

細砂河床における河床波の3次元特性

佐賀大学 ○学生員 粟野 哲也
 佐賀大学 学生員 大塚 弘雅
 佐賀大学 正員 大串浩一郎
 佐賀大学 正員 渡辺 訓甫

1. はじめに

最近、藤田らは、水深・粒径比が 10^2 を越える Lower regime の条件で中規模河床形態に関する実験を行い、一担砂澱で覆われた河床は通水経過時間と共に砂州が発達し、小規模河床形態の砂澱が中規模河床形態の形成・発達を支配する場合があると指摘している。この場合には、中規模河床形態の構成要素を砂粒の代わりに砂澱の波高を用いて河床形態の領域区分法を提案している。

本文は、浮流砂が存在する条件下で砂澱河床から砂州河床への遷移条件を明らかにすると共に砂澱、砂州の共存について実験的に考察を加えたものである。

2. 実験の概要

実験に使用した水路は、幅40cm、長さ20m の鋼製可変勾配水路で、水路中央部12m の区間に実験砂を厚さ7 cm で敷きつめ上流端、下流端に高さ7cm、幅40cmの砂止めを設置した。通水は小型ポンプで下流端受水槽から砂、水全量を循環させる方式とし、定常状態を実現させた。

実験に使用した砂は、 $d_{50}=0.164\text{mm}$ (珪砂8号) で、その粒度分布は図-1に示す。流量は 3.02 l/s とし、初期河床勾配を変化させて、各実験17時間～45時間通水して河床形態の形状変化を観察した。河床変化の進行状況に応じた時間間隔で上下端のマノメーター及び容量式波高計 (KENEK 社製) を用いて1m 間隔で読みとると同時に、平面写真、縦断

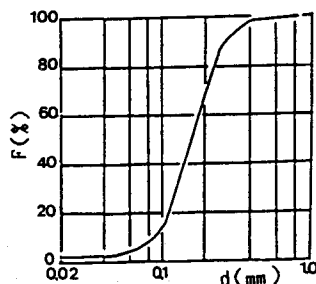


図-1 実験の粒度分布

表-1 実験の設定条件

	幅(m)	流量(l/s)	水路勾配	通水時間(hr)
Run-1	0.4	3.02	1/600	45
Run-2	0.4	3.02	1/200	43
Run-3	0.4	3.02	1/80	17

写真の撮影を行った。河床形状は、Run-1,2 については最終河床状況のみを精密連続測定式水底形状測定器 (正豊製) で3m～10m の区間について水路中央に沿って山、谷を測定して波高と波長を読みとった。Run-3 の場合は、砂州が形成されたので4-5 時間おきに停水させ、河床状況を観察すると共に10cmおきに河床の縦断形状と流れ方向1m おきに横断形状を測定した。測定の座標系は、水路上流端を0として下流方向にX 軸、右岸を0として左岸へY 軸、及び鉛直上方にZ 軸をとっている。

実験条件は、表-1に示す。

3. 実験結果

図-2 (a)～(c) はそれぞれ Run-1～3 における水深 h 、摩擦速度 U_* 、流速係数 U/U_* の時間的変化を示したものである。Run-1,2 は通水直後、上流端から2次元な砂澱が形成され、その領域が下流に伝播していくが、次第に波高、波長を増大させながら鱗状の3次元的な形状となり図-2 (a), (b)か

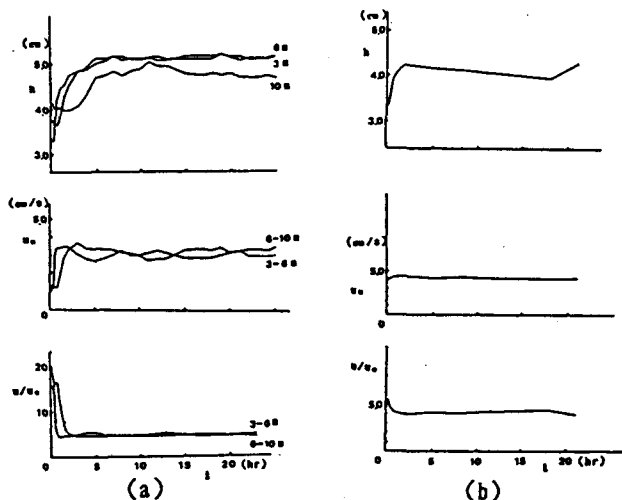


図-2 水理量の経時変化

ら明らかなようにRun-1 では約 7 時間で、Run-2 では約 4 時間で完全に発達した。その後、ほとんど水理量の変化及び河床形態の変化は認められず、定常状態になったと思われる。45 時間後に停水して測定したRun-1 での波高、波長は1.83cm、15.8cmで、 $\lambda/d=963$ 、 $\Delta/\lambda=1/8.6$ 、また43時間後に停水、測定したRun-2 での波高、波長は1.85cm、16.7cmで、 $\lambda/d=1018$ 、 $\Delta/\lambda=1/9$ となり、従来の平均的な砂漣スケール $\lambda/d=1000$ 、 $\Delta/\lambda=1/5 \sim 1/20$ とほぼ一致している。

