

48 多段落差工を有する水路の実験的考察

(財)建設技術研究所 ○坂東 高

建設省 砂防課 船橋準幸

宮城県 砂防課 千葉清隆

(財)建設技術研究所 阿部彦七

1. はじめに

扇状地内で高落差を有する河道部や宅地造成地域内等で造られた高落差の河道部において、流水および土砂を安全かつ無害に流下させる場合に設けられる砂防施設として、急勾配な一様水路や多段落差工水路が考えられる。急勾配な一様水路は、流れが滑らかになり水理的には有効であるが、その反面流速が速くなって、水路下流側の流路が移動河床である場合や下流流路が弯曲している場合には、河床洗掘や流水の氾濫等が生じることがある。このような場合には急勾配水路の下流端に減勢工が設けられることになるが、施工範囲が限られた場合には減勢工の規模を十分に取れないことがある。一方、高落差を有する河道部で施工範囲が限られた場合に設けられる水路工として多段落差工が考えられる。多段落差工は低落差の落差工を連結させた階段式の3面張り水路で、水脈の水叩き上への衝突と水脈が落下した際に生じる側壁面上にせり上がりによって、落差による位置エネルギーを消費させるものである。しかし、多段落差工によるエネルギーの減勢効果は明確でなく、その計画方針も定まったものがないのが現状である。そこで、今回多段落差工を有する河道部の模型実験を実施する機会があり、その減勢効果、減勢による構造物への影響について若干検討したので、ここに報告する。

2. 多段落差工の実験例

今回模型実験の対象となったT川は、流域面積 0.3859km²、流路延長1.67km、平均勾配約1/4の小溪流である。本流域は大規模宅地造成計画によって旧流路に代わり、新しく3面張流路工を施工することになった。しかし、地形条件により流路工内に河床勾配約1/4(落差約25m、長さ約100m)の急勾配部を有し、

その下流に交角が大きく、且つ曲率が小さい弯曲部を有することから、急勾配部で流速を減速させる必要があるために多段落差工が計画され、この多段落差工の落差、間隔を模型実験により検討することになった。実験では多段落差工の縦断形状について3タイプを検討した。表-1にT川の計画諸元と落差工の諸元を、図-1に多段落差工の形状を示す。なお実験は模型縮尺1/20でフルードの相似則によった。

表-1 T川の計画諸元と落差工諸元

計画流量 (Q)	18.1 m ³ /sec	水路幅 (B)	3.0 m
河床勾配 (i)	1/40	単位幅流量 (q)	6.03 m ³ /s/m
計画水深 (h ₀)	1.2 m		

多段落差工の諸元					
TYPE	全長 L' (m)	全落差 H' (m)	落差 H (m)	間隔 (1) (m)	L (H+h ₀)
I	80.0	24.5	1/3.27	2.5 m (9基)	10 m 2.70
II	77.5	24.4	1/3.17	2.5m (1基) 2.0m (10基)	10 m 2.70 7.5m 2.34
III	92.5	24.6	1/3.70	2.5, 1.5, 1.5mの3基の組合せ4回	10, 7.5, 7.5mの組合せ 2.70, 2.78, 2.78の組合せ

図-1にT川の計画諸元と落差工の諸元を、図-1に多段落差工の形状を示す。なお実験は模型縮尺1/20でフルードの相似則によった。

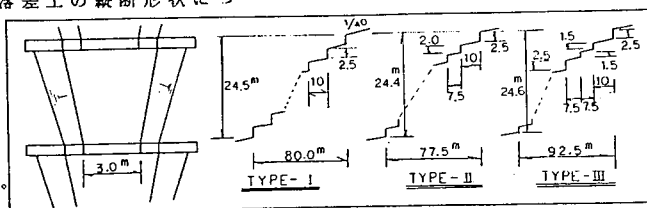


図-1 多段落差工の概略形状

3. 多段落差工における減勢効果

多段落差工におけるエネルギーの損失は、水脈の落下による水叩き面への衝突、水叩き面の摩擦お

よび落下水脈の側壁面上へのせり上がりによって生じるものと考えられる。芦田ら¹⁾によると、水叩き面への衝突による損失は落差の5～6割とされ、また阿部ら²⁾によると、水叩き面での摩擦損失はほとんどないと報告されている。このことから、多段落差工では側壁面上へのせり上がり(図-2)の損失をどの程度見込めるかが重要な要素となる。

