

II-3 可視化による自由水面と固定壁に衝突する渦対の挙動の比較

東北大学工学部 学生員○板井雅之

東北大学大学院 学生員 石井義裕

東北大学工学部 正 員 沢本正樹

1. はじめに

開水路における流体の挙動は、自由水面による様々な制約を受ける。そのため、固定壁のみを境界とする流れとは、力学的に異なっている。本研究では、バースティング現象を水槽底面より渦対を発生させるという簡単な流れでモデル化し、自由水面および固定壁近傍における渦対の挙動を可視化し、自由水面が渦対に及ぼす影響について調べることを目的としている。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置として、図-1に示すような幅20cm・高さ60cm・長さ100cmの長方形断面を持つ透明なアクリル製の水槽を用いた。水槽の底面には幅1cmの二次元スリットが設けられており、スリットと接続したピストンを、油圧ポンプを用いて一定速度で押すことにより、スリットから渦対を発生させた。渦対を衝突させる境界としては、自由水面と固定壁の2ケースとした。固定壁については水槽の上方より水面を押さえる方法とした。実験条件は2ケースとも同じであり、水深は100mm、

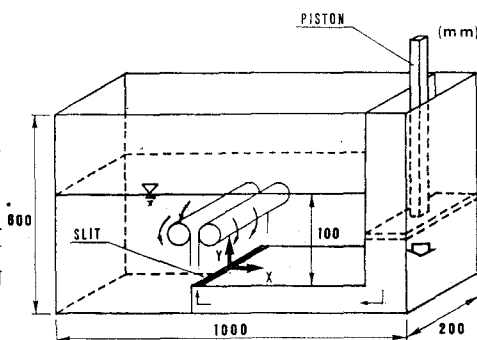


図-1 実験装置

渦対の移動速度は約20cm/sである。実験方法は注入トレーサ法を用いた可視化とした。トレーサには比重を調整した粒径約1mmのポリスチレン球を使用した。撮影にはVTRカメラを用い、水槽側方よりシャッター速度1/60secで撮影した。撮影時の照明には水路上方および側方から撮影用ライト(1500W)を用いた。

3. 可視化結果

可視化により得られた写真のうち代表的なものを1/15sec間隔で連続して示す。写真中の白い線がトレーサの軌跡である。

(1) 自由水面の場合

図-2は自由水面に渦対が衝突する前後を示したものである。(a):二次元スリットより発生させた渦対が水面に衝突する直前である。(b):渦対が水面に衝突し、二次元スリット上方の水面が上昇している。(c):水面上昇部の左右の水位が降下し、渦対はX方向に波動として移動する。(d):渦対はさらにX方向に移動するとともに、Y方向に降下している。

(2) 固定壁を持つ場合

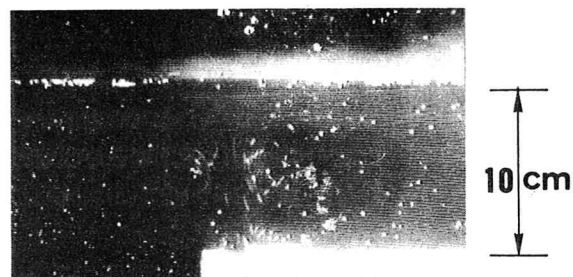
図-3は固定壁に渦対が衝突する前後を示したものである。(a):二次元スリットより発生させた渦対が固定壁に衝突する直前である。(b):渦対が固定壁に衝突し、変形している。(c):渦対が固定壁に沿ってX方向に移動する。(d):渦対がさらに固定壁に沿ってX方向に移動する。

以上のように、固定壁の場合には、境界が剛体のために渦対の衝突に対し境界が変形しないので、渦対が持っていた運動量は圧力に変化した。一方、自由水面の場合には、境界が変形し易いので渦対の衝突により水位が変化し、微量ながら鉛直方向の流速が生じている。そのため、渦対の持っていた運動量は鉛直方向の運動量と水位変化に変わる。そのエネルギーの一部が波動として水面上をエネルギーが伝搬する。

4. まとめ

自由水面は固定壁と同様に水粒子の運動を拘束する境界であるが、境界が変形するため渦対が衝突することにより水面が上昇し、水位上昇は渦の移動に伴う水面変動と波動としての変動とに分かれる特性を持っている。

本研究を行うにあたり、東北大学 長尾昌朋助手、佐藤栄司技官の助力を得た。ここに謝意を表します。



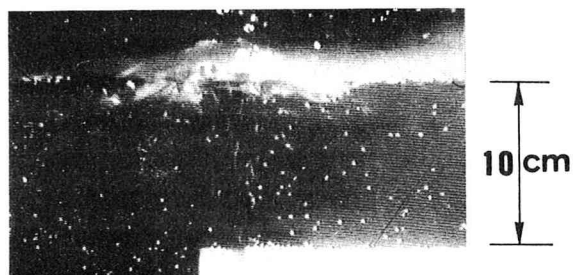
(a) $t = 0.40(\text{sec})$



(b) $t = 0.54(\text{sec})$

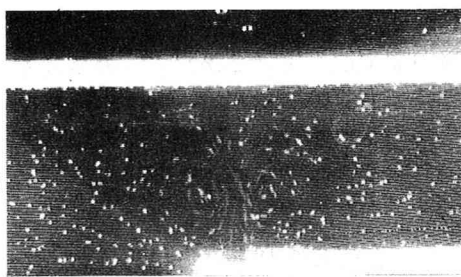


(c) $t = 0.67(\text{sec})$

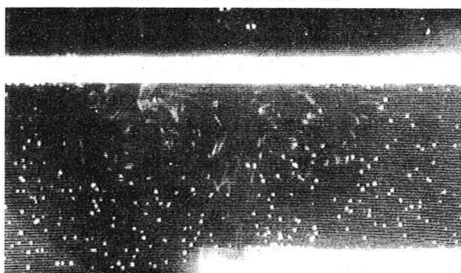


(d) $t = 0.80(\text{sec})$

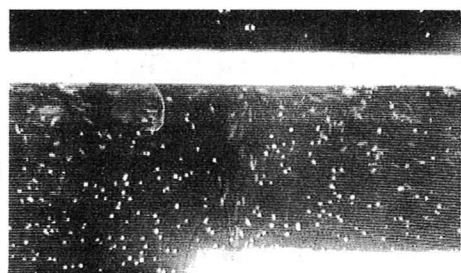
図-2 自由水面



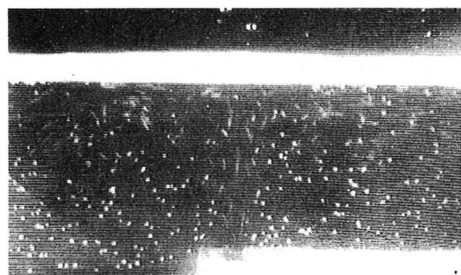
(a) $t = 0.40(\text{sec})$



(b) $t = 0.54(\text{sec})$



(c) $t = 0.67(\text{sec})$



(d) $t = 0.80(\text{sec})$

図-3 固定壁