

III—23 矩形水路の側壁効果に関する実験的研究

山口大学工学部 正員 斉藤 隆
西日本工業大学 正員 〇赤司 信義

1. まえがき

開水路流れにおける水路側壁の効果は径深を特性長にとる事で実用的には十分満足される事が知られている。更に側壁効果に関する研究は, Menikoff, Powell, Eimstein, 足立らにより流水断面積と底面ならびに側壁のそれぞれの影響を受ける領域に分割する事で行われている。厳密には三次元乱流として乱れ解析を必要とするのであるが, 本研究では水深方向ならびに水路幅方向の流速分布を測定し, 実験的に断面分割を試みると共に, 流速分布ならびに流れの場におけるせん断応力に因りて考察をしようとしたものである。

2. 実験装置ならびに実験方法

実験水路は幅 40cm, 深さ 30cm, 長さ 10m の水路で, 側壁は強化ガラス, 底壁は滑面としてペンキ塗り, 粗面としては 50 μ の粒径が 0.43mm の砂粒を均一にはりつけて行, た。流速の測定はポイントゲージ下部にとりつけた外径 2mm, 内径 1.6mm のステンレス管にて作製したピトー管をマンローメーターへ接続した。測定位置は水路入口より 5m の地点で行, た。実験条件は水路幅水深比の値が 5 から 15 の間とし, 勾配 $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{600}$ の三種, 流量を 6.67 $\frac{1}{s}$, 13.3 $\frac{1}{s}$ の二種で行, た。

3. 実験結果ならびにその検討

開水路における隅角部を原点として水路幅方向に y 軸を, 水深方向に z 軸をと, て示す。Fig-1, 2, 3 には勾配 $I = \frac{1}{200}$, 流量 $Q = 6.67 \frac{1}{s}$ の下での実験値を示している。Fig-1 は z が 20, 10, 5, 1.5, 0.5 cm の位置で y 方向の流速分布を示したもので, $z = 20, 10$ cm に関しては水表面近対数則で近似されると思われるが, $z = 5, 1.5, 0.5$ cm つまり側壁に近づく程対数則の成立する範囲が狭くなる。この現象は水深方向の流速分布に側壁の影響が及んだものと考えられる。Fig-2 は前図と同様にして水路幅方向の流速分布を示したものである。この図に示してある ①, ②, ③ の領域について説明を加える。①の領域は

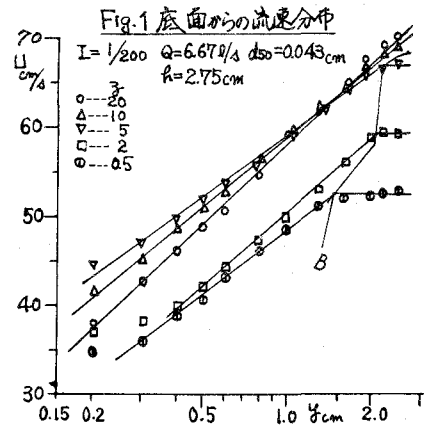
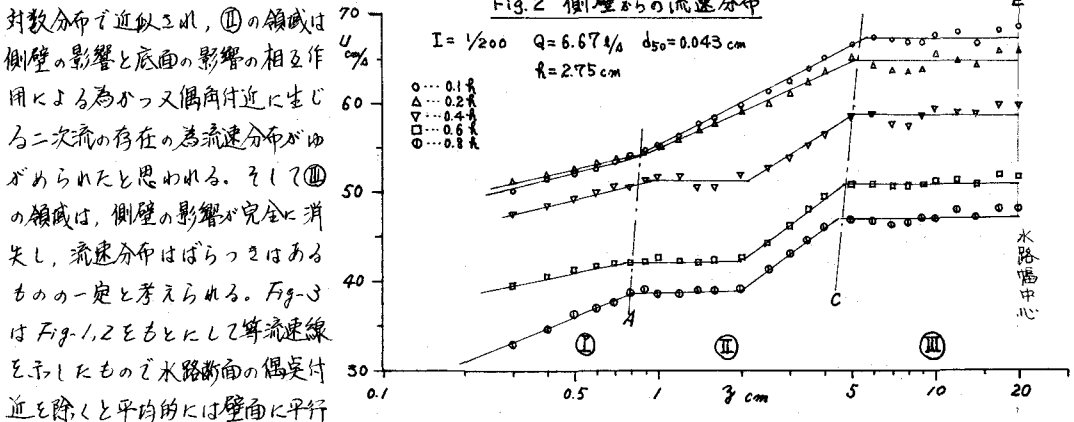
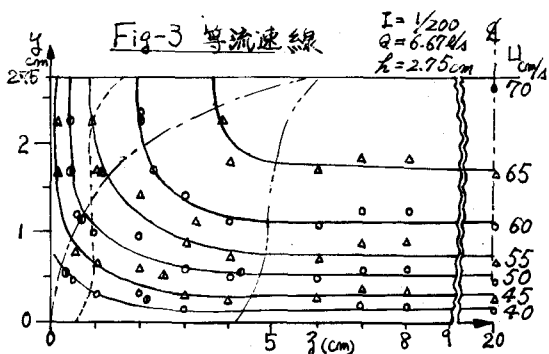


