

階段状河床形の構造

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 西本 直史

1. まえかき 山地河道における流砂現象に関する理解を深めるためには、階段状河床形の発生機構、形状特性、および土砂水理機能等に関する研究が不可欠である。著者らは理論および水路実験を通して、階段状河床形の発生条件ならびに形状特性に関する知見を得るとともに¹⁾²⁾、これらの成果によって、実際の山地部河道の階段状河床形の発生と形状特性値がどの程度推定されるのか検討してきた。その結果、過去の出水資料を用いて階段状河床形の平均的な規模の予測が可能であることが示された³⁾。しかし、流量時系列に対応する階段状河床形の変化については、不明な点が多い。そこで、本研究においては、ある流量 Q_i で形成された階段状河床形が、 Q_{i+1} ($Q_i < Q_{i+1}$) の通水によってどのような変化を示すのかを、若干の実験によって検討してみる。

2. 実験条件 実験は、図-1に示すような混合砂を、長さ6m、幅20cmの循環式水路に厚さ約10cmに敷きならし、初期河床勾配 $i=0.073$ 、給砂なしの条件で行なわれた。通水条件は、図-2に示すとおりである。ただし、各通水は、流砂がほとんどなくなるまで継続され、流砂は水路下流端において採取された。

3. 実験結果および考察 まず、河床の状態変化についてみると、階段状河床形は、図-2に示す Q_1 の通水では形成されず、 Q_2 で局所的に形成された。さらに、 Q_3 、 Q_4 の各通水後においては、明瞭な河床形が形成された。続く Q_5 、 Q_6 の各通水時には、前の通水で形成されていた河床形は、最大径の移動を伴うような活発な土砂移動によって一旦消滅するが、河床低下に伴う掃流力の減少によって最大径が停止するような条件が現われて、新たに階段状河床形が形成された。続く Q_7 の通水時には、 Q_5 および Q_6 のような活発な砂礫の移動はなく、 Q_6 の通水で形成された河床形の一部がそのまま保存され、一部は変形しているような状態であった。図-3は、各通水中の流砂量および全流出土砂量を示したものである。これをみると、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 の通水時における流砂量および全流出土砂量は減少傾向にあるのに対して、 Q_5 、 Q_6 の通水時には急増する傾向にある。このような砂礫の移動は、上述のような河床変化に対応していることが伺える。

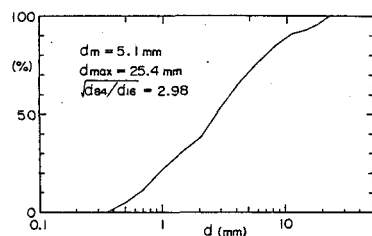


図-1 河床材料の粒度分布

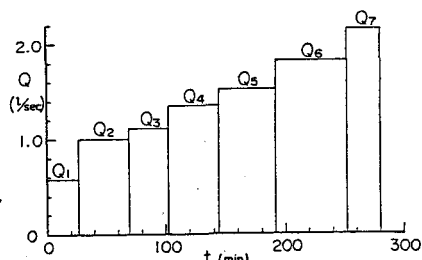


図-2 通水条件

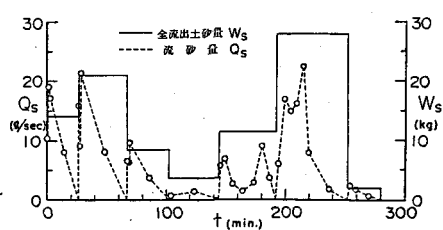


図-3 流砂量および全流出土砂量の変化

Kazuo ASHIDA, Shinji EGASHIRA, Naoshi NISHIMOTO

一旦形成された階段状河床形が変化するためには、ステップが破壊されることが必要である。したがって、階段状河床形の変化状況を知るには、ステップの破壊程度に着目した取り扱いが有効である。そこで、ある河床区間内において、 $P = (Q_{i+1}$ の通水後に存在するステップ数) / (Q_i の通水後に存在するステップ数)を調べ、これに基づいて河床変化をみている。そのPを表-1に示す。さらに、各通水の最終状態における平均波長、平均波高を表-2に示す。これらの表より、 Q_3 および Q_4 の各

