

傾斜した堰による瀬と淵の形成に関する実験的研究

山口大学 正員○河元 信幸
山口大学 正員 朝位 孝二
日本水工設計(株) 伊藤 修治

1. はじめに

多自然型川づくりを行うにあたり環境特性、水理特性など様々な観点から数多くの研究が行われている。その中でも、「瀬」と「淵」の存在が注目され、それらに関する研究が工学的な観点からも進められ、近年、環境特性と同時に水理特性を併せ持った研究が数多くがなされている。

本研究では、堰堤によって生じる水位によって生じる落差を利用して瀬と淵を形成させようとするものである。そのための基礎研究として、河川に一般に多く用いられる刃形堰と傾斜をつけた堰（以下、傾斜堰と称する）を用いた洗掘実験を行い、刃形堰と傾斜堰の実験結果を比較する。従来の堰堤構造物は、洗掘防止のため、堰堤後方に水叩き等を設置することが一般的であった。しかし、本研究では堰堤に傾斜を付けることにより、堰堤直下部の局所洗掘を軽減し、かつ、洪水の力を利用して淵と瀬を創り出そうとするものである。また、得られた結果から、より河川構造物に安全であり、さらに、コストや施工性、平水時の魚の通行なども考慮に入れた落差工に基づく瀬・淵の創造工法を確立することが本研究の最終的な目的である。

2. 実験装置・実験条件・実験方法

実験装置は、長さ 600cm、幅 60cm、深さ 25cm のアクリル製開水路で行い、堰堤後方の水路床面には一様粒径（平均粒径(d)が 0.1435cm と 0.1015cm の 2 ケース）の砂を敷設した。なお、水路勾配は河川中小流域を想定し 1/1000 とした。

実験に用いた堰堤は、全幅刃形堰と傾斜堰であり、高さは 3cm とした。また、傾斜堰の傾斜角度は、 $\tan \theta = 3/6$ 、 $3/30$ 、 $3/90$ の 3 ケースを用いた。

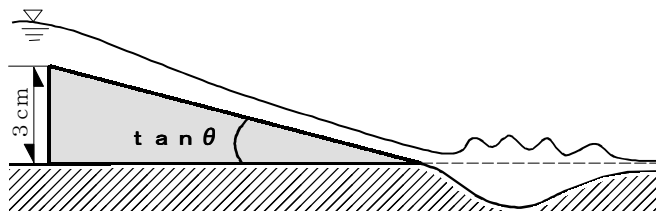


図1 傾斜堰形状

また、流量(Q)は、1000、3000、5000、7000cm³/s の 4 ケースとし、静水時の下流側水深は 0 cm とした。

3. 実験結果（刃形堰と傾斜堰の比較）

a. 堰堤直下部の洗掘深の比較

図1は、堰堤直下部の洗掘深の比（傾斜堰／刃形堰）と、流量比(Q/Q_0 : $Q_0=1000\text{cm}^3/\text{s}$)を用いて、刃形堰と傾斜堰の堰堤直下部洗掘深の比較を行っている。

傾斜角度の緩やかな場合 ($\tan \theta = 3/30$ 、 $3/90$) は、流量に関わらず刃形堰より、堰堤直下部が洗掘されず、約 60～80%程度の洗掘が軽減されている。しかし、傾斜角度の急な場合 ($\tan \theta = 3/6$) には、流量の増大に伴い洗掘深比が増大し、その軽減度合が小さくなる傾向が確認できる。

b. 最大洗掘深の比較

図2は最大洗掘深の比と、流量比を用いて、最大洗掘深の比較を行っている。

傾斜角度の緩やかな場合には、流量の増大に伴いほぼ一定の軽減を示す。このことから、流量の増大にともない刃形堰に比べ最大洗掘深は、一定の度合で減少することが推察される。傾斜角度の急な場合には、流量の増大に伴い最大洗掘深比が変化し、軽減度合が変化する傾向が確認できる。

c. 最大洗掘深位置（堰堤からの距離）比較

図3は、最大洗掘深位置（堰堤からの距離）の比と、流量比を用いて最大洗掘位置の比較を行っている。

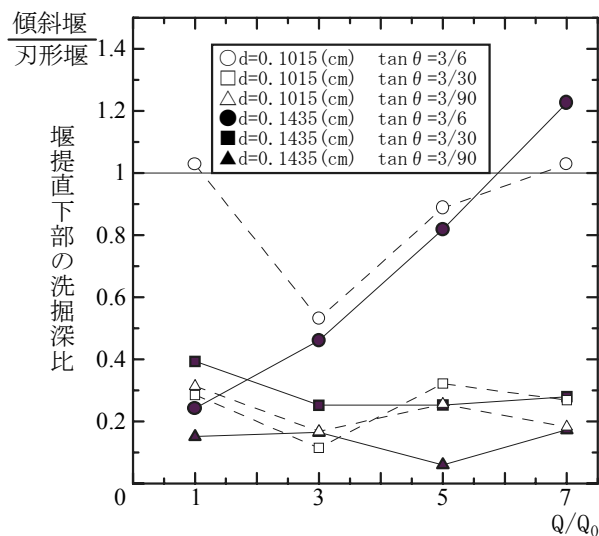


図2 堰堤直下部の洗掘深比

キーワード：局所洗掘・堰堤構造物・構造物周辺の洗掘

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 電話：0836-85-9319 FAX：0836-85-9301

傾斜角度の緩やかな場合では、その値が大きく流量に関わらず刃形堰に比べ堰堤から離れていることが確認できるが、傾斜角度の急な場合には刃形堰に近い傾向を示していることが確認できる。

