

# V字型減勢工の開度に関する実験的研究

## Experimental study on the relation of Open degree at V-type water cushion

○阿部 剛士\* 小島 信彦\*\*

Takashi ABE \* Michihiko KOJIMA \*\*

### 1 はじめに

急勾配の水路やダム洪水吐の下流部において、水勢を弱めて流水を制御するために減勢工が設置される。その方式には跳水式や自由落下式等があるが、衝撃や騒音等により近隣生活者から苦情が出ることがある。水クッション型減勢工は流下する水脈を静水池等の水塊に衝突させることにより減勢するもので、騒音や振動が少なく住宅地周辺での減勢の手段として有力である。この中で直角V字型減勢工は、工事費が低廉で、高水時の掃流力により土砂堆積が少なく、維持管理が容易であり、普及が期待される減勢手段の一つである。

しかし、高水時に水クッション下流での跳ね上がりが高く、飛沫が水路外に飛び出してしまいうこともあり、射流状態の流水を制御するため、段落斜面の角度ならびに這い上がり斜面との間の開度、水クッションの深さの決定方法を確立する必要がある。

本研究は、V字型減勢工の水クッション部分の適切な開度を検討するため、長野県軽井沢町での施工計画を原型に、フルードの相似則により縮尺 1/10 模型を製作し、水理模型実験を行ったものである。

### 2 実験

#### (1) 実験装置および方法

実験水路は、幅 16cm、上下流いずれも勾配 1/33 の長方形断面で、側壁は両面アクリル樹脂製、底床は木製とした。実験装置は図 1 に示すように、上下流の落差  $W$  を 27.5cm、水クッション深さを 15cm、段落斜面高さを 42.5cm とし、流下する傾斜角  $\theta_1$  は  $30^\circ$  と  $45^\circ$  の 2 種類、水クッションの開度  $\theta_2$  は  $60^\circ$ 、 $90^\circ$  および一部  $120^\circ$  とした。

表 1 に流下角度と開度の組合せを示す。

水クッション深さの決定は、 $\theta_1=45^\circ$  かつ  $\theta_2=90^\circ$  の直角V字型減勢工 [特開 2006-70537] を基に、水クッション突入速度の理論式の係数  $\alpha=0.8$  とおき、デフレクターの這い上がり高さの計算式<sup>1)</sup>から 15cm とした。

流量は  $Q=6.8, 9.1, 13.7, 18.2, 22.8\text{L/s}$  の 5 段階に設定した。この流量は、それぞれ、原型の常時排水量、1/10 確率排水量の 40%、60%、80%、100%にあたる。

上流水深  $H_1$  及び下流水深  $H_2$  を測定し、減勢効果と開度との関係を求めた。水深は波高計により 20Hz、50 秒間で計測し値の平均とした。水面波形は波高計データと撮影した映像を映像管理・編集ソフトで BMP ファイルを切り出した画像から、測定し作成した。

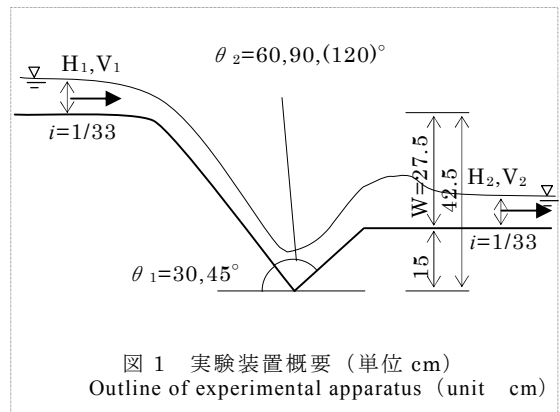


図 1 実験装置概要 (単位 cm)  
Outline of experimental apparatus (unit cm)

表 1 実験装置の流下角度及び開度  
Combinations of flowing inclination angle and open degree

開度 $\theta_2$	60°	90°	120°
流下角 $\theta_1$			
30°	○	○	—
45°	○	○	○

\*長野県北信地方事務所 Nagano Prefecture Hokushin Regional Office、\*\*明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University, キーワード：減勢工、水利構造物、水理模型実験

## (2) 実験結果

開度及び流量毎の上流水深  $H_1$  と下流水深  $H_2$  の測定結果から、下式によりエネルギー損失  $\Delta E$  を算出した。

$$\Delta E = (E_1 + W) - E_2 = \left( \frac{v_1^2}{2g} + H_1 + W \right) - \left( \frac{v_2^2}{2g} + H_2 \right)$$

図 2 に流量  $Q$  とエネルギー比  $\Delta E / (E_1 + W)$  との関係を示す。

一般的に流量が増加するとエネルギーの損失割合が減っており、減勢効果の低下が見られた。とくに、流下角度  $\theta_1$  が  $45^\circ$  で開度  $\theta_2$  が  $120^\circ$  のケースにおいては、流量の増加に伴う減勢効果の低下が著しく、これ以外の組合せと比べると 7 割程度の減勢効果になった。 $\theta_1$  が  $30^\circ$  と  $45^\circ$ 、 $\theta_2$  が  $60^\circ$  と  $90^\circ$  においては、流下角度や開度によるエネルギー損失に大きな差は見られなかった。

