

勾配急変部における河床波の遷移に関する基礎研究

宇都宮大学大学院 学生員 ○小野 尚志
宇都宮大学 正会員 池田 裕一

1.はじめに

沖積平野を流れる河川には勾配が大きく変化する、勾配急変部が見られることがある¹⁾。その前後では河床形状や河床材料、河道幅、流路形態などが変化することが知られており、河川の全体的な管理を考えると、このような縦断変化の構造を知ることは重要である。そこで本研究は、勾配急変部を設けた開水路において混合砂礫を用いた移動床実験を行い、急変部での河床波の波長、波高の遷移などについて若干の検討を行った。

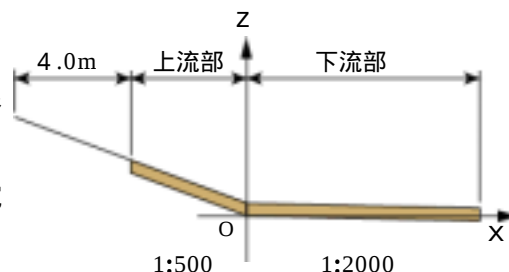


図-1 実験水路概要図

表-1 実験条件

Run No.	1	2	3	4	5	6
単位幅流量 (cm ² /sec)	300					400
混合割合 (砂:礫)	7:3	6:4	5:5	7:3		7:3
初期河床 勾配	上流部	1/500		1/500	1/2000	1/200
	下流部	1/2000				1/2000
上流部区間長(m)		4		12	12	4
下流部区間長(m)		8				8
混合砂礫厚 (cm)		5				
水深 (cm)		7.5				9.5
Fr		0.46				0.49

2.実験装置および実験条件

実験は図-1のような長さ16mの水路で、勾配急変部を設けたRun1,2,3,6と、勾配が一様なRun4,5について行った。水路幅はRun1～5が50cm、Run6が20cmで、上流端から4mは流れを安定させるため固定床の助走区間になっている。単位幅流量など他の条件は表-1に示す通りである。

使用した河床材料は、表-1のように砂と礫の混合割合が異なっている。礫には中央粒径3.4mmの川砂利を、砂には中央粒径0.46mmの川砂を用い、粒度特性は図-2のようになる。本実験で使用する砂と礫との無次元掃流力比は約24で、礫(砂利)が限界掃流力を受ける場合の砂の無次元掃流力は約1.2となる²⁾。この砂と礫を表-1に示すような各体積比で混合し、約5cm厚で水路に敷き詰めた。

実験は無給砂で行い、上流部の流出砂が極端に減少した時点で通水を停止した。通水終了後に縦断方向に河床高を測定し、Run6ではさらに通水中の河床波の時間変化を撮影した。また河床表層付近の河床材料を採取し、ふるい分け試験を行った。

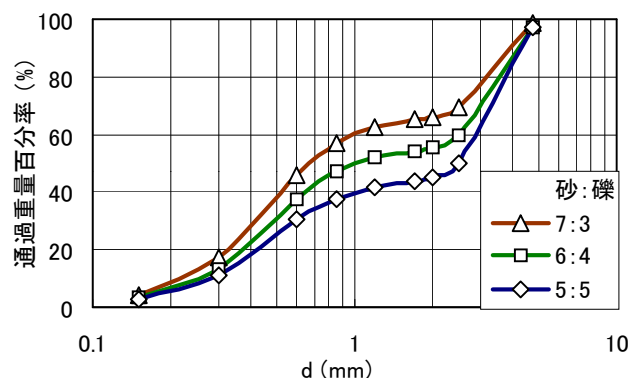


図-2 実験砂礫の粒度分布

3.実験結果と考察

図-3はRun1における河床高の縦断変化を示したものである。データを見ると非常に細かで不規則な動きのほか2mおよび50cm程度のスケールで変化をしているのがわかる。そこで、25cmと1m間隔での移動平均をとり、その結果も図-3に合せて示した。以後は前者を高周波成分、後者を低周波成分と呼ぶことにする。

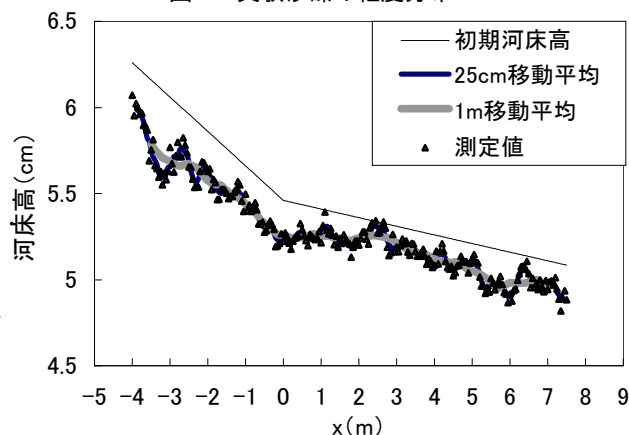


図-3 河床高測定値と移動平均 (Run1)

キーワード：勾配急変部、河床波、混合砂礫、掃流砂

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科水工研究室 TEL 028-689-6214

移動床上流端および下流端付近は比較的振幅が大きくなっているが、これらはそれぞれ助走区間との接続、水路下流端の低下背水の影響が現れているものと考えられる。

高周波成分の縦断変化を見るために、25cm移動平均から1m移動平均を差し引いた残差を図-4に示す。このときの波長は、上流側1/500の区間で平均約0.77m、下流側1/2000の区間で平均約0.85mである。一様勾配で行った実験結果での平均波長は、勾配1/500 (Run4) で約0.8m、1/2000 (Run5) では約0.9mであり、それぞれの勾配で同程度の波長が現れている。