以上のことから、堰堤の傾斜角度が緩やかな場合、刃形堰より堰堤から離れた位置に最大洗掘深が生じるが、傾斜角度が急な場合には、流量の増大に伴いその位置は、刃形堰と近くなることが考えられる。

d. 洗掘長の比較

図4は、洗掘長の比と、流量比を用いて両堰の洗掘長の比較を行っている。

図から、傾斜堰は砂粒径、流量、傾斜角度の条件に関わらず、全てのケースで刃形堰と比較して洗掘長が長くなる。また、一部のケースを除き流量の増大に伴い、その値が減少する傾向を示している。このことから、流量の増大に伴い洗掘長の増大度合が小さくなることが推察される。

また、一部のケースを除き、傾斜角度 $\tan \theta = 3/6$ 、 $3/90$ 、 $3/30$ の順に最大洗掘長が長くなっている。

このことから、堰堤の傾斜角度を緩やかにすれば、洗掘長も比例して長くなるのではなく、洗掘長を最も長くする傾斜角度が存在することが考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見についてまとめると以下の通りである。

傾斜角度が急な場合は、流量、粒径の条件によっては、堰堤直下部分が刃形堰より深く洗掘される場合がある。また、最大洗掘深を生じる位置は、流量の増大に伴って刃形堰の結果に近くなる傾向がある。そして、洗掘長は刃形堰に比べると長くなることが確認された。

傾斜角度が緩やかな場合は、堰堤直下部が刃形堰に比べて洗掘深が浅いため河川構造物周辺部に与える影響が少なく安全であること。また、傾斜角度が緩やかなため流水の力は鉛直方向に弱く、水平方向に強くなり最大洗掘深が刃形堰に比べて浅くなり、洗掘長は長くなる。そして、最大洗掘深を生じる位置は刃形堰に比べ堰堤から離れた位置にとる。

瀬と淵の形成を念頭に意図的に洗掘現象を発達させることを考える場合、傾斜堰は刃形堰に比べ堰堤後方に広く浅い淵を形成するが、傾斜角度が急な場合には流量によって深い淵を形成することが推察される。

傾斜堰を施工する場合、以上のことを考慮に入れ河川固有の特性を十分に理解した上で、その河川に合う

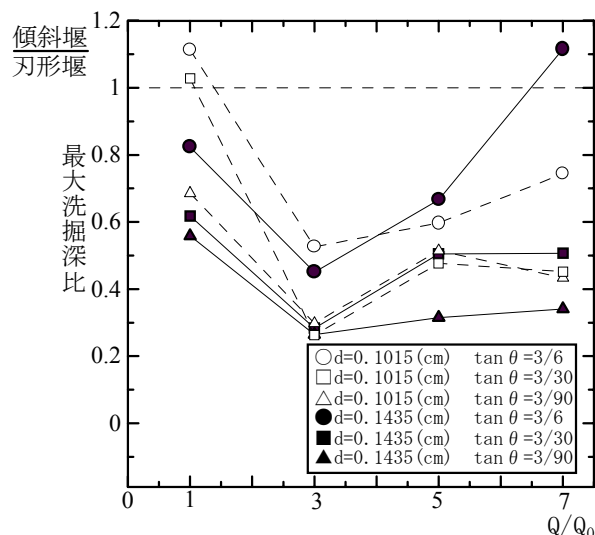


図3 最大洗掘深の比較

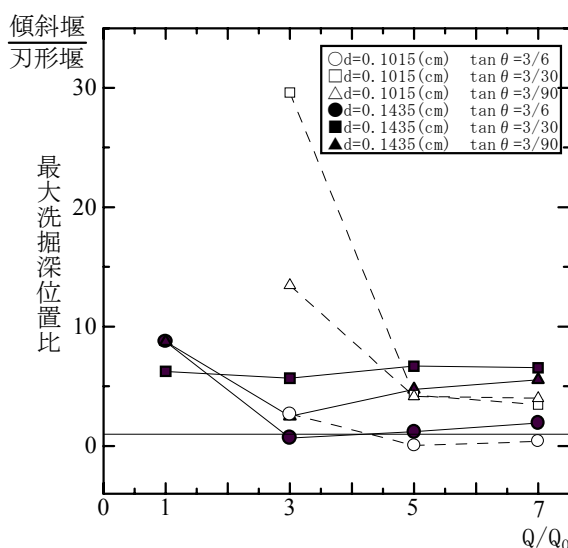


図4 最大洗掘深位置の比較

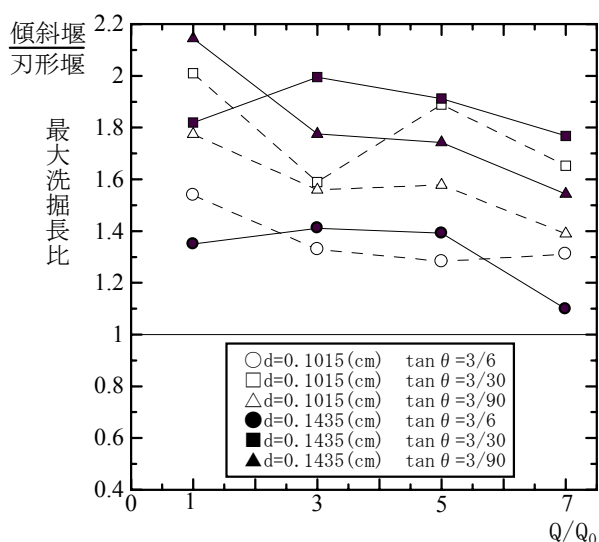


図5 最大洗掘長の比較

堰堤の傾斜角度を判断することが重要であると考えられる。