

砂防流路における瀬と淵の保全と創造に関する調査検討

建設省神通川水系砂防工事事務所 ○ 佐々木 重義
同 上 渡部 文人
京都大学防災研究所 澤田 豊明

はじめに

神通川水系蒲田川は、山地河川特有の階段状河床型の淵を形成し、川としての原風景と豊かな生態系を育んでいる。砂防流路の設計・施工にあたっては、こうした溪流環境を保全するために、床固工に3箇所魚道（切掛高0.5~1.0m、幅4m）を設けたり、流水の集中と拡散を人為的に制御（常水路の設置）するなどの工夫を行い、みお筋の固定化を図り、瀬と淵の保全と創造に努めてきた。その結果、淵は出水量に見合った消長を繰り返すが、安定化傾向にあることが判明している¹⁾。

本報は、ほぼ完成した砂防流路（たから流路工）の瀬と淵の調査結果に基づき、その発生形態と特徴を整理し、代表的な淵について土砂水理学的な検討を行ったものである。

1. 調査の方法

瀬と淵の位置や形状、礫の配置等を把握するため、簡易測量やラジコンヘリによる空中写真撮影を実施した。砂防流路の全景と瀬と淵の位置を写真に示す。ここに、代表的な淵には番号(PF)を付している。

2. 淵の分類*とその特徴

当該砂防流路内には、発生形態の異なる数種の淵の存在が確認され、その分類と特徴は次のように整理される。

2.1 湾曲、局所洗掘型（MR型）

自然河道の最下流部に湾曲部があり、その外岸側（左岸側）は露岩し、前縁にMR型の淵が形成されている(PF39)。流水の集中と二次流の発生が局所的な洗掘を招いているものであり、その規模は流路内では比較的大きく（幅14m 長さ32m 深さ1.2m）、砂防流路の着手以前から存在していた。

2.2 砂州型（M型）

砂防流路によって溪床勾配を緩和し、溪床幅を広げたことによって砂州の発達が顕著に現れ、流水が集中する箇所にM型の淵が観察される(PF3、10、14、21)。これらの淵は2本の瀬が合流して形成されたものであり、その規模は概して大きい（PF3/幅15m 長さ80m 深さ1.2m）。ただし瀬が分散するところでは明瞭な淵は観察されなかった。

2.3 階段状河床型（S型）

〔自然河道〕 砂防流路の最上流部の砂防ダムから下流約500m間は、異常出水時に流出する多量の土砂を貯留する遊砂地空間の一部であり、河道は自然のままに残置している。この区間のみお筋は安定し、淵が連続的に形成される典型的なS型を成す。みお筋の幅は約10m、淵の間隔は20m程度である。

〔人工河道〕 砂州の瀬の部分に相当するところにもS型の淵が見られる。その多くは瀬の両側に1m程度の巨石を配して固定した常水路内に形成されたものもあり、淵の上流端では巨礫が咬み合ってステップを構成し、直下流はプールになっている。規模は自然河道のものと類似している。

〔床固工直下〕 砂防流路の着工以前から存在していたMR型の淵の代替措置として、一般的に直線形で同一高であった床固工の水通しを一部アーチ形状にし、その部分については他の区間よりも2m低くすることによって、流水の集中と乱流を人為的に誘発し、S型の淵(PF36)の創造を目指した（この淵は人為的開削によるものであり、その効果は今後の消長観測に期待している）。

2.4 人為的掘削（O型）

住民参加型川づくりの一環として、人為的掘削（平成7年11月 約12,000m³）によりO型の淵を設けた(PF29)が、その後の流出土砂によって徐々に埋没している（流出土砂量の多寡は、瀬と淵の消長を考えるうえでの重要な要因であり、当該地点上下流の瀬と淵に及ぼす影響については継続的な観測が必要であると考えている）。

* 河川水辺の国勢調査マニュアル（案） 建設省河川環境課 平成7年度版 による

3. 土砂水理学的考察

当該砂防流路内の淵の発生形態を概観すると、中規模河床波によって形成されるM型の淵と、小規模河床波によって形成されるS型の淵とに大別され、それぞれの淵が混在することも判明した。今回得た知見をもとに、土砂水理学的見地から淵

の規模や消長などについて以下で考察する。

3.1 検討条件（河道・水理特性）

河道特性を分析・把握するのに適した流量は、平均年最大流量(2~3年確率)であることが知られている²⁾。ここに、平均年最大流量は280d/s(昭和29年~平成7年の平均年最大日雨量を用いて計算)であり、等流計算で算出される水理量と河道特性から得られる砂防流路内の代表的諸値は次のようになる。すなわち、川幅 $B=80\text{m}$ 水深 $H=1.5\text{m}$ 溪床勾配 $I=1/45$ 土砂の水中比重 $S=1.6$ 溪床材料の平均粒径 $d_m=0.43\text{m}$ から、川幅水深比 B/H や無次元掃流力 τ_* および相対水深 H/d_m は、それぞれ $B/H=50$ $\tau_*=0.05$ $H/d_m=3.5$ を得る。またフルード数は $F_r=0.6\sim 0.8$ である。

