

Ⅱ-11 スリット付き落差工の上流に形成される浸食流路の特性

徳島大学大学院 学生員 ○白原 康史

徳島大学工学部 正会員 岡部 健士

徳島大学工学部 正会員 竹林 洋史

1. はじめに 渓流砂防施設の一つである落差工は、河床の洗掘を防ぎ、勾配や断面形状を安定化するなど高い治水効果を発揮している。その反面、満砂後に土砂調節効果が低下することや、下流部への土砂供給がないため、河床低下や海岸後退等の様々な弊害を発生させている。また、生態系保全の立場からは、水生生物の移動障害となるなどの問題もある。落差工にスリットを付設すると、落差工上流域に浸食流路が形成されることによって、これらの問題を解決するものとして期待され、その施工数も増加傾向にある¹⁾。しかし、スリット付設された落差工上流域には必ずしも十分な浸食流路が形成されるわけではない。その原因を、岡部ら²⁾は、落差工直上流に生じる軸がほぼ水平の強い渦構造にあると考えた。そこで本研究では、一般的に付設されている矩形型のスリットから、通水断面積を大きくした台形型にすることにより、上述の渦構造の影響を軽減できるのではないかと考え、形成される浸食流路の違いを模型実験により観測した。

2. 実験の設備と方法 実験には、幅 70cm、長さ 400cm、勾配 1/400 の長方形断面水路を用いた。水路の主構造はラッカー塗装により滑面仕上げされた木製水路である。本水路の下流端に図-1 に示すような合板製の落差工モデルを立てこみ、この上流側 280cm の区間に平均粒径 1.25mm の 3 号珪砂をほぼ満砂状態で敷詰めて(詳細は語述)、1つのスリット付き落差工区間の可道半幅モデルとした。砂層の厚さは、流路の蛇行を抑制するためスリットのある水路側面沿いで 15cm、スリットのない側で 17cm とし、この間で直線的に変化させた。

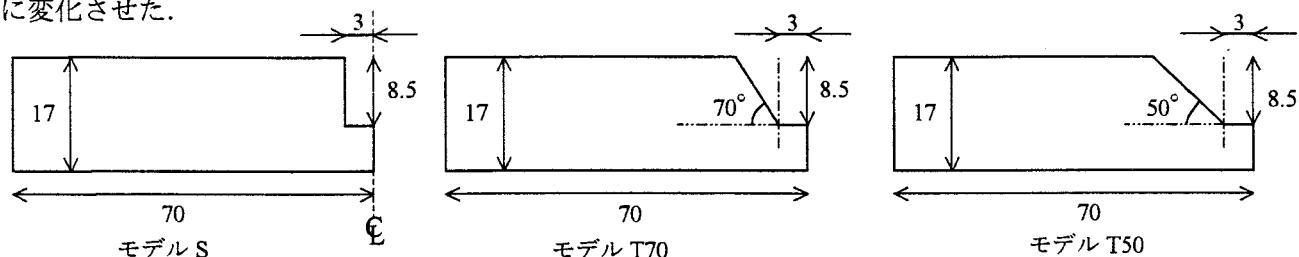


図-1 実験に用いた落差工モデル(図中の寸方数字の単位は cm)

実験は、表-1 に示す 6 ケースを実施した。実験では、図-1 の各落差工モデルの場合について、0.4l/s および 0.8l/s の定常流量を通水し、静的平衡状態に達するまで浸食流路の発達過程を観測した。この間、表-1 に示す通水時間ごとに、その直前に水位縦断分布を計測し、通水を停止して浸食流路の横断形状を計測した。計測断面は、落差工モデルから 0,5,10,15,20,40,60,100,140,180,220,260(cm)の位置に設定した。

3. 実験結果および考察 通水開始後の短時間の内にスリット直上に図-2 に示すようなホール(穴)が形成され、いわゆるデルタ肩に類似した縦断勾配の急変点が出現。デルタの位置(スリットからの距離)と高さがほぼ一定のままで浸食流路が上流に伸展した。

実験結果として、浸食流路の発達

表-1 実験ケースと計測時間

Case	落差工モデル	流量 (l/s)	断面計測時の通水時間 (min)
1	S	0.4	15,30,60,120,380
2	T70	0.4	13,34,60,122,370
3	T50	0.4	10,25,60,120,360
4	S	0.8	10,25,60,120,360
5	T70	0.8	10,25,60,120,360
6	T50	0.8	10,25,60,120,360

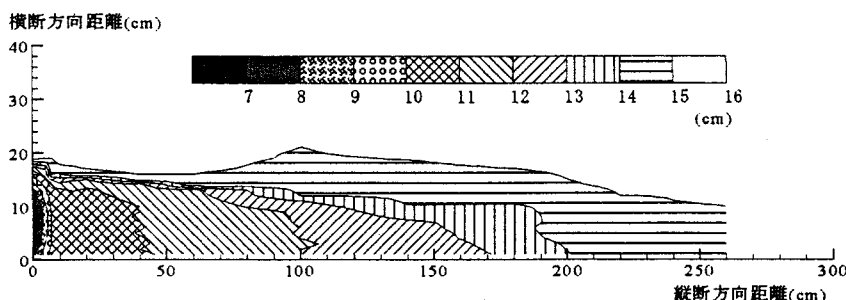


図-2 通水開始から 10 分後の河床位コンター

過程は発表会場で述べるとし、ここでは、最終河床形状について流路中央の縦断分布図を図-3に、縦断距離40,100,180(cm)位置の横断分布図を図-4に示す。

a)縦断形状 図-3の落差工直上部分において、流量0.8l/s, 0.4l/sの河床位はそれぞれと

もに、スリットの通水断面面積の増加に伴って下がっている。これは、渦構造の規模が通水断面面積の増加によりある程度軽減されたためだと考えられる。しかし、河床位の違いは、それほど大きいも

