

II-100 非定常開水路流れにおける乱れの普遍関数表示

阪急電鉄 正員 越智 厚
 京都大学工学部 正員 中川 博次
 京都大学工学部 正員 福津 家久

1. まえがき

非定常開水路流れの乱流構造は、今まで準定常流れとして瞬間瞬間の乱流構造は定常流と同じものとして取り扱うことが多かった。ボイル渦の発生や移流過程において、非定常流の増水期と減水期とでは異なる結果が得られたが、その原因が河床形態の変動によるものであると考えられていた。しかし、本研究室では、昨年波状固定床上の非定常流れにおいても、増水期と減水期ではボイル渦の発生や移流過程が異なっていることを示した。そこで、本研究では、滑面上において増水期と減水期における特性量を計測することによって、非定常流れの乱流構造を解明する。

2. 実験概要

開水路滑面上に図1に示すような非定常流を流した。base-flow は水深7cm、平均流速約6cm/secで一定とし、peak-flow の流量及び水位変化時間を変えることにより20ケースの実験を行った。なお、本研究では、 λ （高橋¹⁾による非定常性の強度を表すパラメータ）は、従来行われてきた洪水流を模した多くの実験に比べ比較的大きな値（ $0.1 < \lambda < 0.7$ ）とされた。計測にはレーザー流速計を用い、サンプリング周波数は200Hzとした。なお、平均流速の決定には周波数領域法（波の重ね合わせ回数7回）を用いた。

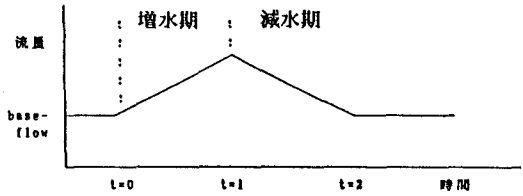
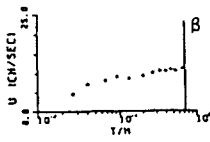


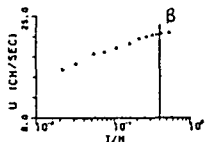
図1 ハイドロパターン

3. 実験結果及び考察

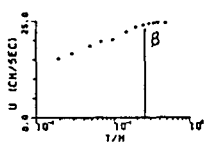
実験から得られた増水期の特性量の変化を時間的に追うため、増水期を初期、中期及び後期の3通りに分け、それぞれの流速分布を図2に、また、摩擦速度を用いて無次元化された乱れ強度分布を図3に、レイノルズ応力分布を図4に示した。



増水初期

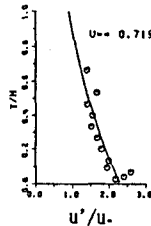


増水中期

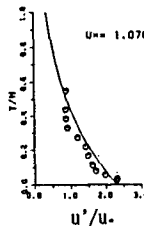


増水終期

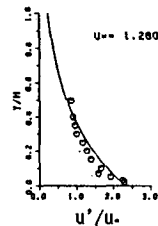
図2 流速分布



増水初期

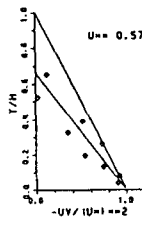


増水中期

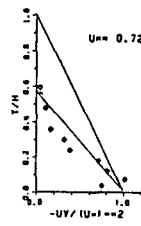


増水終期

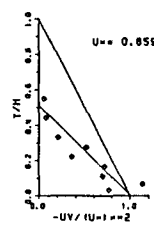
図3 乱れ強度分布



増水初期



増水中期



増水終期

図4 レイノルズ応力分布

（図中の実線は式1,2で表される補正式を示す）

図2からわかるように底面近傍では対数則が成立するようである。また、水面に近い部分では流速が一定となっているようである。図3の乱れ強度分布では、定常流における乱れ強度の普遍分布式を式1のように補正係数 β を用いることによって表すことができるようである。ここに、 β は乱れ強度を片対数表示することによってその傾きから決定されたものである。図4のレイノルズ応力分布に関しても、式2に示すように、乱れ強度から決定された補正係数 β を用いた補正式でよく表しているようである。 β の水理学的意義は、 y/h すなわち水深に対する計測点の相対位置を補正するものであり、換言すれば境界層厚の変化を示していると考えられる。

図2の平均流速に関しても、流速がほぼ一定となっている位置は、乱れ強度から得られた β とほぼ一致していることがわかる。図5に β の時間変化を示した。増水期では、 β は1.0から減少し、ある一定値に近づき、減水期に入って1.0に戻るといった傾向が見られる。この β が一定となる値を β_c とし、非定常性の強度を示すパラメーター λ との関係を図6示したが、この図から非定常性の強度がこの β_c に強く影響を及ぼしていることがわかる。

4. あとがき

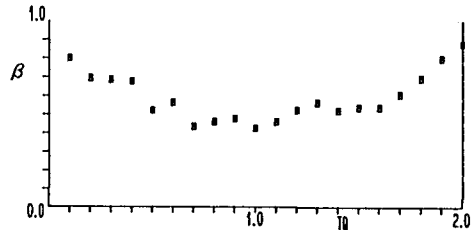
本研究で用いた β に関しては、開水路でも管路と同様に非定常効果によって境界層厚が変化すると考えることにより、説明が付けられるが、理論的な裏付けは行われていない。しかし、20ケースに及ぶ実験についてすべて同様の結果を得たということ、また、信頼性の高いとされるレーザー流速計で計測を行ったことから、上で述べたようなことが起こっていることは間違いないと思われる。今後、理論的裏付けを進めていく必要があると思われる。

<参考文献> 1)高橋 保:一様水路の不定流,京大防災研究所年報12号B,pp515-527

$$\text{式1} \quad u'/u_* = 2.3 \exp(-y/h)(1/\beta)$$

$$\text{式2} \quad -uv/u_*^2 = 1 - (y/h)(1/\beta)$$

CASE = AM374



CASE = AM474

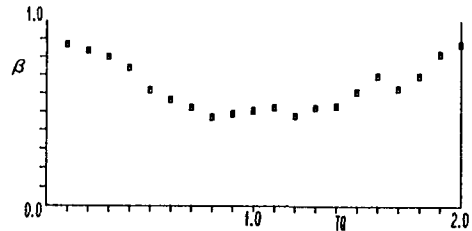


図5 補正係数 β の時間変化

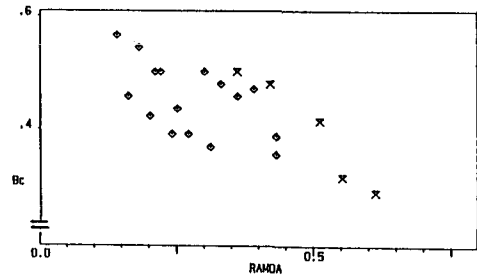


図6 β_c と λ の関係