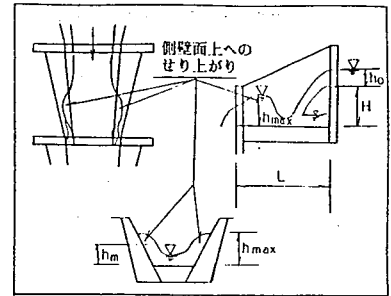


図-2 落差工の水叩き部の流況図

図-3に多段落差工の縦断形状の違いによる上下流の水通し部におけるエネルギーの減勢率の変化を示す。図の縦軸 $\Delta E/H$ が1になると、落差の位置エネルギー分が消費されたことになる。図より今回検討したどの形状($L/(h_0+H)=2.3 \sim 2.8$)においても、落差の位置エネルギー分の90～110%を消費させている。しかし、タイプⅢ($L/(h_0+H)=2.7 \sim 2.8$)が流れ方向の減勢率の変化が少なく、流れが安定していることになる。また、図-4にタイプⅢの形状で単位幅流量を変化させた場合の減勢率を示す。図より単位幅流量が3～10 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ に変化しても減勢率は90～110%であるが、単位幅流量が10 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ では、流れ方向の減勢率の変化が大きく、流れが不安定になることを示している。

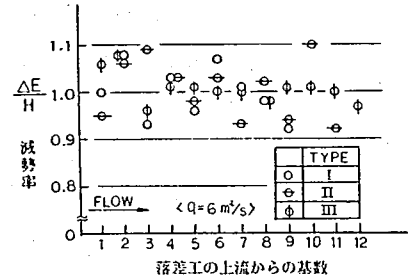


図-3 縦断形状による減勢率の変化

4. 構造物への影響

多段落差工は、エネルギーをある程度減勢させることができる反面、図-2に示すように水脈が側壁面上へせり上がって水位が上昇することになる。図-5に水通し上の平均水深と水叩き上の最大水深の変化(多段落差工への流入時の平均水深との比)を示す。図より水通し上の平均水深はほぼ1であるが、最大水深は流入時の水深の2倍程度となる。また、図-6は最大水深の変化を単位幅流量について示したもので、単位幅流量が3 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ では流入時水深の約1.5倍、10 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ では約2.2倍となっている。

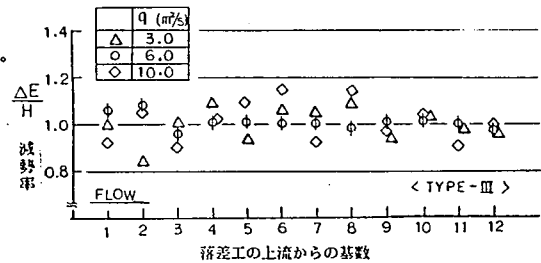


図-4 単位幅流量による減勢率の変化

5. おわりに

以上、T川の模型実験を例に多段落差工のエネルギーの減勢効果、構造物への影響について若干検討した。今回の検討は、限られた範囲でのもので、今後落差工の落差、間隔、単位幅流量等を広範囲に変えて、検討を進めていく予定である。

<参考文献> 1) 芦田, 高橋, 水山: 流路工計画に関する水理的研究、新砂防97、1975. 2) 阿部, 下東, 福本: 床固工水叩き下流の局所洗掘と護床工の形状、土木技術資料29-5、1987.

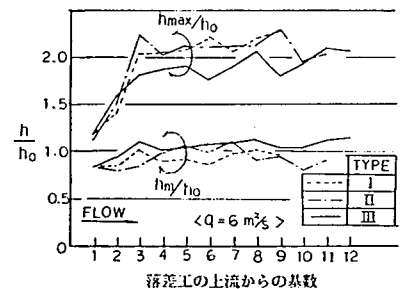


図-5 縦断形状による水深の変化

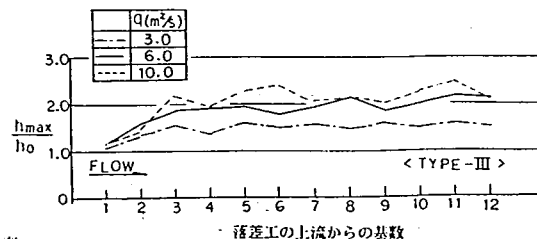


図-6 単位幅流量による最大水深の変化