

日本大学工学部 正員 ○長林 久夫
日本大学工学部 正員 木村 孝代

1. はじめに 水路幅 B に比べて水深 H が深い場合には、水路中央部での最大流速位置は水面には現われず、それよりやや下方に存在することが知られている。この様な場合については、流れに対する自由水面の影響をどのように考慮するか、また側壁等の境界面の影響はどうであるか、これに加えて二次流の初果はどの様であるかが興味の対象となってくる。これらの問題に対して、筆者等は基本的な形状を有する長方形開水路において流れの計測を行い、境界面、特に側壁が流れの特性量に及ぼす影響についての検討を行った。本報においては、これらの境界面の役割をより明確にするために、 B/H の小さな流れにおいて二成分ホットフィルム流速計を用い、二次流、水面の影響に関する実験的検討を行った。実験水路は長さ 8m 、幅 9.5cm 、水路勾配 $1/600$ のアクリル製水路で行った。

2. 結果および考察

等流速分布曲線 図-1は B/H がそれぞれ、

2.17, 1.24, 1.05 の流れの半断面における等流速線を描いたものである。この図より水路中央部の最大流速位置は B/H の減少とともに水面より低下するのが見られる。また底面と側壁との隅角部付近には、一般に認められている等流速線のゆがみ、即ち速度の増加が見られ二次流の存在が予想される。水面と側壁との隅角部付近についてはより顕著な傾向は認められない。

等乱れ強度分布曲線 図-2は主流方向の乱れ強度 U' (元. m. 値) の z 軸を壁面平均セリカ U_{max} ($=\sqrt{gRI}$, ここで g : 重力加速度, R : 径深, I : 動水勾配) の z 軸で無次元化したものである。底面、側壁の周囲近くの乱れ強度を比較すると、ほぼ同程度の強度であることがわかる。流速の増加が認められた底面と壁面の隅角部付近では、いずれの実験ケースについても、乱れ強度の弱い領域が存在する。

一次元波数スペクトル分布 図-3は流下方向の一次元波数スペクトルを水路中央部決定方向について示している。底面付近のスペクトル形状は幅広い分布形で、特に波数約5以上の高波数側のエネルギー量が小さいのが特徴である。これが上部に伝達するに従ってスペクトルの幅は狭くなり、 B/H が約0.6において1つのピークを有する形状となる。この点より水面側に近いに従い、この形状

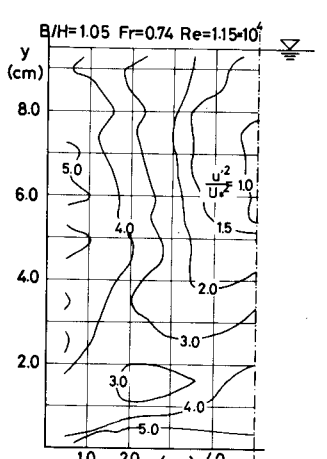
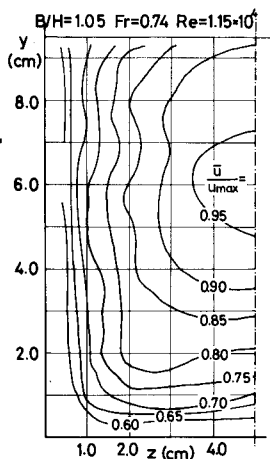
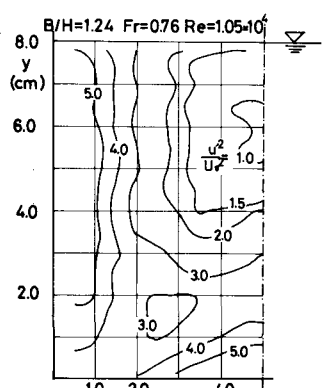
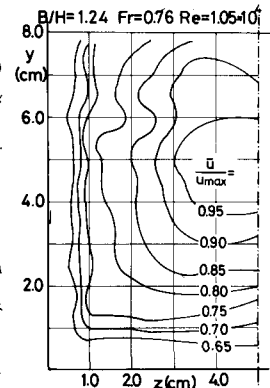
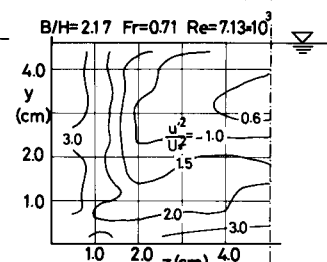
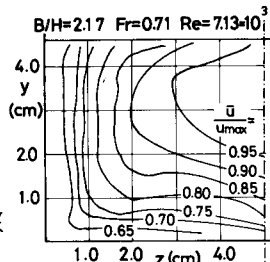
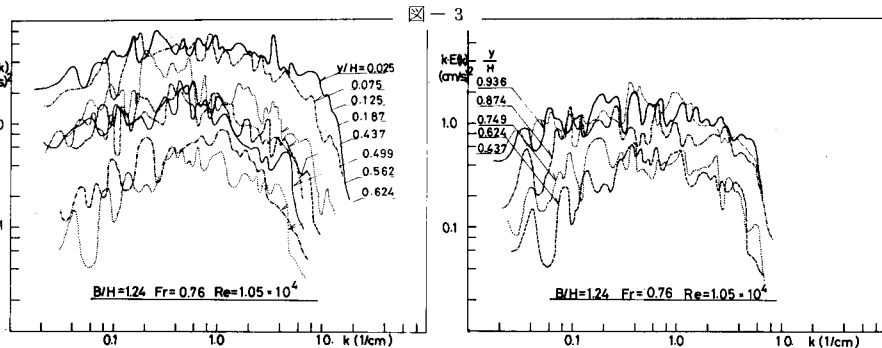


