

中央大学理工学部 正員 工博 林 泰造
千葉工業大学 ○正員 工修 滝 和夫

1. まえがき

乱流境界層を解明する一手段として、乱流境界層を一つのブラックボックスとみだて、これにある種の簡単なインプットを与え、そのアウトプットを調べることにより乱流境界層それ自身と研究せんとする試みが究気力学の分野で以前から行なわれていたが、水理学の分野ではこの種の研究は今までほとんど行なわれていなかった。そこで、本研究では乱流境界層を解明する一段階として、開水路において水路床粗度がステップ関数的に急変する時に生じる非平衡領域の発達について研究を行った。

2. 実験装置および測定方法

幅1 m、深さ80 cmの矩形断面を有する全長30 mの水路を用い、この内上流端より24 mを実験区間として、水路勾配0の状態で行った。水路床にはベンキを塗布したラワン材を敷き並べ水深は24 m地点(実験区間下流端)で水路床面(ラワン材表面)より20 cmに保たれる様にした。この時の流量は81.4 (ℓ/s)である。また、流れの状態がステップ関数的に変化し、均一な流れの領域と形成される様に棧粗度(5×5 mmプラスチック棒)を間隔4 cmに、10 mの区間に渡って敷き並べた。

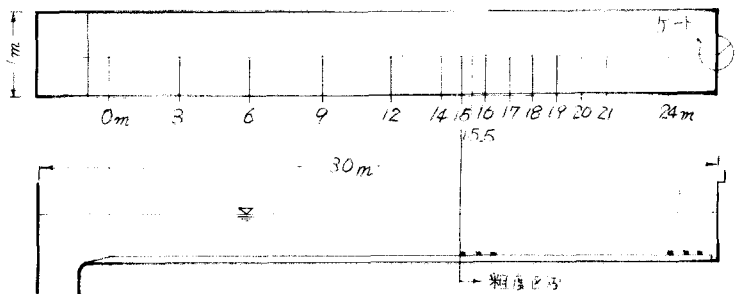


図-1

水面勾配および水深は $1/10$ mm読みポイントゲージを用い、水路縦断方向の流速分布は外径4 mmのピトー管を用いて水路中心線上15断面で水路床から水深10 cmまで5 mm間隔に、10 cm以上を1 cm間隔に測定した。棧粗度区間では棧上にピトー管を設置し、マノメーターの読み取りは $1/100$ mmまで行った。

3. 実験結果および考察

以上の実験方法によって、図-2のような境界層理論でいう、いわゆる Velocity profile shape factor を得た。これより流れの状態が粗度の急変に伴い変化し、非平衡境界層領域が形成されているのが認められる。本実験で、流れ方向に対する非平衡境界層領域の限界は21 m地点と考えられる。

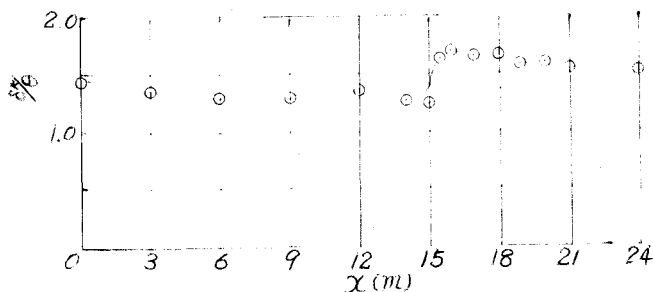
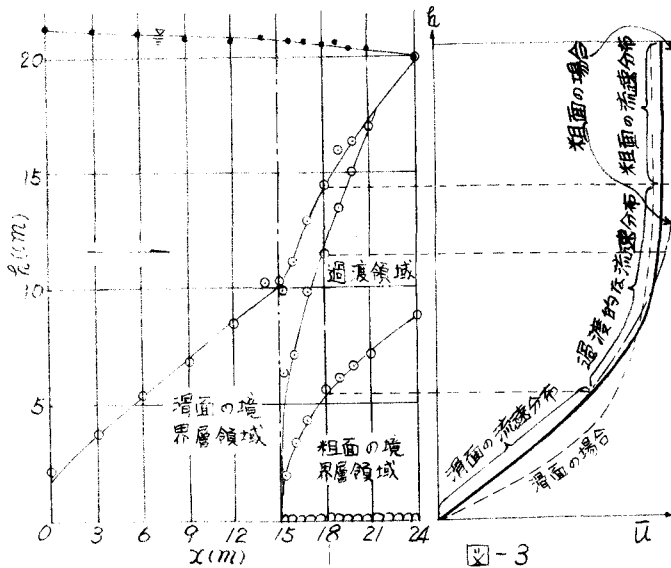


