交互砂州の変形に及ぼす河床低下/上昇の影響

舞鶴工業高等専門学校　正会員　三輪　浩
(株)ナック　小石容子
(株)向茂組　山口久美子

1. まえがき　ダムや堰堤によって下流側への放流や土砂供給が制御されたときの河道の応答性状を明らかにすることは，河川における適切な土砂管理を行う上で重要である．著者らはこれまで，洪水時における交互砂州と平水時における水みち相互の変化過程に及ぼす流量および給砂量の影響について検討してきた[1),2)]．本文では，流量一定の下での給砂量の変化による河床低下/上昇が交互砂州河床の変動に及ぼす影響について検討している．

2. 実験概要　実験は長さ 12m，幅 0.2m の可変勾配直線水路を用いて行った．本研究では一様砂河床と混合砂河床における現象の相違も検討するため，実験にはほぼ同一の平均粒径を有する一様砂と混合砂を用いた．これらの粒度分布を**図-1** に示す．図中，d_m は平均粒径，σ_g は幾何標準偏差（$\sqrt{d_{84}/d_{16}}$）である．なお，砂の比重はいずれも 2.65 である．実験は，まず，初期河床勾配を I_s=1/60，流量を Q_w=800cm^3/sec に設定し，平坦河床から給砂を行いながら単列の交互砂州をほぼ平衡状態まで発達させた．ついで，これを初期河床として，同一の流量の下で給砂量を 1/2 倍または 3 倍に変化させて通水し，交互砂州の変形過程を追跡した．ただし，給砂量は平衡交互砂州発達時の給砂量を基準にしている．通水中に流れ場のスケッチ（砂州の概形，淵の位置，流砂経路）を随時行うとともに，所定の時刻に水面を測定，その直後に停水して河床形状を測定し，実験中これらを繰り返した．また，水路下流端において 5 分間隔で約 1 分間砂を採取し，流出砂量を測定した．

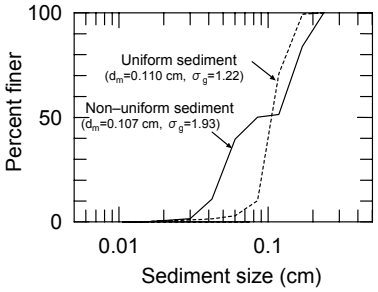


図-1　使用砂の粒度分布

3. 給砂量変化に伴う河床低下/上昇過程　**図-2** は混合砂河床の場合の横断面平均河床位の縦断形状の時間変化を示したものである．給砂量を減少させると上流から順次河床が低下し，実験の最終段階(224 分)では 6m 程度まで河床低下が及んでいる．なお，一様砂河床では 5m 程度であることが確認されている．一方，給砂量を増加させると上流から河床が上昇し，58 分時点の河床上昇は 5m 程度まで及んでいるが，それ以降は全区間に河床上昇が及び，300 分程度経過以降は全区間に渡ってほぼ一定の勾配となっていることが確認された．なお，一様砂河床においても同程度の時間で一定勾配に収束することを確認している．また，図示はしていないが，河床低下は混合砂河床の方が一様砂河床よりも速く進行するのに対して，河床上昇ではほぼ同程度である．ただし，河床上昇停止後の河床勾配は一様砂河床の方が大きく，河床が平衡状態に達するのに混合砂河床よりも長時間を要した．

