	∞	21.2
B	10.2	21.2	6.35	7.90	0.20	450	∞	10.5
C	2.72	26.3	7.51	6.52	0.30	5625	10.4	14.7
D	12.5	22.7	6.605	6.70	0.23	5278	20.0	16.1

3. 実験結果および考察

実験方法 長さ13m、幅40cmの鋼製循環式明渠水路においてFig-1のような結果を得た。相度要素については直径5mmの鉛と底面に敷き、側壁滑面、底面粗面とした。鉛の強度 U' の測定は明渠型フローと定温度型熱線流速計による水路横断面内の任意点について行ない、変動流速の標準値として表わした。平均値評価時間27sec、サンプリング周波数は18にわかれ(計算を行な)た。

結果の考察 Fig-3 は今本の表示について示したものである。 $\beta=1.0$ で水路中央部の側壁を示す。この表示の縦軸は(1)式に近い U, U^* と見なす。ここでは側壁近くまで表現したため本図の用いた各側線の底面摩擦速度 u_{*b} 、側線の平均流速 U_y で表わしている。これらの値は水路中央部において近似的に U_k, U として表しうとして、図中の定数は(1)式で計算したものと示している。図より β による差異はあり認められ全体的には今本の傾向を示していることがわかる。

Fig-4 はFig-3と同じ表示であり $\beta=0.05$ で本測定中最も側壁に近いものである。ここでは(1)式で表わされる水路中央部の1/3程度は認められず、鉛の強度の介在が路床近く $\beta/H < 0.6$ 位までは同一オーダーと見なす。これは鉛の強度が路床よりは側壁の影響を割合強く受けていると考えられる。また $2.0 < \beta/H < 1.0$ については β による変化が見られ、 β の大きさにもつては(1)式における1/3程度とは逆の傾向と見なす。

$\beta=5$ は鉛の強度がBLINCO-BAYAZITの表示で示したものであり、 $\beta=1.0$ の水路中央部のものである。図中、直線は定数のものはBLINCO-BAYAZITを表わしたものである。また曲線(定数は今本の実験範囲について今本の(5)式で表わしたもので、それに続く破線は(6)式で計算したものである。一点鎖線は今本と同様に、中川・新津の(7)式で計算したものである。これは今本と中川・新津の式を比較すると同じ条件では、中川・新津の式の方が幾分広めの範囲を与えるようである。

実験値との比較については、鉛のバウツは大きな影響として各式の適用に役立てる(図)。Fig-5は、Fig-3と同様に $\beta=0.05$ のもので図中のBLINCO-BAYAZITと比較すると、Fig-1と同様に水路中央部の傾向は認められ、

すに水路近くにおいて強く側壁の影響を受け(このCaseも認められ、Fig-4にて見られたようにその区別は明確である)と見なす。

「木村幸次市長方形水路における流れの近似解析」土木学会論文No.251(1976-7)

①中川・新津「自由表面流れの特性」第12回水工学フォーラム2, 1975年

②Blanco, R.H. et al, Turbulence Characteristics in Free Surface Flow over Smooth and Rough Boundaries, Jour. of Hyd. Res., Vol.19, No.1, 1971, pp43-63

③Bayazit, M., Free Surface Flow in a Channel of Large Relative Roughness, Jour. of Hyd. Res., Vol.14, No.2, 1976, pp115-125

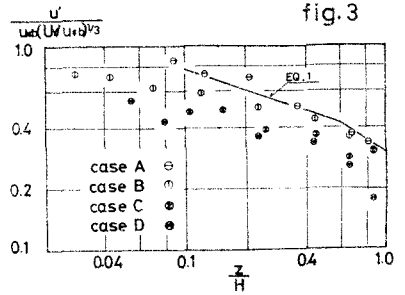


fig. 3

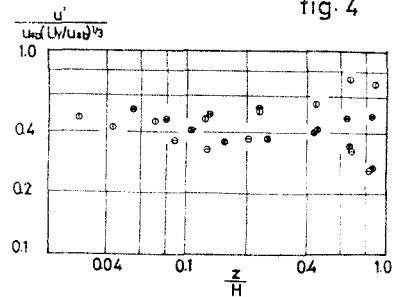


fig. 4

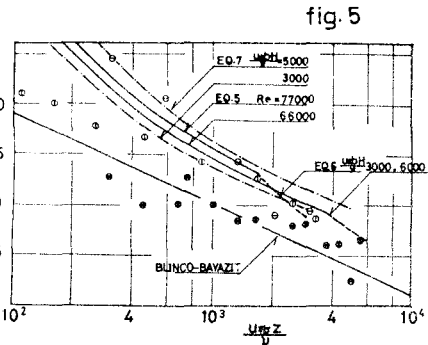


fig. 5

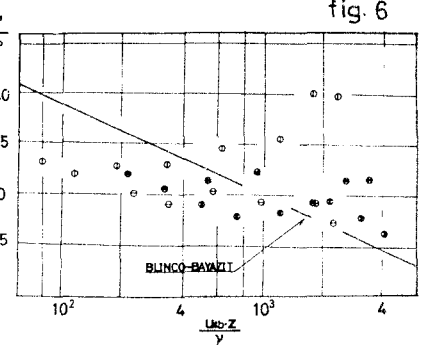


fig. 6