

段落部背後の流速場の構造に関する実験

Experiments on the internal structure of flow over a backward facing step

阿部元城 大津太郎 山田将也 ○田中雅史
M.Abe T.Otu M.Yamada ○M.Tanaka

1 実験目的

流水に多様性をもたせた水路設計の基礎的資料をえることを目的として、段落部背後の流速場の内部構造を平均流速場と変動流速場に注目し実験的な検討をおこなった。

2 実験概要

実験には、高さ 10 の段落部を水路の一部に設置した、全長 18.1m、幅 40 、高さ 40 の実験用開水路を使用した。流速測定の状態を模式的に図-1 に示す。

実験は、表-1 に示す 5 ケースの 水理条件の下でおこなった。流速測定には、流下方向と水深方向の二成分測定用の電磁流速計を使用した。実験 A, B の測定では、測点を、水深方向に 2 点（水路底から 5cm と 7.5cm ）、流下方向には 40 測点（段落部から 10cm 間隔で 20 測点）をとった。実験 C, D, E の測定は、水深方向には計 155 測点（水路底から 2.5cm ごとに 5 測点、流下方向には段落部から 2.5cm と、5cm ~ 100cm は 5cm ごとに 20 測点、110cm ~ 200cm は 10cm ごとに 10 測点）をとった。なお、測線はいずれの実験においても水路中心に沿っている。一測点の流速測定では、サンプリング時間 0.1 s 秒、測定時間 120 s に設定した。得られた 1200 個の流速値から、各測点における流下方向と水深方向の平均流速値、変動流速（統計的分散値）などを求めた。以下では、として、測点数の多い実験 C, D, E の解析結果より、流速場の構造について検討する。

3 実験結果および考察

図-2 に、流下方向の平均流速分布および流速変動分布を示す（実験 D）。段落部後方には流域（剥離領域）が発生し、その範囲は段落部前方流下距離 45 程度である。流下距離 140

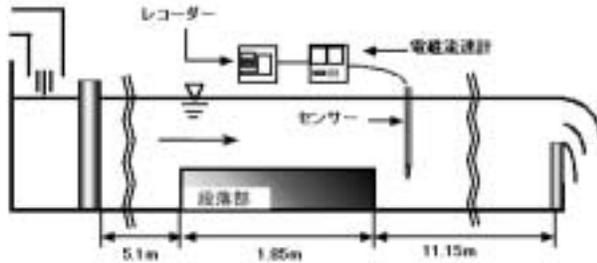


図 - 1 実験水路

表 - 1 実験条件

実験	水深 (cm)	流量 (l/sec)	測点数
A	29.2	31.8	40
B	27.5	26.6	40
C	26.5	22.5	155
D	29.4	31.8	155
E	30.0	33.9	155

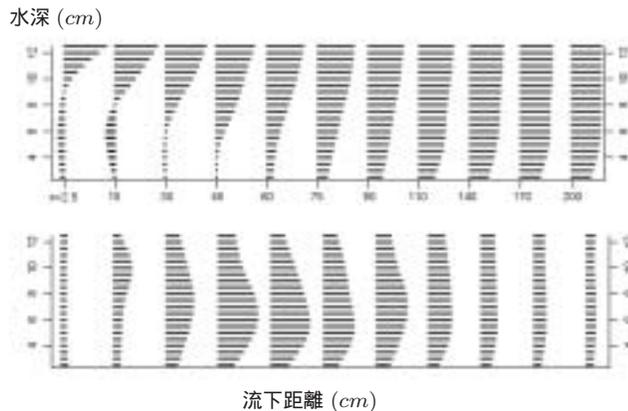


図 - 2 平均流速・流速変動分布

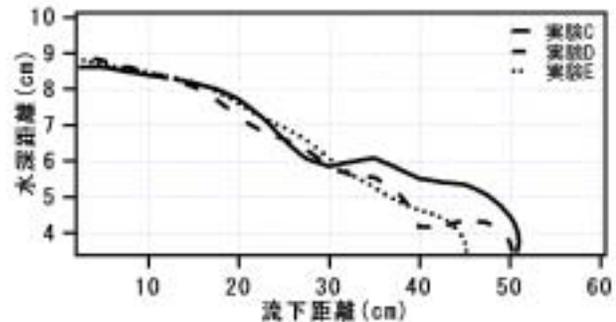


図 - 3 逆流域（剥離領域の形状）

以降では流速分布に変化がないことから、この段落部が平均流速に与える影響は、流下距離 140 程度の領域におよぶ。流下方向の平均流速値がゼロとなる境界線を図 3 に示す。この境界線の内側では、流れの方向が上流側を向き逆流の領域が存在している。また、再付着点は 45cm ~ 50cm 付近にあると考えられる。逆流の領域は、流速が増加するにつれ水路底では若干段落部側へと移動しているが、実験条件が異なってもほぼ等しい範囲の領域を占めている。

