

階段状河床形の形成に関する研究

京都大学防災研究所 正 員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正 員 江頭進治
 京都大学大学院 学生員 O安東尚美

1. まえがき 山地河川においては、一般に、階段状の河床形が形成されているのが見られる。ステップ部には最大粒径程度の段差があり、その近傍には大小さまざまな石の咬み合いがあって、これが川の横断方向に連なっている。山地河川における土砂流出は、こうした河床形の形成と破壊、それに伴う流路変動をとおして、量的にも質的にも大きな影響を受けていることが知られている¹⁾。階段状河床形の形成や

表1. 実験条件

RUN No.	通水 No.	加砂量 I_{50}	Q_c (cm^3/sec)	Q (cm^3/sec)	通水時間	最終値 I_r
3	1	0.1	3000	1760	16'00"	0.956
	2			1760	13'00"	0.935
4	1	0.1	3000	663	14'39"	0.103
	2			663	36'56"	0.103
5	1	0.1	3000	663	49'31"	0.888
	2			1760	34'34"	0.151
6	1	0.15	1730	530	16'43"	0.150
	2			827	28'35"	0.148
7	1	0.15	1730	827	33'41"	0.149
	2			827	2'40'55"	0.149
8	1-U	0.15	1730	1500	51'29"	0.129
	1-D					

U:upstream D:down stream $Q_c: d_{\max}=3.81\text{cm}$

形状特性については、これまでに、反砂堆・蛇行波長と河床砂礫の分級機構との関連性を調べた研究があるが^{2), 3)}、まだ統一の見解が得られるに至っていない。このように、階段状河床形の形状特性、水理特性、およびその形成と破壊条件についてはほとんど明らかにされていないのが実状である。さて、礫床河川における階段状河床形の形成・発達には、粒径・水深・川幅スケールの水流の攪乱による掃流力分布とそれに伴う河床砂礫の移動・停止や分級が深く

関わっているものと推察される。ここでは、砂礫の分級過程と流れのレジームに着目して、階段状河床形の形成条件と形状特性に関して若干の実験的検討を行なう。

2. 実験方法・条件 実験は、長さ4m、幅20cm、深さ17cmの水路を用いて、図1に示す実験用砂を厚さ10cmに敷きつめ、下流端をせきで固定し、給砂0、表1に示すような水理条件で行なった。流量は、一定のものと、RUN 5, 6のようにステップ状に与えたものとがあり、いずれも最大粒径の移動限界流量 Q_c 以下に設定されている。なお、通水初期の条件より推定される実験領域は、upper flow regimeでしかも砂洲の形成領域⁴⁾になっている。

