

II-236

階段状河床形状の変形に関する現地観測

京都大学農学研究科 正会員 藤田 正治
 京都大学防災研究所 正会員 澤田 豊明
 鳥取大学工学部 正会員 道上 正規

1. はじめに

階段状河床形には、洪水に対して安定しているものや不安定なものがあるが、安定なものも将来の大洪水で破壊されるものと考え、どちらも河床形状の変化過程の中の一つの状態をとっているに過ぎない。したがって、溪流環境の一つの要素として階段状河床形を考えると、それはあくまでも変化するものであるという認識をもつ必要があると思われ、それゆえ階段状河床形が洪水によってどのように変形するのかについて明らかにしておく必要がある。そこで、洪水による階段状河床形の変化を現地観測によって調査した。

2. 観測の概要

1994年7月27日、1996年10月9日、1997年9月30日に、神通川上流の蒲田川において階段状河床の平面および縦断形状を測量した。1993年の空中写真によると、低水時のこの付近の流路形状は図1に示すようであり、観測流路は左岸から右岸へ向いた部分にある。現在の観測流路の方向は1993年の空中写真に見られるものとはほぼ同じであるが、1985年では位置は同じであるが方向が異なっていた。観測流路の幅は約10mで、全体の川幅は約150mである。観測期間には川幅一杯に流水が生じるような洪水が数回発生している。

3. 洪水の履歴

観測地点の精度の良い流量データがないので、上流域のヒル谷流域における京都大学防災研究所穂高砂防観測所の雨量データをもとに洪水規模（確率年）を推測する。表1はヒル谷流域の1979年以降の年最大日雨量を列挙したもので、観測流路が現在のような形状になったと考えられる1985年以降、1985～1986年で大きな降雨があった後、1987～1994年まで大きな降雨が起っていない。1995～1997年では再び大きな降雨が発生している。発生確率を過去30年のデータから推定すると、この3つの期間で、各々4、2～3、5～10年確率の降雨が生じている。したがって、1994年の河床形状の形成には2～4年確率の洪水が支配的であり、1994～1997年の河床変動には10年確率の洪水が影響していると推察される。また、朽木ら¹⁾によると、1996年6月25日の調査地点付近のピーク流量は $248\text{m}^3/\text{s}$ と推定されている。

4. 調査結果

図2は階段状河床形の平面形状の変化を示したものである。流路幅は増加しているが、階段の構造が完全に破壊されたものは少なく、元の状態を保っているものや分裂や合体して変形しているものが大半を占める。また、階段状河床の波長は約4mで各年で変化していない。従って、2～4年確率の洪水で形成されたと考えられる1994年の階段状河床は10年確率程度の洪水でも完全に破壊されることはなく、波長を一定に保ったまま多少の変形によって新たな形状に

表1 1979年以降の年最大日雨量

年月日	日雨量 (mm)	年月日	日雨量 (mm)	年月日	日雨量 (mm)
1997/ 9/ 8	139	1990/ 9/13	88	1983/ 9/28	164
1996/ 6/25	125	1989/ 7/24	81	1982/ 9/12	82
1995/ 7/ 4	138	1988/ 6/ 3	78	1981/ 6/22	107
1994/ 9/30	55	1987/ 9/25	40	1980/10/19	79
1993/ 7/15	87	1986/ 7/13	115	1979/ 8/22	115
1992/ 7/14	45	1985/ 7/13	100		
1991/ 7/16	93	1984/ 7/ 8	132		