Run-3 は通水開始後すぐに河床全体が浮流砂に覆われて 2 次元的な反砂堆が発生し、水面は波高 1cm、波長20~30cmのStanding

Wave が周期的に上流側へと移動していった。通水 10 分後に砂州の形成と思われる河床の上昇が左右交互に観察され、20 分後には波高が初期河床より最大で 0.8 cm の、交互砂州が形成された。また砂州の発達と共に砂州上に壁面に沿って深掘れ部が現れたが通水 6 時間で消滅していった。その後 17 時間後の停水の時まで砂州の位置、形状ともほとんど変わらないままで、砂州の波高 Z_s 、砂州長 l_s はそれぞれ水路幅の 0.0313、13.6 倍であった。表-2 に本実験で形成された河床形態の形状特性を一括表示する。また、Run-3 の河床形態の平面図を図-3 に、流れ方向への河床横断面図を、図-4 に示す。

村本らの水深径径比 h/d と幅水深比 B/h による砂州の形成領域区分図によると形成された砂州は交互砂州の領域に存在している。

砂州長は、従来の $l_s/B=4 \sim 8$ に比べてかなり大きいのが村本らによる B/h と h/d をパラメーターとした l_s/B の

関係図によると $B/h=20 \sim 40$ で l_s/B はピークを持っており本実験結果はそれに一致している。

4. おわりに

全砂循環させた給砂方式で実験した結果、Lower regime の条件下においては砂州のような 3 次元河床形態は形成されず小規模河床形態（砂漣）のみが発生、発達し定常状態を実現した。砂州は高Froude数領域で形成され、反砂堆との共存が観察された。

【参考文献】

- 1) 藤田・村本・古川：第33回水理講演会論文集、1989
- 2) 村本・藤田：京大防災研究所年報 第20号 B-2、1977
- 3) 村本・藤田：第22回水理講演会論文集、1978

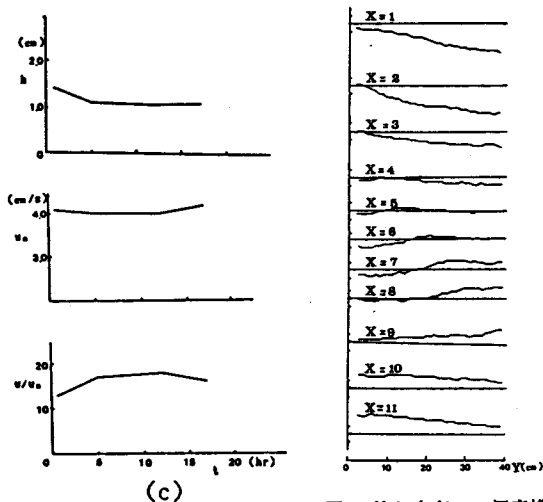


図-4 流れ方向への河床横断面図

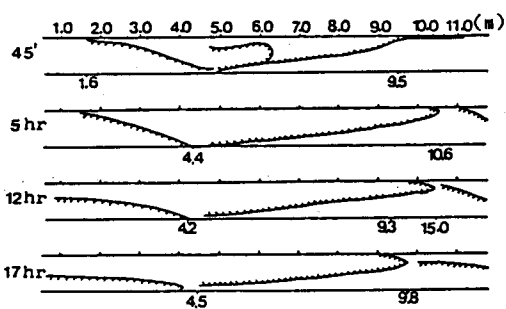


図-3 河床形態の平面図

表-2 河床形態の形状特性と砂州の分類

	B/h	h/d	λ (cm)	Δ (cm)	l_s (m)	Z_s (cm)	l_s/B	Z_s/B	河床形態
Run-1	9.93	245.8	15.8	1.81					砂漣
Run-2	9.71	251.2	16.7	1.85					砂漣
Run-3	36.0	67.7			5.3	1.25	13.6	0.0313	交互砂州