図-1

図-2

の幅は広くなり、 y/H が約0.94の水
面近くにおいては、 y/H が0.44と同様
な分布形状を示し
ており、水面から
のエネルギーの伝
達があることが考
えられる。

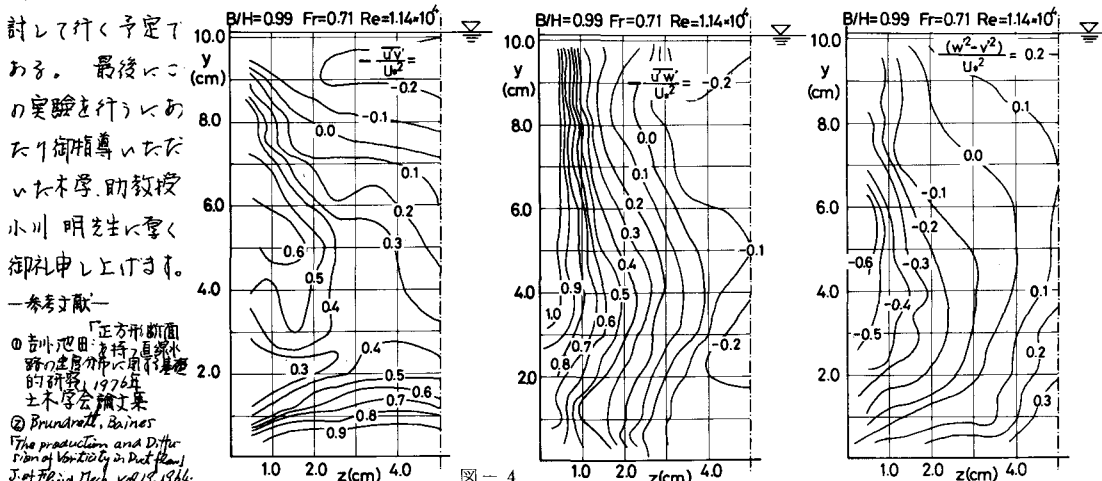


レイリス応力分布曲線 図-4はレイリス応力の分布 $-u'w'/U^2$, $-u'w'/U^2$ と等速線図として示している。
 $-u'w'/U^2$ において、水路中央部での縦方向分布は底面付近で最大となり、最大流速位置でゼロ、最大流速位置か
ら水面側までの領域が存在することから報告されており、この図においても同様の傾向が見られる。図-2で見
られたように乱れ強度の弱い領域のある隅角部では、 $-u'w'/U^2 = 0.3, 0.4$ の応力が隅角部へと流入している。ま
たレイリス応力がゼロの点を横方向に見ると、水路中央部の最大流速位置から水面、側壁の隅角部に向って等速
線が引かれており、水面側で $-u'w'/U^2$ が負になる領域の存在が認められる。また水面側の強度分布は底面に
比べてかなり小さい。 $-u'w'/U^2$ においては、側壁面で最大となり、水路中央部でゼロとなることから予想され
るが、本測定では幾分側壁よりであった。この分布を底面、水面側の二つの隅角部について見ると、隅角部へ
向って弱い強度の応力が流入しているのが認められる。

二次流に関する考察 図-5は水路横断面内の乱流強度 w'^2 と v'^2 の差を U^2 で無次元化したものである。
これは乱れによる normal stress 項で二次流を誘起する原動力となることが知られている。この分布を底面と
側壁における隅角部について見ると、 $(w'^2 - v'^2)/U^2$ がゼロの曲線が水路中央部付近の地点より隅角部へ向
って対角線状に引かれており、底面側および側壁側で反対の符号を有する領域が存在している。この結果は、空
気流に対する Brundrett, Baines による正方形管路ともほぼ一致しており、この隅角部付近に二次流の存在が予
想えられる。また側壁と水面側の隅角部においては、その差は小さいものの $(w'^2 - v'^2)/U^2$ のゼロの曲線が、
底面側の隅角部と同様、対角線状に隅角部へ向って引かれ、水面と側壁に符号の異なる領域が存在している。

3. おわりに

以上の結果より、 B/H の小さな流れにおいては、自由水面が一つの壁面として流れに影響を及ぼしていることが
認められる。今後、これらの境界面の影響について解明的に検討するために、二次流、水面の影響について検
討して行く予定



ある。最後にこ
の実験を行うに
あたり御指導を
いただいた本学
助教 小川 明
先生に深く御
礼申し上げます。

—参考文献—
① 吉田、池田、持田、
「正方形断面
の水路の速度分布に関する基礎
的研究」1976年
土木学会論文集
② Brundrett, Baines
「The production and Differ
ence of Velocity in Rect. Chan
J. of Fluid Mech. vol.19, 1966