

II-116 段階的増水・減水実験における河床波と抵抗の変化

北見工業大学工学部 正会員 内島 邦秀

1. はじめに

昨年の本講演会で、流砂形式が掃流・浮流砂混在となる実験条件下で形成された河床波と交互砂州について従来の領域区分図で区分されるかどうかを検討し¹⁾、また、交互砂州性状についても追究した²⁾。今回は既報の図1の実験結果と勾配1/90の追加実験結果に基づいて河床波の流れの抵抗について検討したので報告する。本研究の目的は段階的増水・減水実験によって洪水時の抵抗特性を説明できるかを明らかにすることである。

2. 実験装置と実験方法

実験水路は幅30cm、長さ14mの側面ガラス張り直線水路で、移動床材料として豊浦標準砂（平均粒径 $d = 0.21\text{mm}$ 、比重2.65）を用いた。実験条件と水理諸量は表1のとおりで、一定流量の通水時間は勾配 $I = 1/70$ で10分前後、 $1/90$ で20分前後とした。流量を変える直前に過マンガン酸カリウム水溶液をトレーサーとして平均流速を測定し、平均水深 h を求めた。0.1、0.2 l/sの間隔で平坦河床になるまで流量を増大させた。各段階流量時の平均流速測定後、 $1/70$ では増水期は1.1 l/sの河床を、減水期は1.8 l/sの平坦河床を初期河床として実験を繰返し、各段階流量時に達してから止水排水後に交互砂州の波高 H 、砂州長 l を測定した。測定法その他の詳細は既報1)、2)を参照されたい。

3. 河床波と抵抗の変化

本実験は、 F_r 数 >0.8 であり小規模河床波は高レジムである。平坦に敷きならした河床に B/h が50~60程度となる最初の流量を通水すると、10~15分後には水路全域に長径10~30cm、波高3~4cmの3次元的反砂堆が形成され、それは規模が徐々に小さくなるものの勾配 $1/70$ では0.9 l/s、 $1/90$ では1.4 l/sの増水まで存在し、その後消滅して水路横断方向に緩く斜めに走る波高の小さい反砂堆上にほぼ流れ方向に平行な直線状のstanding wavesが左右側壁寄りに間欠的に共存して（小規模河床波が支配的河床に砂州前縁が発生・消滅を繰返す）、次に交互砂州が発生するという変遷過程をたどり、平坦河床に至る。減水期は、勾配 $1/90$ のようにほぼ逆の過程をたどる場合と、 $1/70$ のように安定な交互砂州が発生すると河床の履歴効果によって流れが規定され、洗掘深の増大も伴って（図2）交互砂州が存続する場合とが考えられる。 $1/70$ では1.2 l/s未満の通水で浮州が発生したためこの時点で実験を打ち切っている。

図3は流速係数 $\phi = u_m/u_*$ と平坦河床の流速係数 $\phi_0 = 6.0 + 5.75 \log(h/d_{95})$ の比と流量の関係で抵抗の変化を見ようとしたものである。図中の実線と点線はそれぞれ増水期と減水期の交互砂州形成域を示す。交互砂州形成時は $\phi/\phi_0 = 0.85 \sim 1.0$ で抵抗は小さい。小さいながらもその変動は図1の波高、砂州長から H/l 比の大きい場合に抵抗を増していることが分かる。増水期の3次元的反砂堆形成時は $\phi/\phi_0 = 0.5 \sim 0.6$ （ $\phi = 8 \sim 10$ ）と抵抗は大きい。 $1/90$ では増水初期の流量に減水するに従い抵抗が大きくなるが、増水期よりは小さく、最初の流量で同程度となりループ特性を示している。このことは洪水時の河床波による抵抗特性をよく説明していると言える。

表1 実験条件と水理諸量

勾配 I	流量 $Q(\text{l/s})$	B/h	h/d	流速係数 u_m/u_*	無次元掃 流力 τ_*	砂粒 R_{ex} 数 R_{ex}	F_r 数
1 70	0.5 ~1.8	25 ~44	34 ~54	7.9 ~15.5	0.30 ~0.47	5.4 ~6.8	1.0 ~1.8
1 90	1.0 ~2.3	21 ~28	53 ~71	7.6 ~16.4	0.37 ~0.48	6.0 ~6.9	0.8 ~1.7