図1 観測地点付近の流路網と観測地点

キーワード：河床形態，階段状河床，河床変動，河川環境，洪水

連絡先：〒606-8502 京都市左京区北白川追分町，Tel: 075-753-6092, Fax: 075-753-6092

移行している。なお、縦断測量の結果によると全体の平均河床勾配や波高も各年であまり変化していない。

5. 形成と変形

階段状河床形の発生条件や波長に関する芦田らの研究²⁾に従って、1994年の階段状河床形に対応する流量を推算する。すなわち、波長はKennedyの反砂堆の波長の式で計算できることから、①河床勾配は観測期間の平均河床勾配の0.05、②河床材料の粒径は1994年の調査時平均粒径が50cm、最大粒径が150cm程度であったので、平均粒径として10、20、30cmの3種類、最大粒径は150cm、③相当粗度 k_s と平均粒径 d_m の比は1、というの仮定のもとに観測された波長がどのような流量に対応しているかを調べた。単位幅流量を1、2.5、5 m^2/s としたときの等流条件の水理量をもとに、フルード数 Fr と波数の関係をプロットすると図3のようになる。平均粒径を10cmから30cmに変えても、流量1 m^2/s のときデータがKennedyの式にほぼ一致しているの、1994年の階段状河床形は1 m^2/s に対応したものと言える。次に、形成流量を1 m^2/s として、階段状河床形の発生条件²⁾を表わす図4に水理量(+、×、●)をプロットする。平均粒径を10cmとしたとき形成領域にデータがプロットされる。従って、元の河床材料の平均粒径は10cm程度であったと思われる。

平均粒径が移動するが最大粒径が移動しないとき階段状河床が変形し、最大粒径が移動するとき破壊するとする。江頭ら³⁾は破壊過程において、河床波による有効掃流力の減少とアーマーコートの発達による移動限界掃流力の増加によって、破壊流量は形成流量に比べて大きくなることを示した。そこで、河床波の形成による形状抵抗の増加によって k_s/d_m が1から3に変化し、アーマーコートの発達により平均粒径が10cmから50cmになったとして解析を進める。変形領域と破壊領域は図4に示したようになり、単位幅流量を1、2.5、5、7.5 m^2/s に変化させたときの水理量(Δ)の変化は図中に示すようになる。図4より、2.5 m^2/s 以上になると河床形が変形し、7.5 m^2/s 以上になると破壊することになる。1996年6月の洪水の単位幅流量は流水幅を100mとすると2.5 m^2/s であるので、階段状河床形が破壊されず変形することになるが、実際でも前述したようにその様な状態となっている。

6. おわりに

以上の結果は人工的な階段状河床形の造成に対する一つの設計指針を与えるものであり、移動床の状態でも洪水でたやすく破壊されることのないという可能性が示された。最後に、本調査にあたり、ご協力いただいた池見拓氏、須藤達美氏、永瀬恭一氏（以上㈱フジタ）、檜谷治助教授（鳥取大学工学部）、平井淳一君（当時鳥取大学工学部学生）に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 栢木ら、平成9年度砂防学会発表会、pp.116-117、1997。
- 2) 芦田ら、第28回水理講演会論文集、pp.743-749、1984。
- 3) 江頭ら、第30回水理講演会論文集、pp.223-229、1986。

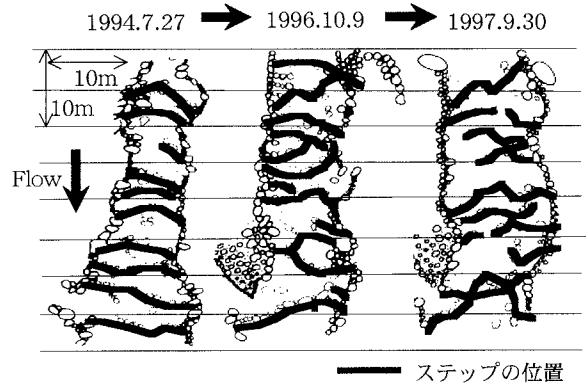


図2 階段状河床形状の平面図

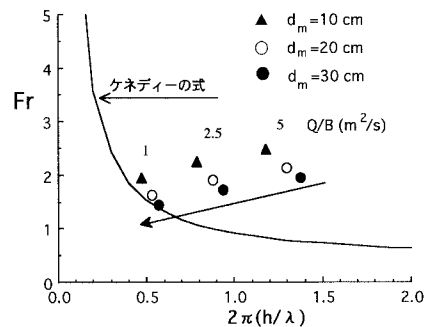


図3 フルード数と波長の関係

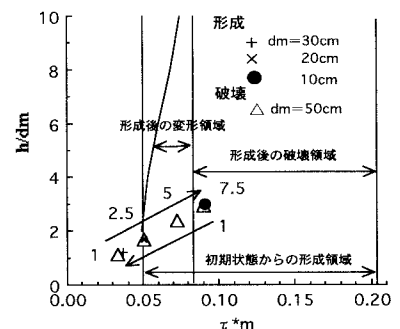


図4 階段状河床の形成と破壊