

壁面噴流による段落ち下流の流れの挙動について

西日本工業大学 正 員 〇石川 誠
 西日本工業大学 正 員 赤司 信義
 西日本工業大学 学生員 中尾 光生

1. はじめに

開水路段落ち流れに形成される組織渦には、段落ち部からの剝離渦と、再付着点から放出されるコルク・ボイル渦の2種類があり、段落ち部からの剝離渦は混合層に共通した組織渦であると言われている。

本研究は、段落ち部からの剝離渦だけに着目し、段落ち上の流れを壁面噴流にした時、段落ち部から剝離渦がどのように形成されるのか、又、水深によって形成過程がどの様に異なるのかを、可視化法によって検討しようとしたものである。

2. 実験装置及び方法

実験装置は、長さ 3 m、高さ 1 m、幅 20 cm の両面ガラス張りの鋼枠製水槽で、水槽上流端にノズル幅 1 cm の噴流発生装置を取り付け、50 cm の位置に高さ 5 cm の段差を設けた。又、下流端には、水位を自由に調整するためのポイントゲージと連動する可動堰を取り付けた。流速測定には、レーザー流速計を用い、ノズル噴出口より下流に 10 cm 間隔で、水路中央縦断面を路床壁面から鉛直方向に水表面まで計測した。可視化法には、図 1 で示すような、蛍光染料注入による断面視法が用いられた。撮影には、ビデオカメラを用いた。実験条件は、表 1 に示す CASE-1, CASE-2 の 2 通りで行われた。

3. 実験結果

【平均流速分布による結果】 図 2 は速度分布の測定結果を基に等流速分布図を描いたもので、(a) は CASE-1 の場合を、(b) は CASE-2 の場合を示したものである。CASE-1 の場合、噴出口付近の水表面の逆流域の範囲はかなり広く、段落ち部より下流にまで広がっている。又、段落ち背面の逆流域もかなり広がっていて、測定範囲内で再付着点を観察できなかった。CASE-2 の場合、CASE-1 に比べて水深が浅いため、噴出口背面の逆流域の範囲は CASE-1 の場合よりも狭くなっている。又、段落ち背面の逆流域も狭く、 $S_x = 85$ cm ($X = 35$ cm) の位置に再付着点が認められた。なお、再付着点位置は、平均流速が 0 の地点として定めたが、可視化実験では、この地点の前後の河床に段落ち部からの剝離渦がいくつも衝突して、明確に再付着点を定められなかった。

【可視化観測による結果】 写真 1、2 は、CASE-1、CASE-2 の実験条件のもとで、水路真上よりレーザー光でスリットをつくり水路前面よりビデオカメラで撮影し、さらにその画像を静止させ 35 mm カメラで撮影したものである。写真 1、2 の (a) は測定範囲が $X = 0 \sim 37$ cm までを撮影し、(b) は段落ち背面付近を詳しく観察するため、 $X = 0 \sim 13$ cm までを撮影したものである。

写真 1 を見ると、段落ち部より下流にほぼ $30^\circ \sim 35^\circ$ の傾きをもち、横断方向に軸を持つ渦の上昇が観察される(撮影範囲内では段落ち部からの剝離渦の下降の様子を見ることはできなかった)。また、

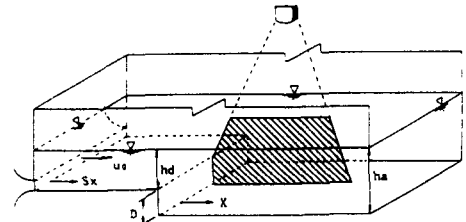
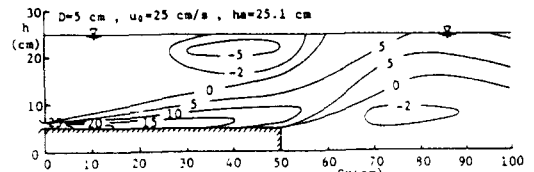


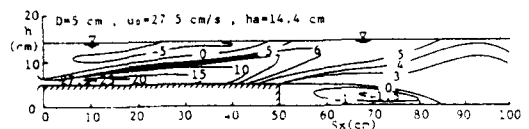
図 1 実験装置の概略

表 1 実験条件

	D(cm)	u_g (cm/s)	h_d (cm)	h_a (cm)
CASE-1	5.0	25.0	19.8	25.1
CASE-2	5.0	27.5	9.2	14.4



(a)



(b)

図 2 等流速分布図

この渦は水面付近で上流、下流方向へ分流する流れとなっている。これは等流速分布図とも一致している。段落ち背面の剝離域においては、下流側からの逆流が段落ち背面に衝突し、上昇流と下降流に分かれる様子や、下降流が河床付近で渦を形成する様子をうかがうことができる。