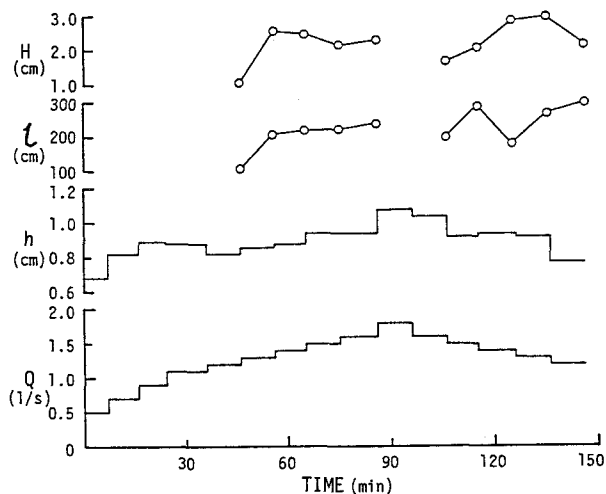


図1 段階的増水・減水実験における水深 h 、砂州長 l 、波高 H の変化 ($I=1/70$)

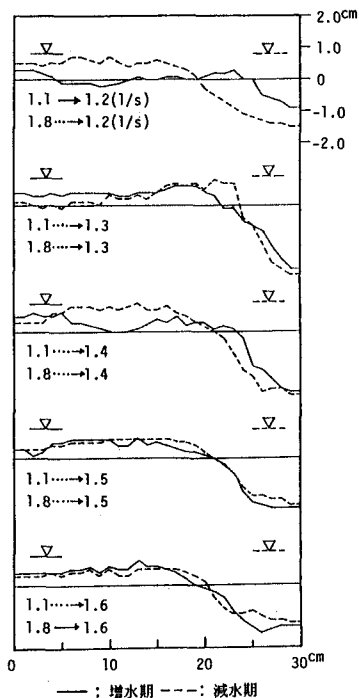


図2 各段階流量時の砂州先端から砂州長の6割上流位置の河床横断面図

参考文献

- 1) 内島・早川：掃流・浮流砂混在条件下の交互砂州形成実験、土木学会第43回年講、1988.
- 2) 内島・早川：掃流・浮流砂混在条件下の交互砂州性状に関する実験的研究、土木学会北海道支部論文報告集、第45号、1989.

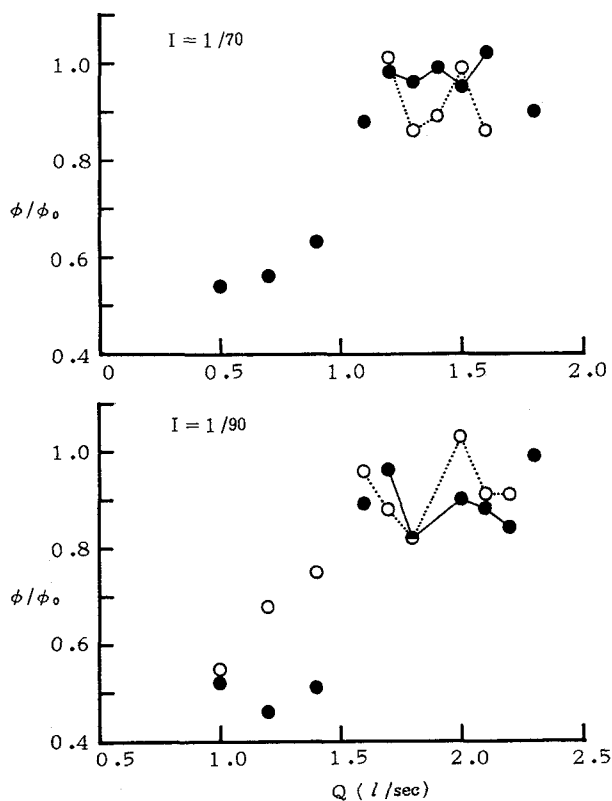


図3 流速係数の変化 (●：増水期、○：減水期)