また図-4の大きな特徴としては、急変点付近で波が抑えられ、波長も0.35m程度になっていることが挙げられる。河床材料の配合比が異なるRun4, 5の結果にも同様の傾向が見られている。また高周波成分の減少は通水後の急変点周辺で発生している。ただし、急変点位置は砂分が少ない場合ほど下流側に遷移しており、Run1では初期急変点そのままの位置、急変点Run2, 3それぞれでおよそ1, 2m下流に移動している。

次に高周波成分の波長変化のメカニズムを検証するためにRun6を行った。図-5はRun6における河床高の縦断変化と移動平均を合わせて示したものである。この図から河床の全体的な変化は、これまでと同様の特徴が現れていることがわかる。次にRun6での高周波成分を図-6に示す。このときの波長は、上流側1/200の区間で平均約0.70m、下流側1/2000の区間で平均約0.86mであり、やはり急変点付近 $x=0 \sim 1\text{m}$ の区間において波が抑えられる現象が見られている。

このときの急変部での河床波の挙動をビデオで撮影し、そこから伝播速度を計測した。結果を図-7に示す。伝播速度は、初期急変点付近より遅くなり始め、 $x=0.5 \sim 1.0\text{m}$ の区間で一度安定し、その後下流側に行くにしたがって一定の速度まで上がっている。これより急変部の伝播速度が上流部と下流部との中間の値をとるわけではなく、どちらとも異なる(上・下流よりも遅い)速度になる現象を確認する事ができた。

伝播速度と河床波波長の関係としては、伝播速度が減速し始める $x=0$ から波長が減少し、その後 $x=1.0\text{m}$ までは伝播速度が遅い状態が続き、波長もまた短い。また $x=1.0\text{m}$ から 2.5m にかけても、伝播速度が徐々に上昇するのに対して、波長も徐々に長くなっており、高周波成分の波長の遷移と伝播速度の変化の位置的な対応がみられた。

今後の課題としては、今回行った伝播速度についての検証をさらに他の実験データについて行うとともに、他の現象のメカニズムについても検証を行うことである。

参考文献)

- 1) 小玉芳敏：渡良瀬川下流部における河床勾配の急変と河床表面の堆積状況。地理学評論, 67 A - 5, 311-324, 1994。
- 2) 山本ら：河川縦断形の形成機構に関する研究。土木研究所資料, 第3164号, 1993。

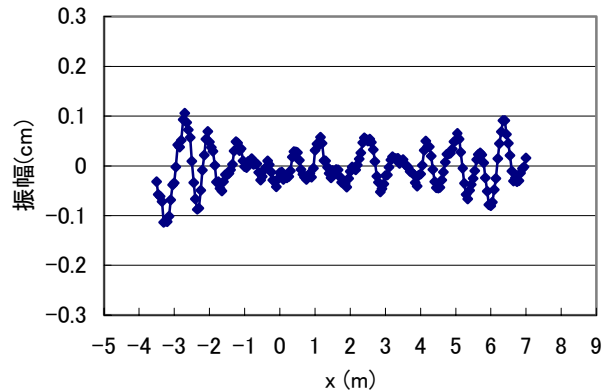


図-4 Run1 河床波振幅(高周波成分)

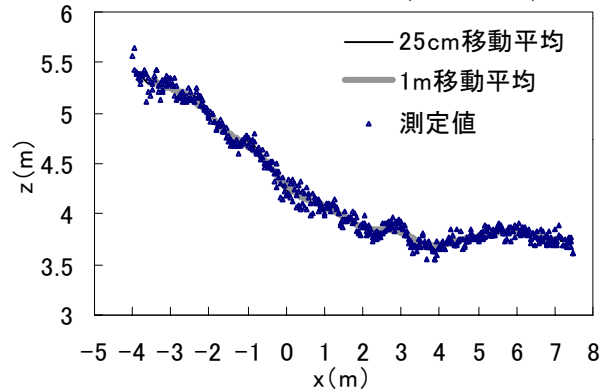


図-5 河床高と移動平均 (Run6)

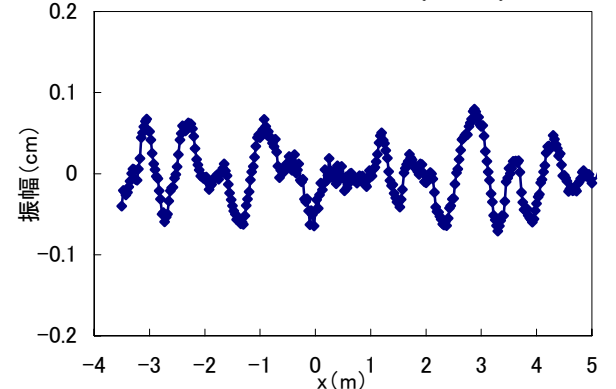


図-6 Run6 河床波振幅(高周波成分)

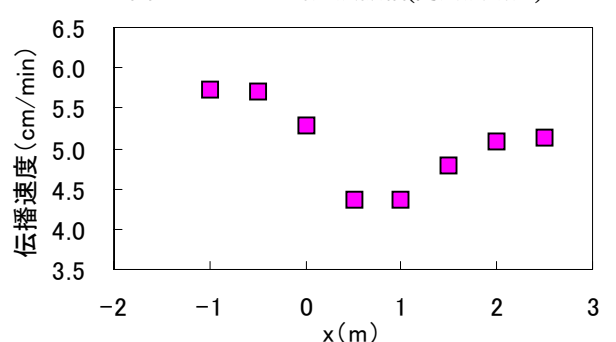


図-7 河床波伝播速度 (Run6)