3.2 考察

〔中規模河床波とM型の淵〕 砂州の形成パターンは複列と見なされ、 $B/H=50$ 程度でも H/d_m が小さければ、複列砂州が形成されるようである。砂州の波長は $L_s=150\text{m}$ ($L_s/B=2$)とやや短い傾向にある。無次元限界掃流力との関係を見ると $\tau_*=\tau_{*c}$ となっており、現在の砂州形態とそこに形成されるM型の淵は、維持されやすい環境下にあるといえよう。

〔小規模河床波とS型の淵〕 S型の淵は、反砂堆の形成過程において河床材料の分級が進んだ結果であり、Upper regimeで、 H/d_m と τ_* が一定の範囲内にあり、しかもステップの最大粒径が移動しないことが反砂堆の発生条件とされている³⁾。当該砂防流路で検証すると $F_r\leq 0.8$ で、平均年最大流量相当ではステップ礫($d_{max}=0.5\sim 1\text{m}$)は移動しにくく、反砂堆の形成条件を満たしている。またケネディーの式で淵の間隔 λ を試算すると $\lambda=20\text{m}$ となり、実現象と類似した結果になっていることから、安定したS型の淵であると推察される。淵の深さ Δ は $0.6\sim 1.0\text{m}$ であり、 $\Delta/d_m=1.4\sim 2.3$ であった。

おわりに

たから流路工の着工当初から瀬と淵の創造に取り組んでいたが、今回の調査結果をとおして、流路内には多種の淵が存在し、代表的な淵については土砂水理学的な説明もある程度は可能であり、比較的安定していることが明らかになった。今後は瀬と淵の消長に注視しながら調査観測を継続し、検討精度を高めるとともに、より良い溪流環境づくりに資したい。

〔参考文献〕

- 1) 柘木・松村・澤田・渡部・野田 砂防構造物を有する河道における瀬と淵の形成に関する検討 平成9年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 山本晃一 沖積河川学 ~堆積環境の視点から~ 山海堂
- 3) 芦田・江頭・安東 階段状河床形の発生機構と形状特性 京大防災研年報第27号B-2 昭和59.4

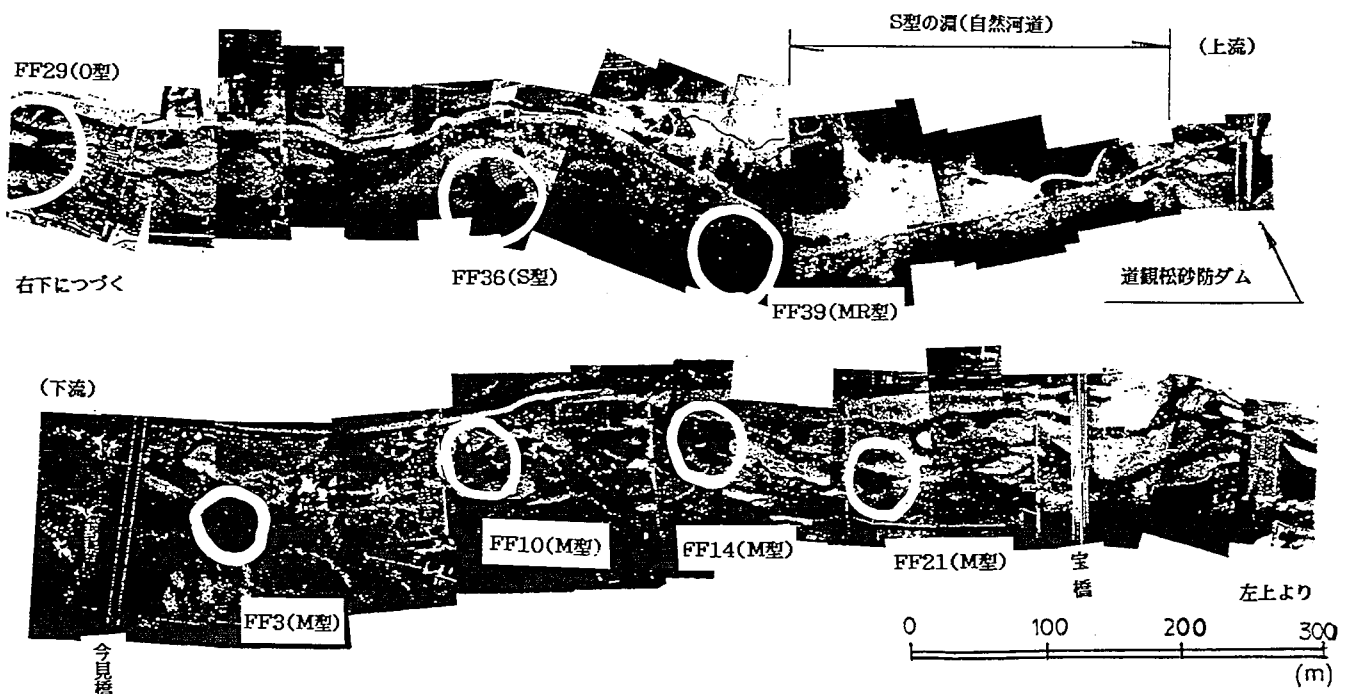


写真 たから流路工の全景と河道内の瀬と淵

撮影年月日/平成9年11月