変動流速場の構造を図-4 に示す。段落部の後方において流速変動が徐々に増加し、流下距離 45 cm 付近で最大となった後に、以後、流下と共に減衰している。変動流速値の大きな領域は、逆流域背後に存在し、段落部から流下方向には、段落部の高さの 5 倍 ~ 6 倍付近に、水路底から水深方向には、段落部の高さの 0.5 倍 ~ 0.7 倍付近に存在し、平均流速の増加と共にその領域は、流下方向には段落部側へ、水深方向には水面側へと若干移動している。この流れが段落部の影響を最も受ける領域を過ぎたあたりから流速変動の大きさは指数関数的に減衰していくが、その影響は段落部の高さの 20 倍以上にもおよんでいる。

以上の実験からえられた段落部背後における流速場の構造を模式的に示すと図-5 のようになる。

4 まとめ

- 1) 平均流速値ゼロの境界線の内側では、逆流の領域が存在する。逆流の領域は、流速が増加すると共に水路底では若干段落部側へと移動しているが、その占有する領域は水理条件が異なってもほぼ等しい領域を占めている。
- 2) 変動流速の大きな領域は、段落部から流下方向には段落部の高さの 5 倍 ~ 6 倍付近に、水路底から水深方向には、0.5 倍 ~ 0.7 倍の間に存在している。
- 3) 変動流速場の段落部による下流への影響は、段落部の高さの 20 倍以上にもおよぶ。

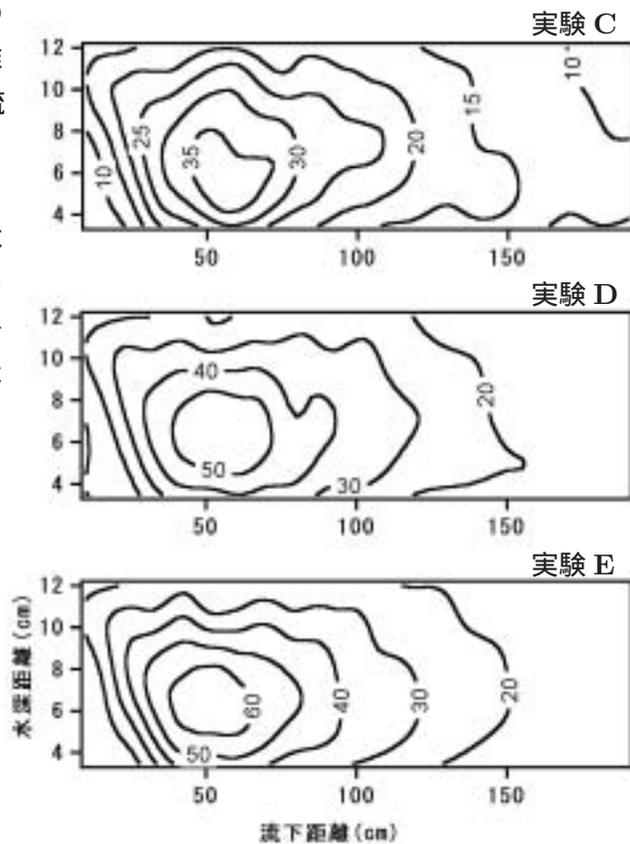


図 - 4 変動流速の強さ (cm^2/s^2)

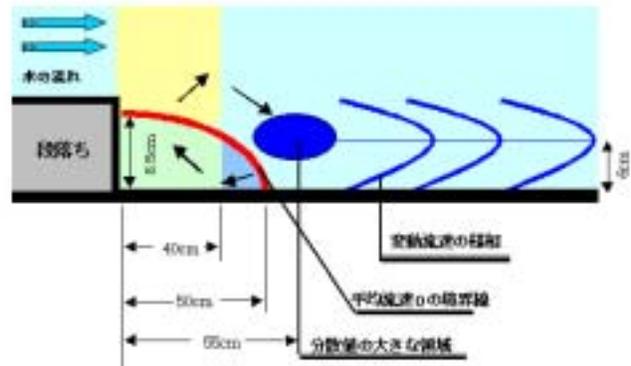


図 - 5 段落部背後の流速場の構造

5 あとがき

生態系に配慮した種々の構造物を流れに設置した水路の設計が要請されているが、ここでは段落部が流速場に与える影響について実験的に検討した。いわゆるバックステップのある流れは典型的な流れの形態であり、数値実験をおこなうことができる。現在、水理実験結果をもとにして数値計算による検討をおこなっている。