

II-165

長時間可視化による長方形開水路の乱流構造

日本大学工学部 正員 ○長林 久夫 , 木村 喜代治
新太平洋建設 中塚 卓朗 岩手県立一関工業高校 照井 和久

1. はじめに: 本研究では、開水路における二次流の構造を種々の可視化手法⁽¹⁾により検討してきた。本報告では前報⁽²⁾につづき、水路幅に比べて水深の深い側壁効果の強い長方形開水路($B/H=0.5$)にて、オガクズ(直径0.4~0.6mm)懸濁法とフラットライトにより、任意断面を35mmカメラ(シャッター間隔0.8秒, シャッター速度1/8秒)で可能な限り長時間可視化した結果を検討する。解析区間は380cmである。水理量は水深20cm, 水路幅10cm, 平均流速 $U=13\text{cm/sec}$, レイノルズ数 $Re=5770$ 。

2. 平均流速および乱流特性量: 各断面とも36枚の写真を、凍結乱流の仮定により測線を連続させて1cm間隔の流速ベクトルを得た。 $z=2.5\text{cm}$ の断面における主流平均流速 U と平均流速の鉛直線分 V の分布を図-1に示す。鉛直成分 V は主流流速のほぼ1パーセントの大きさで、従来報告されている二次流速成分量と一致する。またその底面付近での値は負であり、二次流による水路中央部から隅角部への下降流の効果を見ることができる。図-2は同じ断面の主流平均流速の対数分布である。図中の△印は同じアスペクト比での点計測の結果であり、水理量は異なるが、その分布は良く一致している。図-3による可視化データからの乱流強度分布は u' , v' ともに水深方向に同オーダで、側壁効果を良く示している。

3. 長時間乱流特性: 図-4は $z=2.5\text{cm}$ の断面における各測線の主流流速と断面平均流速との差をベクトル表示したもので、高速および低速流体の分布パターンが理解できる。これより高速、低速が交互にsin波形の分布パターンを持つものが $x=20, 53, 84, 140$ とほぼ40cm間隔に存在しているのが見られる。その測線を図-5(A)の主流流速の等流速度線から見ると、 $z=8\text{cm}$ までと、 $z=13\sim 15\text{cm}$ 程度まで低速域が存在しているのが分かる。図-5(B)は鉛直成分 v' の等速度線を示している。斜線の領域は上昇流を点領域は下降流を示す。主流に比べ、水深方向に縦長な分布となっている。図-5(C)はレイノルズ応力分布の等測線を示している。図-6は $y=6\text{cm}$ の水平断面の平面視の等速度分布を示している。図-6(A)は主流流速分布図で、低速流体が40cm程度の周期性で中央部寄りに集中している。また、図-6(B)に見られるように、その分布の対象性は良い。横流速 w' が対岸部まで張り出している領域は、その他の領域では、左岸向き、右岸向きが交互に配列され、水平渦による運動量の輸送を示唆している。

4. おわりに: 可視化写真をもとに、長時間の乱流場の解析を行い、渦構造よりは、それによる流体運動の構造を検討した。時系列データとしても、従来の点計測の平均特性を良く示し、また瞬間乱流構造の長時間分布からは、二次流によると思われる、周期特性を見出すことができた。この解析においても、最大周期に対して7~8倍の解析時間であり、より長時間の計測が必要となる。

〔参考文献〕①長林, 他 流れの可視化Vol.1, No.26, 1987 ②中塚, 長林 昭和62年度土木学会東北支部

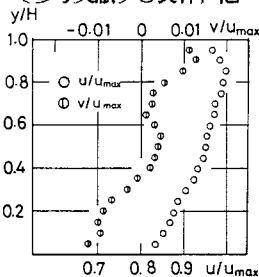


図-1 平均流速分布

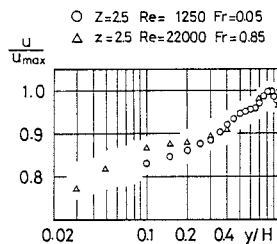


図-2 主流流速の方対数表示

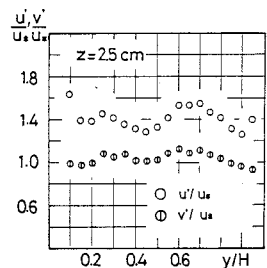


図-3 乱流強度分布

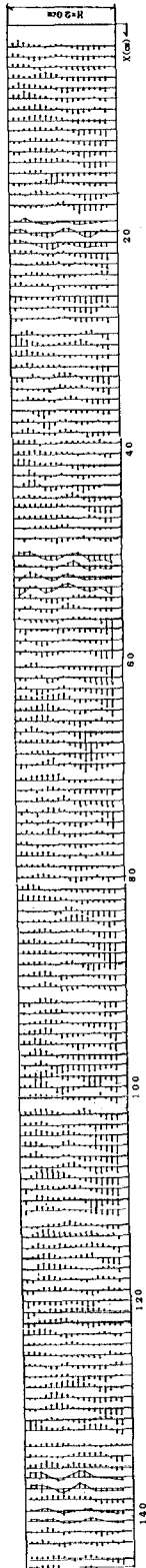


図-4 主流流速ベクトル図



図-5 (A) 主流流速等分布曲線 (U)



図-5 (B) 鉛直流速等分布曲線 (V)



図-5 (C) レイノルズ応力曲線 ($u'v'$)

図-5 Z = 2.5 cm 断面の側面視, 流速分布状況

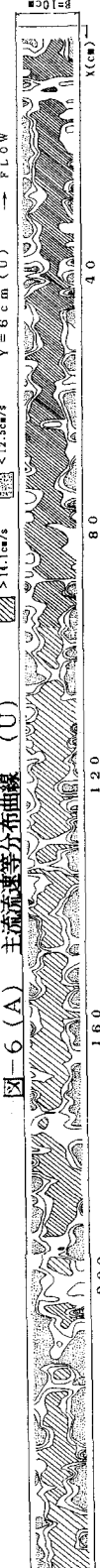


図-6 (A) 主流流速等分布曲線 (U)



図-6 (B) 鉛直流速等分布曲線 (V)



図-6 (C) レイノルズ応力曲線 ($u'v'$)

図-6 Y = 6 cm 断面の平面視, 流速分布状況