図-2

流れの非平衡領域に関する研究はElliott 及びGlaser によってすでに行なわれていたが、その



方法は等流速線の変化の状態によって求めている為、流れの内部構造を知る上で必ずしも十分な結果を与えるものではないと考えられる。そこで本研究では各断面ごとの流速分布を調べ、非平衡境界層領域の発達を知る試みをした。

流速および水深を無次元表示し、片対数で表わすと図-4(a), (b)のように粗度区間の流速分布が規則的な変化をしている事が認められる。粗度区間では各断面の流速分布は水深方向に滑面の流速分布を保持している領域(以下、滑面の境界層領域と呼ぶ)、粗面に対して発達して行く境界層(粗面の境界層領域)、および滑面の境界層が粗面の影響を受けて過渡的な移り変りをしている領域(以下、過渡領域と呼ぶ)の3つに分類することができる。過渡領域における流速分布は図-3に示される様に、粗面の境界層領域外側の流速が徐々に増加して滑らかに滑面の境界層領域へ接続する形を示している。

流下方向に於ける各断面の流速分布形は滑面の境界層領域、粗面の境界層領域とほとんど変化せず、過渡領域のみが下流へ行くに従い流速分布の勾配を変化させずに滑面の境界層領域の方向へと押し上げられている。流れがほぼ平衡状態に戻ったと考えられる27 m地点より下流では滑面の境界層領域は全く消失し、粗面の境界層領域と過渡領域とのみから流速分布が形成されている事が認められる。これらの変化の状態を示したのが図-3である。

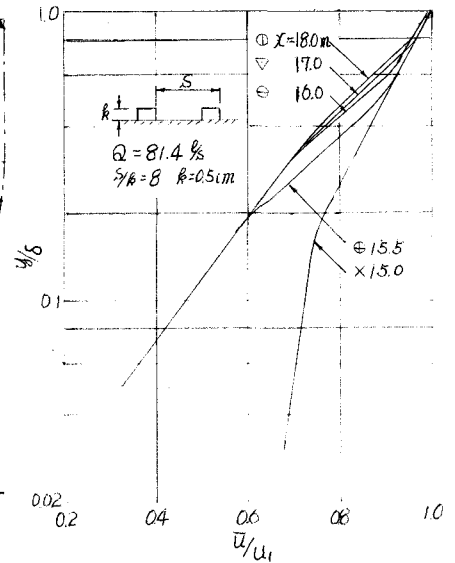


図-4(a)

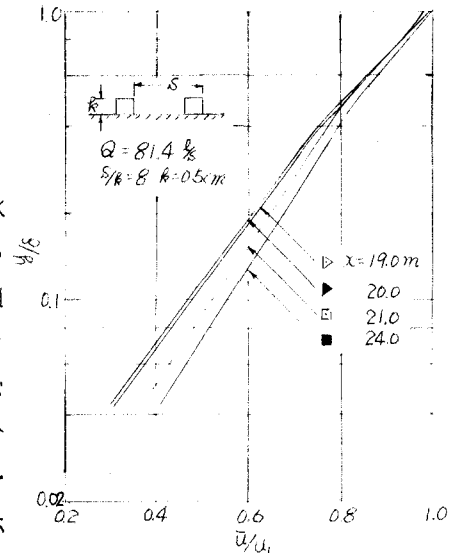


図-4(b)