写真2では、写真1に比べて渦の上昇角度が小さくなっていることや主流が渦を巻き込みながら河床に向かう様子をうかがうことができる。

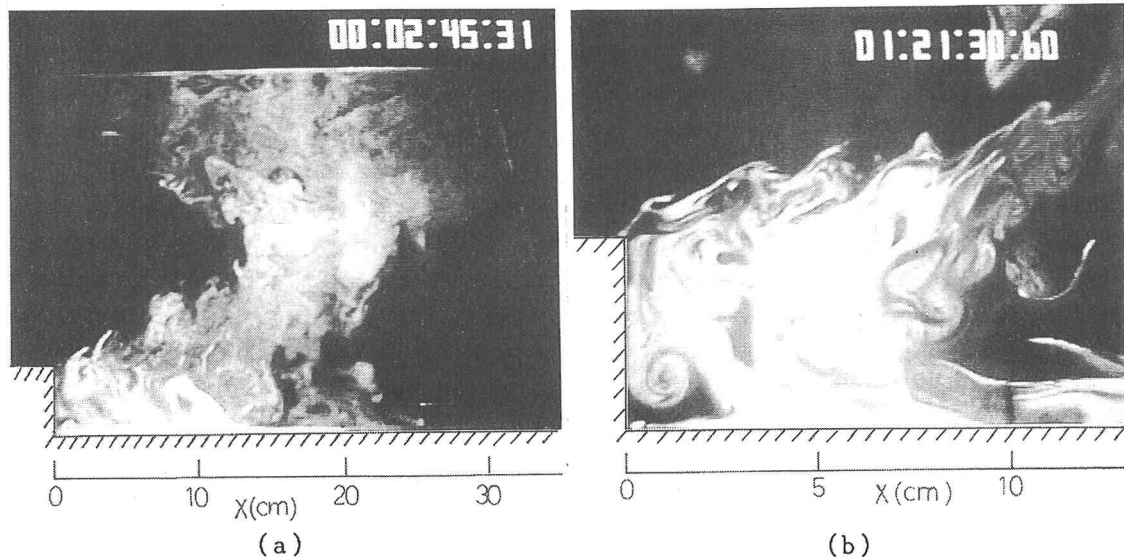


写真1 段落ち部下流の縦断面可視化 (CASE-1)

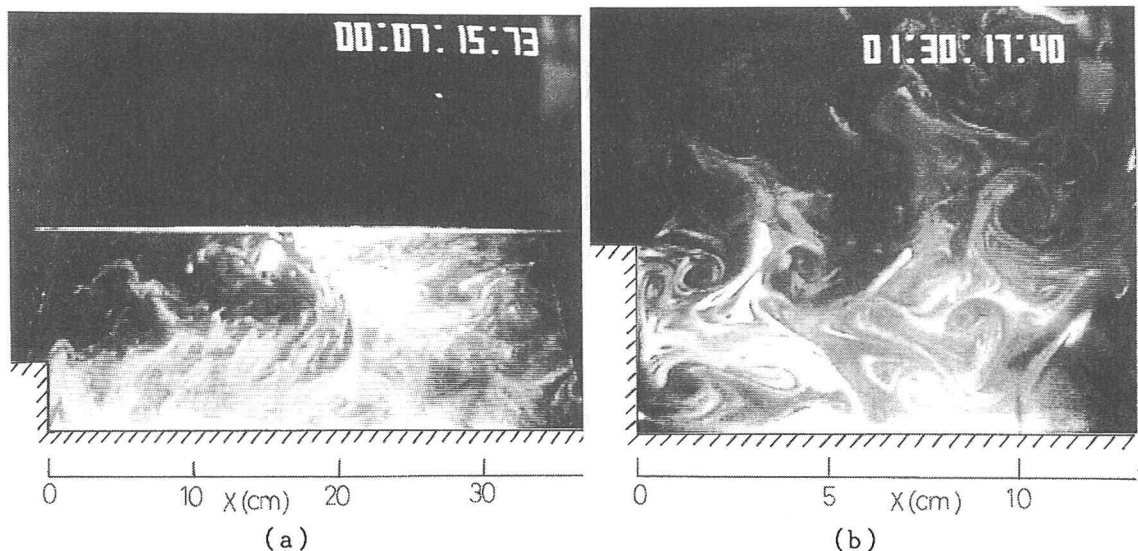


写真2 段落ち部下流の縦断面可視化 (CASE-2)

4. おわりに

壁面噴流による段落ち流れの段落ち部より形成される剝離渦の観察を行った結果、剝離渦が上向きに移動する場合と、上向きにも下向きにも移動する場合のあることが分かった。今後、このような違いの水深の区分条件や開水路段落ち流れでの剝離渦の生成・発達過程との違いを検討していきたい。

参考文献

- 1) 玉井・祢津・小松・大成・大橋・浅枝, 土木学会論文集, 第423号, pp.25~41, 1990.
- 2) 金澤・中川・瀬津・土木学会年講, II-169, pp.370~371, 1988.