図 3 から図 6 に  $Q=22.8\text{L/s}$  時の最大流況の水面波形を示す。這い上がった頂点からやや下流の位置にピークがきた。

図 3 と図 5 のように  $\theta_2$  が  $60^\circ$  の場合、水クッションでの減勢効果は少なく、空中に飛び上がり落下地点の水のクッションで弱まるスキージャンプ式減勢工のように、下流上方に飛び出す水面波形となった。流量が多い場合、水しぶきが大きく発生し、水路外へ飛び出すこともあった。 $\theta_2$  が  $90^\circ$  の場合、どちらも水クッション内での減勢が見られているが、流量が多い場合、水しぶきの課題が少なからず生じた。

## 3 考察

$\theta_2$  が  $90^\circ$  であれば、 $\theta_1$  が  $30^\circ$  と  $45^\circ$  のどちらも減勢は良好であるが、 $\theta_1$  が  $30^\circ$  は斜面長が長くなるため、施工の規模やコストを考えると  $45^\circ$  の方が有利と考えられる。

今後、減勢効果を高めるために水クッションを深くする等の実験を重ね、適切な水理諸元の決定方法の確立に向けて検討を進めたい。

謝辞 本研究にあたり、資料を提供いただいた山本光元 明治大学教授、盛田建一氏とともに、ご協力いただいた関係者の皆様に改めて深謝致します。

[引用文献] 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「頭首工」, 583 (2008)

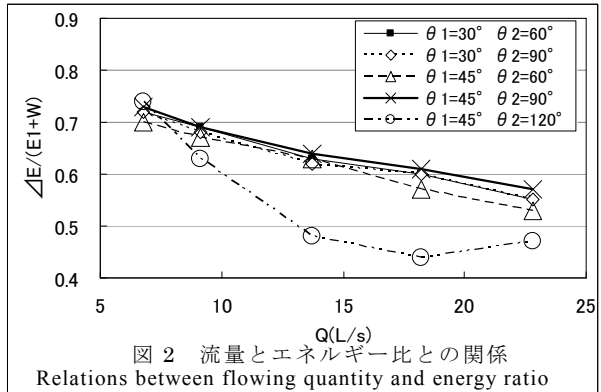


図 2 流量とエネルギー比との関係

Relations between flowing quantity and energy ratio

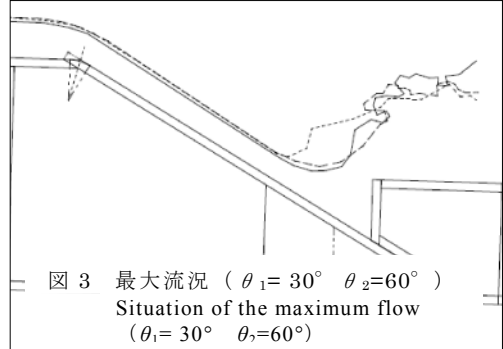


図 3 最大流況 ( $\theta_1=30^\circ$   $\theta_2=60^\circ$ )  
Situation of the maximum flow  
( $\theta_1=30^\circ$   $\theta_2=60^\circ$ )

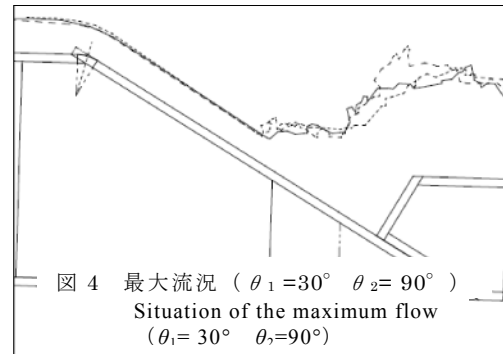


図 4 最大流況 ( $\theta_1=30^\circ$   $\theta_2=90^\circ$ )  
Situation of the maximum flow  
( $\theta_1=30^\circ$   $\theta_2=90^\circ$ )

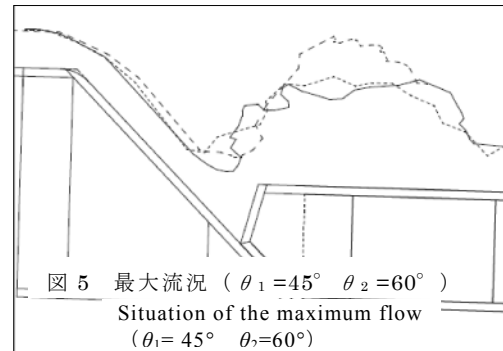


図 5 最大流況 ( $\theta_1=45^\circ$   $\theta_2=60^\circ$ )  
Situation of the maximum flow  
( $\theta_1=45^\circ$   $\theta_2=60^\circ$ )

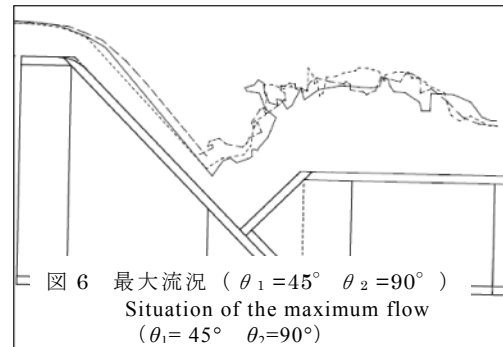


図 6 最大流況 ( $\theta_1=45^\circ$   $\theta_2=90^\circ$ )  
Situation of the maximum flow  
( $\theta_1=45^\circ$   $\theta_2=90^\circ$ )