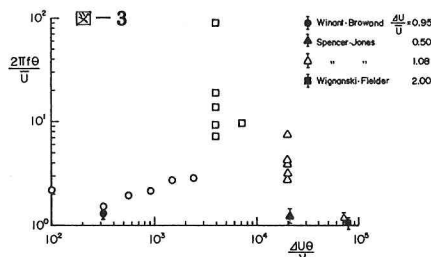
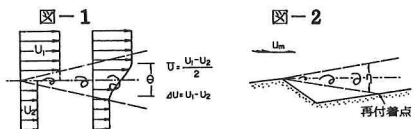
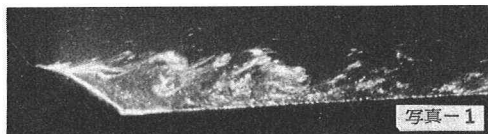


北海道開発局工試 正 員・板倉 忠興
北海道大学工学部 正 員 岸 力

緒 言 著者は第30回年次講演会において河床波上の大規模乱れの構造のモデルの提案を行った。本文は主として流れの可視化実験によりモデルの検証を行った結果を述べたものである。

1. 実験の概要 実験に用いた水路は、①幅30cm、深さ30cm、長さ10mのガラス張鋼製可傾水路 $\ú$ ②幅80cm、深さ20cm、長さ7mの鋼製可傾水路であり、これに耐水ベニアによる③波長 $\ell=30$ cm、波高 $\Delta=1.5$ cm $\ú$ ④ $\ell=19.5$ cm、 $\Delta=0.9$ cmの2種類の河床波の模型を敷設した。水路管は水路幅・水深比 $B/\bar{h}=5\sim 93$ 、 $\bar{h}/\Delta=1.8\sim 14$ 、勾配 $\theta=1/320$ である。

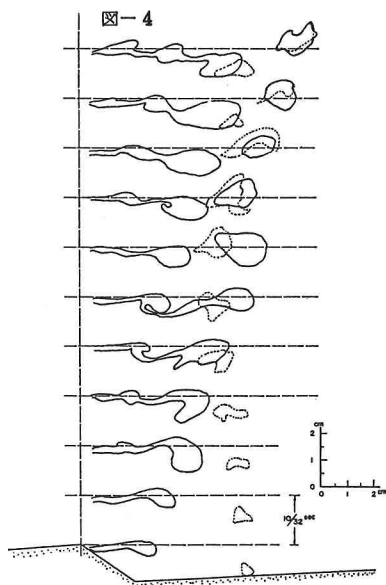
2. 実験の結果 (1)乱れの2次元の構造: 結果の一例を写真-1に示す。河床波のcrestからは流れの横断方向に軸をもつ渦が同尺的に発生し、crest直下流の剝離渦の外縁に沿って再付着点へと流下する。その間これらの渦はpairingを行って次第に成長し、再付着点付近では河床波の波高 Δ の規模となっていきることが判る。一般にpairingの定量的評価にはStrohal数 $St=2\pi f\theta/\bar{U}$ が用いられ¹⁾、諸量の定義は図-1のようである。本実験の場合にも同様の整理を試みた。ただし、 θ には図-2に示す ℓ 及び平均水深 $\bar{h}$ を、 $\bar{U}$ 及び $\Delta\bar{U}$ には断面平均流速 U_m を適用し、その結果を図-3に示す。



図中の $\circ$ 印は代表寸法 θ に $\bar{h}$ を用いたもので通常のpairingの場合に近い値となっている。 $\square$ 印は θ に Δ を適用した結果であり、burstの周期(Δ 印)との比較のためである。 Δ 印はburstの周期に対して θ に Δ を適用したものであるが、 $\square$ と Δ との比較からburstの周期(Δ 印)はpairingの周期($\square$ 印)に比較して非常に大であることが判る。ただし、burstの周期については Δ ではなく ℓ により $\Delta\ell/U_m \approx 0.14$ で表されることが森ら²⁾によって明らかにされており、このことは Δ のスケールの渦が平均流速 U_m で再付着点に到達することに対応している。

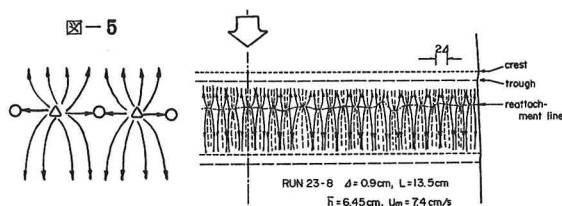
図-4は河床波のcrest及び再付着点にそれぞれトレーサーを注入し、16mmシネカメラで撮影を行った一例である。図中の各トレーサの時刻は図の下から上方へとを通し、時間間隔は $1/32$ 秒である。図から、河床波のcrestから発生した渦はpairingを行いつつ再付着点付近では河床波の波高程度の大きさに成長する。この渦が再付着点に到達すると、再付着点付近に滞留している低速流体を捲き込み、ともにburstして上昇しながら流下することが確認できる。この流体塊が水面へ達したものがboilとして観測される。

(2)乱れの3次元の構造: 写真-2は2次元の構造を定性的に把握するため、ボースコープを河床波上に設置させ、流速を急激に増大さ



せた結果の一例である。河床波の crest からは横断方向に軸をもつ渦管が同尺的に放出されるが、その発生時刻は横断的に一致している。すなわち、発生段階では渦管は横断方向に連続したものと見られる。この渦管は流下とともに横断方向に一樣ではなくなり、ひとつの単位のもの横断方向に並列に並んだ状態となる。さらに、この渦管は次第に成長しながら再付着点に達し、再付着点付近に滞流している低速流体を捲込み、強い節直方向の速度を伴って河床から burst し水面へ向う。

写真-1に河床波表面の流況を示す。これは投入したトレーの大部分が流下した後、河床波表面に残留した色素の状態であり、河床波表面における流線を表している。写真-3より、特に再付着点付近の流れは必ずしも主流に並行ではなく横断方向の成分を持ち、また既述単位の構造が横断方向に並んだ状態にあることが判る。図-5は写真-3の流線を模式化して描いたものであり、ひとつの単位の横断方向のスケールはほぼ河床波の波高 Δ の2倍に等しいことが知れる。



以上述べた河床波上の大規模乱れの構造に關する全体の状況は写真-4及び写真-5において明瞭に観察される。写真-4,5中の縦線は平均水深 $\bar{h}$ の2倍を示して居り、いずれの場合も大規模乱れとの間に強い相関が認められる。すなわち、河床波上の burst は横断方向に2 $\bar{h}$ の間隔で発生し、河床波上の大規模乱れは2 $\bar{h}$ をひとつの単位とした構造が並んだものから成つて居り、またこれは河床波の形状及び水理量に依らな。たゞし、河床波の形状と水理量等とが独立であることは当然である。

参考文献

- 1) Winant-Bround, J.I.F.M., 63-2, 1979.
- 2) 森本・初彦, 水34回年講, II -148, 1979.