3. 実験結果の考察

①. 形成・発達機構 図1は、RUN 5における河床表面、下流端流砂の粒度分布および下

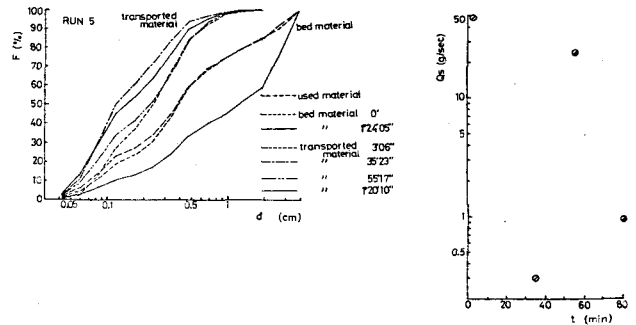


図1. 土砂の粒度分布と流砂量の時間変化

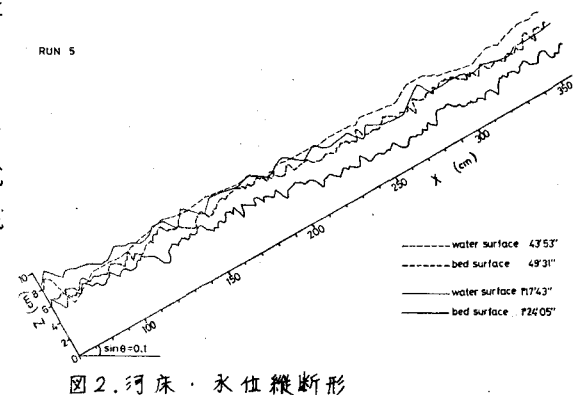


図2. 河床・水位縦断面

Kazuo ASHIDA Shinji EGASHIRA Naomi ANDO

流端流砂量の時間変化を示したもので、図2は水位・河床の縦断面、図3は最深河床のスパクトルをMEMによって求めた結果である。階段状河床形の形成機構は、着目するそのスケールによって形成機構そのものが異なる。まず、RUN5の結果をもとに水深スケールの形成機構について考察してみる。流砂の粒度分布をみると、河床構成材料のうちの90%粒径よりも大きな砂礫は流出しておらず、流量の変化前後とも流砂の大部分は粒径2cmよりも小さいものから成っている。一方、水路全区間を平均するとフルード数は1を越えており、通水初期には流砂もかなり活発であることから考えて、分級・流送される砂礫によって少なくとも部分的にはupper regimeの河床波が形成され、それが掃流力の縦断分布ならぬにこれに応じた河床砂礫の移動と分級現象を規定する。このような機構を通じて階段状河床形が形成されるものと推察される。次に、発達機構について、図2,3を対比しながら検討する。図2には、2段階の通水において、それぞれ河床砂礫の分級が終了し、ほぼ安定したときの河床形が示されている。後半の河床において、ステップ構造はさらに明瞭になっている。図3においても、後半の通水後には、特定波長のスパクトルのピークが前半よりもかなり顕著になっているのがわかる。以上より、河床形の発達には、河床砂礫の分級が運ぶとともに砂礫の再移動があることが重要な要因になると思われる。

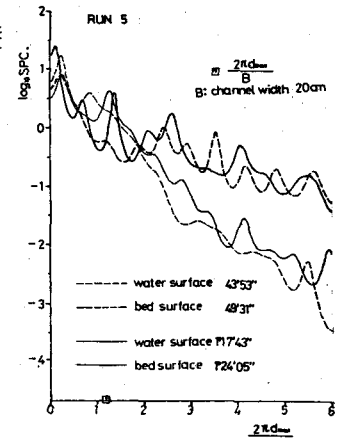


図3. 河床波・水面波のスパクトル構造

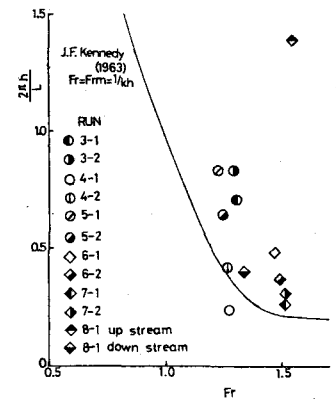


図4. 代表波数とフルード数との関係

②. 形状特性 上述のことより、階段状河床形の波長と反砂堆のそれとは密接な関係があることが推察されるが、図3にも示されるように、河床には種々のスケールの波が形成されている。そこで、蛇行スケールの低波数域を除き、しかも有意な波数域において平均波数を計算してみると、平均波数とスパクトルの最大ピーク波数とはほぼ一致することになった。最大ピーク波数を代表波数と見なし、それとフルード数との関係をみると図4である。図中の曲線は、反砂堆に関するKennedy⁵⁾の理論で、反砂堆に関する種々の実験値を念頭に置いて図4を見ると、階段状河床形の代表波長は、反砂堆の波長とほぼ一致していることがわかる。なお、同図におけるRUN 8-1上流部のデータは他のものより離れているが、この場合、河床低下が大きく砂礫が一層程度しか残っておらず、河床の凹凸は最大粒径程度のものであった。

4. あとがき 階段状河床形の形成・発達機構およびその形状特性は、反砂堆のそれと密接な関係のあることが示された。

<参考文献> 1) 沢田・芦田・高橋; 第26回水理講演会論文集, 1982, PP 105~110 2) Whittaker・Jaeggi; J. H. D. June, 1982, PP 758~773 3) 高橋; 京大防災研年報25号B-2, 1982, PP 343~347 4) 藤田; 学位論文, 1980, P210 5) Kennedy; J. F. M., vol 16, part 14, 1963, PP 521~544