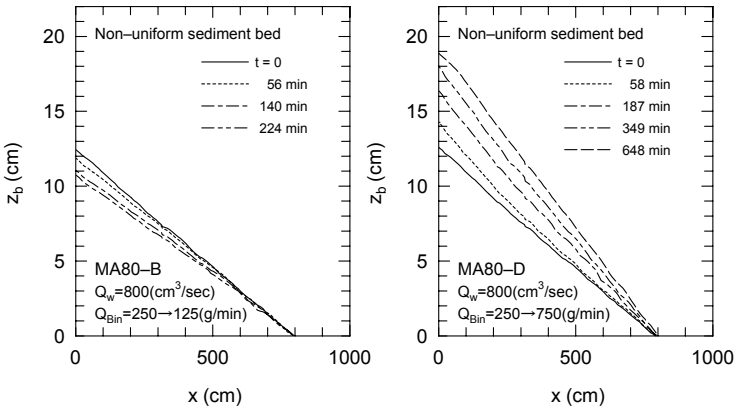
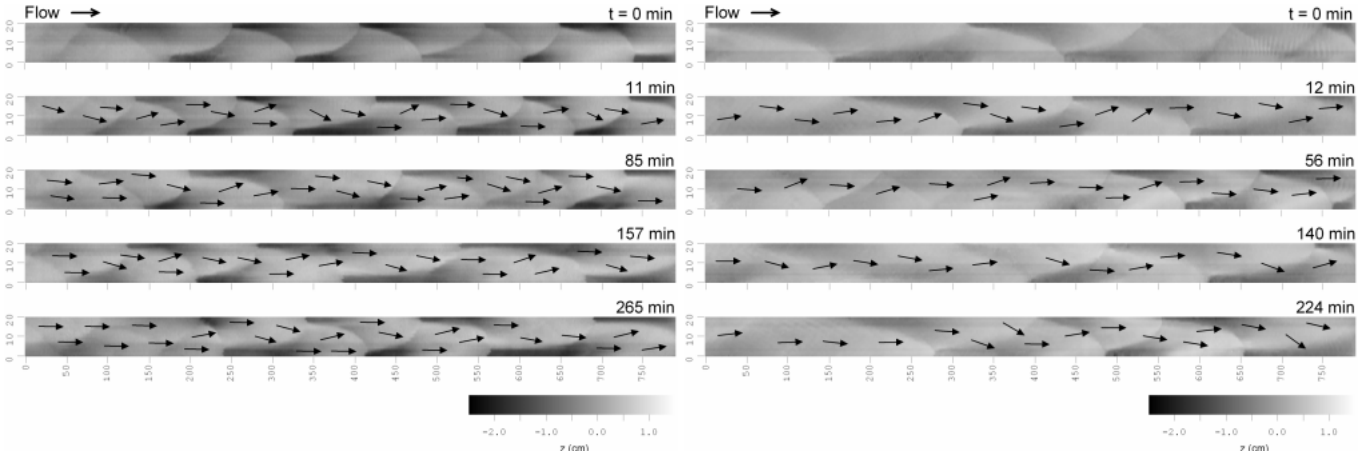


図-2　河床縦断形状の時間変化

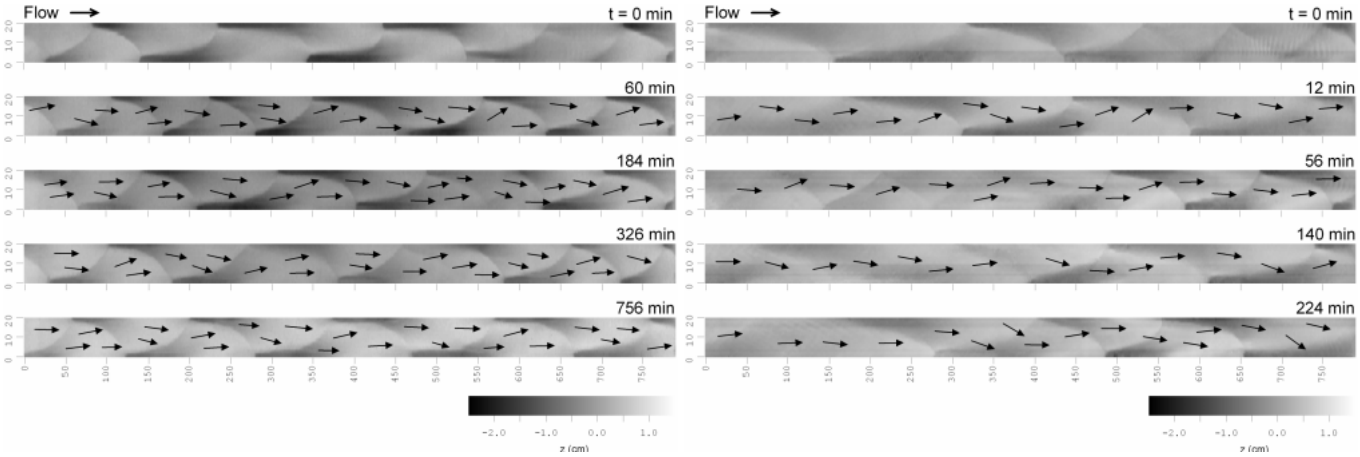
4. 交互砂州の変形性状　**図-3** は河床低下に伴う交互砂州河床の変化過程を示したものである．ただし，t=0 は最初に発達させた交互砂州である．河床の変動量は当該時刻における河床の平均河床面を基準としてそこからの偏差で表されており，色が濃いほど低位である．また，矢印はスケッチから得られた流砂の向きを示している．まず，一様砂河床の場合を見ると，河床低下が進行している区間での交互砂州の発達は抑制される傾向にあり，比較的短波長の砂州が順次下流に発達して行くことがわかる．このケースでは流砂は河床全域に存在しているが，河床低下は砂州波長を抑制する効果があると考えられる．一方，混合砂河床の場合は，河床低下区間での交互砂州はかなり不明瞭であり，発達が抑制されていることがわかる．実験の観察によると河床低下による河床砂の粗粒化域が随所に見られ，混合砂河床ではこれが交互砂州の発達を抑制していると推察される．**図-4** は河床上昇の場合を示したものである．一様砂河床では上流側で波長の若干の増加が認められる．一方，混合砂河床では波長の増加傾向は明確であり，これは一様砂の場合よりも下流まで及んでいる．このような波長の増加は，主として，

