

大阪産業大学工学部 正 員 室田 明
 大阪産業大学工学部 正 員 宮島 昌弘
 大阪産業大学工学部 学生員 ○若野 泰子

1. はじめに

急勾配の水路や急斜面上を流れる薄層流で、フルード数が2以上の超高速流において発生する転波列についての流速や水位変動といった水理量の測定結果はこれまで著者らによって若干明らかにされてきた。¹⁾ 本研究では、この転波列を伴う流れの挙動を超高速カメラによって可視化することで、内部構造をよりいっそう明らかにすることを目的としている。本文は、トレーサー粒子を用いて超高速カメラによって撮影することで得た転波列フロント前後・流れ全体の挙動といった内部構造について報告する。

2. 実験装置及び方法

全長5m幅20cmのアクリル製水路において、中立トレーサー粒子を流した際の転波列を水路上流端より約3.5mの位置に設置した超高速カメラで撮影した。

実験は、近畿大学江藤教授の開発された超高速カメラを用い、水路勾配 $S=1/10$ 、流量 $Q=0.841$ (l/s)で行った。カメラのレコードレートは1秒に1125コマとし、トレーサー粒子に関しては中立粒子に近い比重1.04のポリスチレン粒子を用いた。

3. 実験結果と検討

3-1 転波列の波形

可視化を行った際とほぼ同じ実験条件で非接触型の超音波水位計を用い、図-1のような転波列を伴う流れの時系列波形が得られた。転波列のフロントのみが急激な水位変動を伴い、転がりながら流れていくような波の形（コロ波）ではなく、明らかに鋸歯状の波形で進行していくことが見てとれる。

また、写真-1に超高速カメラによる撮影で得られた転波列フロント部を示す。ここでは転波列前面の surging breaker が十分観察される。

3-2 等流速線図から見た転波列の内部構造

観測区間約2.0cmを通過する各粒子の速度から得られた転波列の等流速線を図-2に示す。

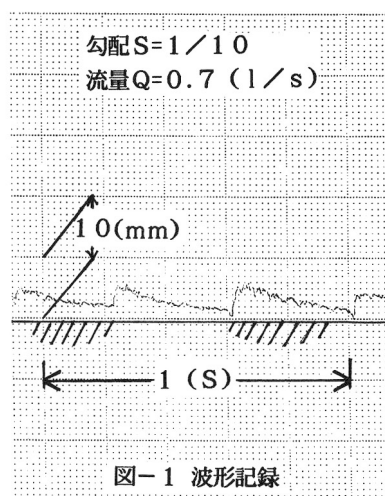


図-1 波形記録

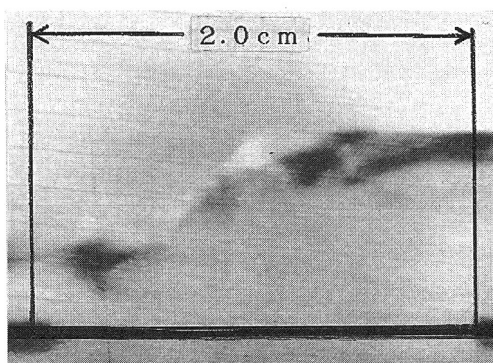


写真-1 転波列のフロント

この等流速線図より、転波列の流れ場の特徴が以下のように示される。

- ①最小水深部では遅い流速 (0.7m/s) が、波頂部では速い流速 (1.2m/s) というようにフロント前後でかなり流速差が見られた。
- ②フロントの波頂部付近では等流速線は特徴的なカスプ形状を示し、フロント部では不連続となっているように見受けられる。

以上のことから、波のフロントは碎波していると認められ、また転波列の波全体ではフロント前後を除く区間で定常的な流れの挙動を示しているように思われる。

3-3 転波列の内部の流速分布

図-3に示した転波列の内部の流速分布より、フロント前後においてはかなり乱れた流速分布が見られる。これは、先の等流速線図と考え合わせるとフロントの碎波やフロント前後の流速差、そしてフロント前後の水位差が寄与しているためと考えられる。しかし、フロント部から少し離れると比較的安定した対数則分布に近い分布になっているように思われる。

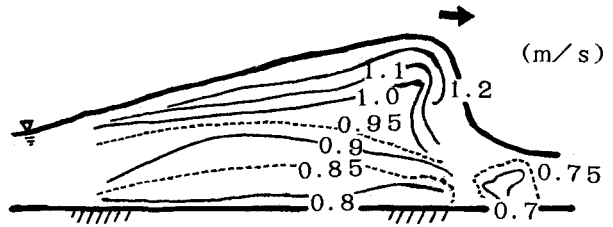


図-2 転波列の等流速線図

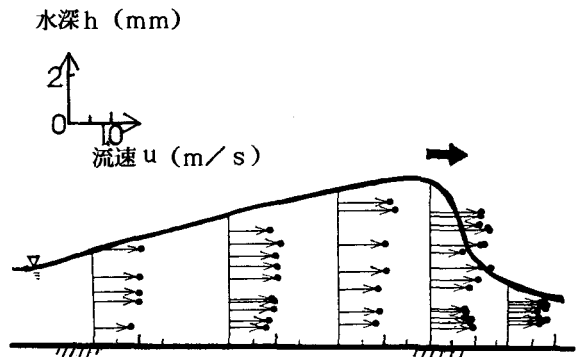


図-3 転波列の内部の流速分布

4. まとめ

本文では超高速カメラを用いて定点観測することで、転波列の内部構造を若干明らかに出来た。以上をまとめると、

- (1) 転波列は鋸歯状の波形をしている。
- (2) 転波列フロント部では碎波していて、フロント前後の水位差・流速差のためかなり流れが乱れていると考えられる。
- (3) フロントの波頂部付近では等流速線が特徴的なカスプ形状を示しているが、フロント部付近を除くと比較的定常的な流れが現れているように思われる。

超高速カメラを用いた可視化により、特に転波列フロント付近の流れの挙動を中心に、定性的な議論ではあるがかなり明らかにすることが出来たと考えられる。しかしながら本実験は1勾配1流量の比較的顕著な転波列の観測のみであったので、できれば今後はもう少し広範囲の実験条件で観測を行い流れ場全体の詳細な構造を明らかにしていきたい。

なお、今回の実験で用いた超高速カメラをお貸しいただき、さらに種々ご指導賜った近畿大学理工学部の江藤剛治教授と研究室スタッフの方々に厚くお礼申し上げます。

(参考文献)

- 1) 室田明, 宮島昌弘: "超高速流の内部構造に関する実験的研究(主として平均流と波動特性について)", 水工学論文集, 第37巻, pp563~568, 1993