表-1 p

$Q_i \rightarrow Q_{i+1}$	P
$Q_2 \rightarrow Q_3$	5 / 28
$Q_3 \rightarrow Q_4$	12 / 21
$Q_4 \rightarrow Q_5$	2 / 17
$Q_5 \rightarrow Q_6$	0 / 13
$Q_6 \rightarrow Q_7$	7 / 12
$Q_2 \rightarrow Q_4$	3 / 28
$Q_2 \rightarrow Q_5$	1 / 28
$Q_3 \rightarrow Q_5$	1 / 21

表-2 実験結果

Stage	流量 Q (l/sec)	河床勾配 i_m	摩擦速度 U _* (cm/sec)	平均波長 $\bar{\lambda}$ (cm)	平均波高 $\bar{\Delta}$ (cm)
2	1.00	0.073	9.64	10.0	0.93
3	1.15	0.072	9.94	13.0	1.1
4	1.35	0.071	9.87	13.2	1.3
5	1.52	0.065	10.1	13.0	1.8
6	1.82	0.060	10.6	13.3	1.8
7	2.15	0.060	11.1	14.8	1.4

通水後の河床においては、前の通水で形成されたステップが一部残っており、しかも平均波長や平均波高が増加傾向にあることがわかる。したがって、 Q_3 および Q_4 の通水時の河床変化は、階段状河床形の局所破壊を通じて階段状河床形の発達が行なわれる過程であるといえる。また、 Q_5 , Q_6 の通水においては、前の河床形状の履歴が殆どないことから考えて、これらの河床変化は、階段状河床形の完全破壊であると同時に、それらの流量に対応する河床形の形成過程であるともいえる。

次に、階段状河床形が発達傾向にある $Q_2 \rightarrow Q_3$, $Q_3 \rightarrow Q_4$ の河床変化について、もう少し調べてみよう。

図-4は、 Q_2 , Q_3 , Q_4 の各通水後の河床形状である

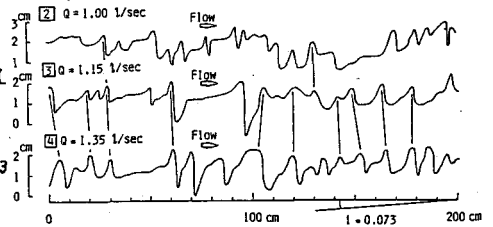


図-4 階段状河床形の変化

。図では、各通水において消滅しないで残ったステップを榜線ではないでいる。また、図-5は、図-4に基づいて得られる波長の頻度分布を示したものである。これらの図をもとに河床形の発達性についてみると、次のようである。すなわち、小さい流量で形成された河床形のうち、波長の短いものが次の通水において選択的に破壊され、その結果、波長が増加する。一方、破壊された河床材料は、下流域の階段状河床形のポール部の埋め戻しや、咬み合いによるステップ高の増加に寄与しているが、平均的にみれば後者での寄与分が卓越している。そのため、流量増加に伴う河床形の局所的な破壊は、河床形を発達させる方向に働いている。

4. あとがき 階段状河床形の局所的な破壊を伴う場合の変形機構について、若干の考察を行ない、局所的な破壊は河床形を発達させる要因の一つであることを示した。しかし、局所的な破壊は常に河床形の発達につながるわけではなく、何らかの平衡状態が存在することが考えられる。今後、このような問題を扱うための基礎となる階段状河床形上の流れの問題について検討を進めるつもりである。

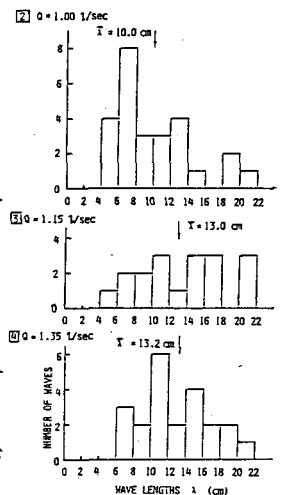


図-5 波長頻度分布の変化

- 参考文献 1) 芦田・江頭・安東：第28回水理講演会，1984，pp. 743-749 2) 芦田・江頭・安東：京大防災研報，27号B-2，1984，pp. 341-353 3) 江頭・芦田・沢田・西本：第29回水理講演会，1985，pp. 537-542