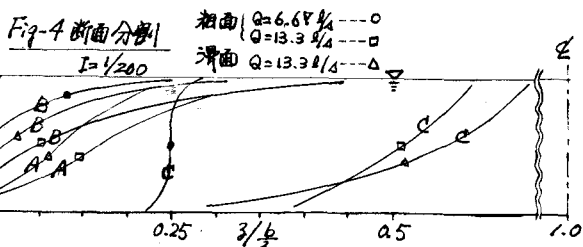
Fig. 2 側壁からの流速分布



している。Fig-4は流水断面分割を3ケースについて示したものである。二次元乱流の組み合わせとして、単一分割線で二つの領域、つまり側壁領域(側壁より水路幅方向の流速分布が対数則で近似される部分と流速一定の部分において対数則の成立する領域)と底面領域(底面より水深方向の流速分布が、側壁以外において対数則が成立する領域)とに分割される事を期待したのであるが、Fig-2における④の領域の説明が困難であるので下軌の様に分割を行った。Fig-1,2に示してあるA,B,Cといった分割線を示した。A線は側壁より対数則で近似される範囲を、そしてC線は底面から対数則で近似される範囲を、C線は側壁の影響が完全に消え底面の影響のみと思われる範囲を示したものである。流速の連続という条件で流水断面を二分割しそれぞれの断面で対数則が成立

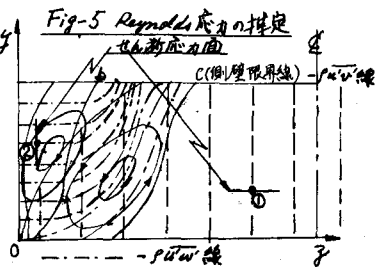


するとすれば、A,B線の平均で表わされる。しかし開水路乱流場におけるせん断応力については若干説明し難い。B,C線にはとされる領域は流れの場において支配的なせん断応力の生ずる面を(Fig-5に見られる様に)セゾ面からセゾ面に変えていく。すなわち底力緩和といった領域が存在すると思われる。



底力緩和領域について

開水路流れにおいてせん断応力を論ずる為Fig-5をもちきして述べていく。乱流流れにおけるせん断応力はほとんど Reynolds 応力 $\tau = -\rho \overline{u'v'}$ の混合距離理論によると $\tau = -\rho l^2 \frac{d\bar{u}}{dy} \frac{d\bar{u}}{dy}$ として表わされ、 $l = K y$ $\alpha = K y \sqrt{-\tau}$ と仮定した時、対数則は $\tau = \tau_0$ の下で求められている。このことより考えると側壁領域では $\tau_{yx} = \tau_0 - \rho \overline{u'v'}$ $\equiv -\rho \overline{u'v'}$ だが、底面領域では $\tau_{zx} = \tau_0 - \rho \overline{u'v'}$ $= \tau_0$ が成立する事になる。



τ_{yx} 線を考えてみると側壁よりB線付近一定となり底力緩和区間においてC線に漸近して水表面に上るものと考えられる。C線付近では $\tau_{yx} = 0$ と思われる。さらに中心部から隅角に対して運動量を輸送し、その結果隅角付近においてある程度高い流速を生じさせるという二次流の存在を考慮してみる。二次流の概略図をFig-5に示してあるが、側壁面より水路表面ならびに水路中心方向に運動量を輸送する事より $\overline{u'w'}$ は顕著となる。又隅角部に向かう二次流は水路中心部分の運動量を隅角部に輸送し、流れを一様化しようとするので $\overline{u'w'}$ を抑え器一定にしようとすると思われる。さらに底面から水路中心方向に向かう二次流はもう一度 $\overline{u'w'}$ を促進させると思われる。その結果Fig-2に見られる様な流速分布になると考えられる。

4. あとがき 開水路流水断面分割に関して二次元乱流の組み合わせとして取り扱うとすれば、Fig-2における④の領域の解釈が困難な事より、流れの場のせん断応力に関して理解を得るには底力緩和といった領域もしくは二次流の存在について考慮する必要を認めたものである。Reynolds 応力等の説明に予分を減らすので、今後一層の検討を進め、底力緩和といった現象をより明らかにしていきたい。

【参考文献】1) 尾足昭平; 長方形断面水路の側壁効果に関する研究; 土木学会論文集第81号 1) G. H. Kuegler; Laws of Turbulent Flow In Open Channel; J. R. N.B.S. 16121 1) H. Schlichting; Boundary layer Theory; McGraw Hill Book Company