のではなかった。よって、今回のように通水断面面積を増加させたスリット形状であっても、上流方向への滑らかな浸食流路の形成は困難であると考えられる。また、流量0.8l/s(Case4~Case6)の河床が、0.4l/s(Case1~Case3)に比べ高くなっているのは、流量の増加とともに、渦構造による接近流の堰上げ、砂礫の上流への再運搬の影響が大きくなったためだと考えられる。

b)横断形状 図-4より、落差工直上部分だけではなく、かなり上流においても通水断面面積が浸食流路の幅、深さともに影響している。特にその違いは、流量が0.8l/s(Case4~Case6)の場合に顕著である。これは水深が大きくなる分通水断面面積の影響が大きくなったためだと考えられる。また、流量の違いは、深さよりも流路幅に大きな影響を与えるようである。つまり、浸食流路上流について、通水断面面積は、流量が大きいほど特に流路幅に対して大きな影響を与えるものと考えられる。

4. 静的平衡勾配に関する検討 実験水路の最終河床の縦断勾配を移動限界勾配に達したものとし、理論値との比較を行なった。理論値は、移動限界勾配と流路幅の関係式(1)を求め、実験値の平均流路幅を与えて移動限界勾配とした。実験値は河床勾配ではなく、エネルギー勾配とした。比較を行った結果を表-2に示す。表-2より実験水路のエネルギー勾配はスリット形状に関係なく、ほぼ移動限界勾配に達していたといえる。

$$I_c = (0.055sd)^{1/7} \left(\frac{B}{Qn} \right)^{6/7} \quad (1)$$

5. おわりに 本研究では、落差工に付設されるスリット形状の差異によって、落差工上流域に形成される浸食流路の特性を、模型実験により検証した。実験結果より、落差工直上部分だけではなく、落差工からかなり上流においても落差工の通水断面面積が浸食流路の幅、深さともに大きく影響していることが示された。また、その影響は流量が大きいほど顕著であった。しかし、通水断面面積を大きくしただけでは、上流方向への滑らかな浸食流路の形成にはいたらなかった。

参考文献 1)大久保駿,阿部宗平,水山高久:スリットを有する砂防ダム,床止めの建設実態,新砂防,Vol.48.No.5,pp.66-20,1996. 2)岡部健士,榎本真二,穴瀬康雄:ベーン工の付設によるスリット付き砂防ダムの改善に関する実験的検討,水工学論文集,第42巻,pp.937-942,1998

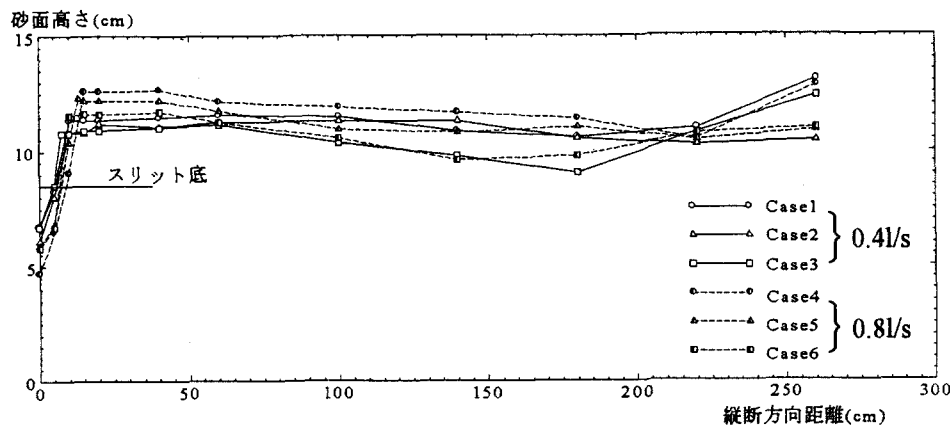


図-3 河床位の縦断分布図

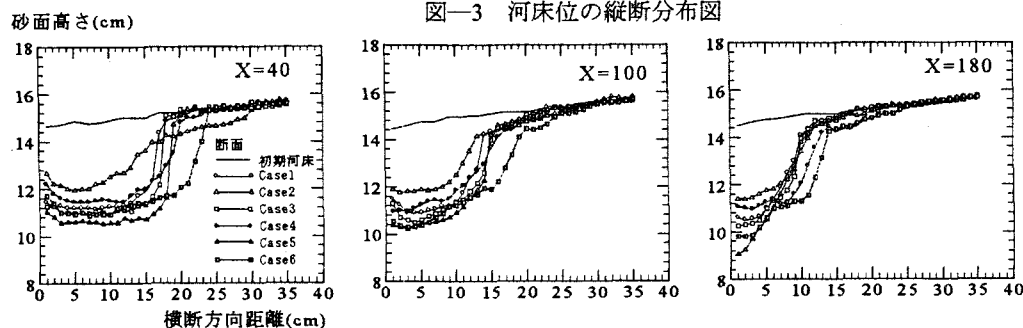


図-4 河床位の横断分布図

Case	実験による川幅 B平均(m)	理論値 I_c	実験値 I_c
Case1	0.2438	0.012	0.01
Case2	0.2884	0.013	0.01
Case3	0.2174	0.011	0.01
Case4	0.2884	0.0079	0.008
Case5	0.3162	0.0085	0.008
Case6	0.299	0.0079	0.008