キーワード：交互砂州，給砂量，河床低下/上昇，波長，波高
連絡先：〒625-8511　京都府舞鶴市白屋 234 番地　Tel.0773-62-5600，Fax.0773-62-5558



(a)：一様砂河床　　(b)：混合砂河床

図-3　河床低下時の河床形状と流砂状況の時間変化



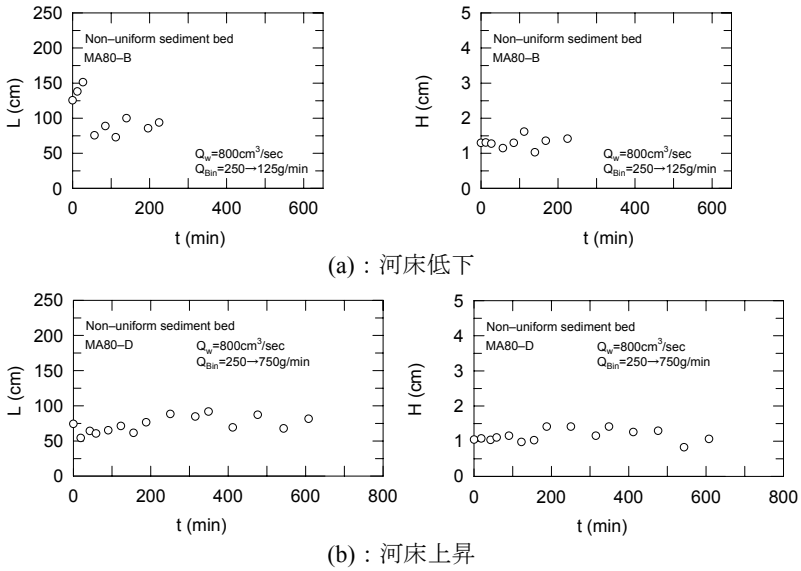
(a)：一様砂河床　　(b)：混合砂河床

図-4　河床上昇時の河床形状と流砂状況の時間変化

河床上昇が顕著で河床勾配の変化が大きい実験の前半に認められ，河床上昇速度，河床勾配，砂州形状が相互に関係していることを示している．

5. 河床低下/上昇に伴う波長，波高の変化

図-5 は混合砂河床の場合の交互砂州の波長と波高の平均値の時間変化を示したものである．ただし，河床低下/上昇が及んでいる区間のみを対象としている．河床低下の場合，波長は 60 分程度経過以降かなり減少していることがわかる．波長の減少傾向は一様砂河床も同様であるが，その程度はより顕著で，砂粒子の分級による砂州発達の抑制効果を反映していると思われる．なお，波高については河床低下の影響は明確ではない．一方，河床上昇の場合の波長は漸増傾向が認められる．これは河床勾配の増加によって流れの直進性が増し，砂州前縁を伸張させるためであると推察される．波高に関しても波長と同様の傾向が認められるものの，個々の砂州で波高はばらついているため，必ずしも有意とはいえず，さらなる検討が必要である．



(a)：河床低下

(b)：河床上昇

図-5　交互砂州の形状特性値の時間変化

6. あとがき

本文では給砂量変化による河床低下および河床上昇が交互砂州の波長,波高の変化に及ぼす影響について検討した．今後，さらに条件を拡大して検討を深めるとともに，非定常な給砂条件の下での検討も行う予定である．最後に，本研究は科学研究費（課題番号:14550518）の補助を受けて行われた．記して謝意を表します．

参考文献　1)三輪ら：水工学論文集，第 48 巻，2004．2)Miwa et al.：Proc. of 9th ISRS, 2004 (in printing).