

# 直角 V 字型減勢工の水クッション内における模型実験と粒子法解析の流況比較 Comparison of the Flow Conditions of the Water Cushion between Fluid Analysis by MPS and the Hydraulic Model Test in 90 degrees V-shaped Energy Dissipator

○阿部 剛士\* 小柳 亮\*\* 小島 信彦\*\*

ABE Takashi \* KOYANAGI Ryo \*\* KOJIMA Michihiko \*\*

## 1 はじめに

農業用水利構造物において、自由水面が大変形する水理現象を粒子法で解析した事例として、田中ら<sup>1)2)</sup>の研究がある。田中らは粒子法による流体解析のための統合環境の開発を行うとともに、落差工においてナップの形状確認を行い、適用性について実証している。

筆者らは、直角 V 字型減勢工<sup>3)</sup>に粒子法の一解法の MPS 法<sup>4)</sup>を適用し解析した事例<sup>5)</sup>を紹介した。Fig.1 は、その結果を示したものである。水路から減勢工に入る上流側勾配変化点において、実験では水路底に張り付き流下するものの、解析では水路底面から離れ飛び出す。水路底に張り付いて流れ落ちていくのは流速の上昇に伴う周辺圧力の低下に起因し張り付いていく現象と判断されるが、MPS 法においては基本的に粒子間相互作用に斥力を考えており、圧力低下による引力についての考慮を含有するに至っていない。これについては、検討を進

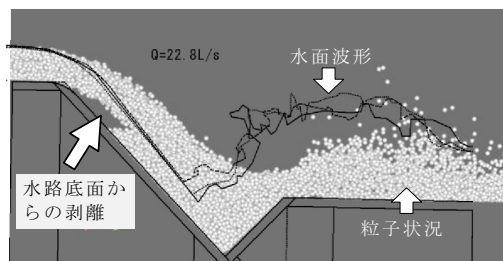


Fig.1  $Q=22.8\text{L/s}$  時の実験の水面波形(実線)と解析の粒子状況

Water surface profile at  $Q=22.8\text{L/s}$  by Experiment and Analysis

める必要がある。

このため、本研究では、MPS 法による解析における V 字型減勢工内の挙動と水クッション下流での跳ね上がりについて焦点を絞り、水クッション内の流れの状況を比較した。

## 2 実験装置および方法

実験水路は、幅 160mm、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製、底床はベニヤ製とした。実験装置は Fig.2 に示すように、上下流の落差  $W$  を 275mm、水クッション深さ  $D$  を 150mm とした。流量は  $Q=22.8\text{L/s}$  とした。

水面波形は、撮影した映像から静止画を切り出し、CAD で測定した。また、流れの状況は、撮影した映像より確認した。

## 3 解析

解析に用いたモデルを Fig.3 に示す。本研究では直角 V 字型減勢工の斜面上 (Fig.

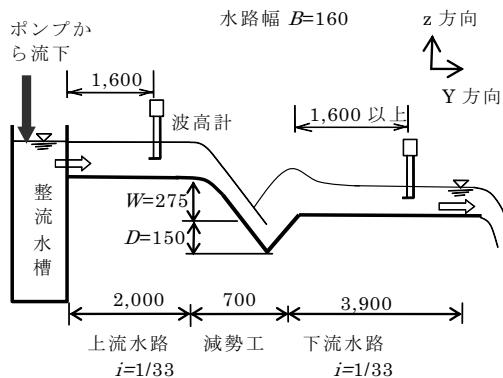


Fig.2 実験装置全体図  
Overall view of experiment apparatus

\*長野県佐久地方事務所 Nagano Prefecture Saku Regional Office、\*\*明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University, キーワード：直角 V 字型減勢工、水理模型実験、粒子法

3に示した矩形の流入境界およびその方向)から実験と同様の22.8L/sの粒子を流下させた。

解析条件は、初期粒子間距離 $l_0$ が11mm、影響半径 $r_e$ が $3.1l_0$ 、クーラン数の上限値 $C_{max}$ が0.2、自由表面境界 $\beta$ が0.97、解析時間 $t$ が15秒間とした。

解析にはプロメテック・ソフトウェア株式会社製Particleworks 3.0.1を用いた。

#### 4 実験と解析の比較

Fig.4に実験の水面波形と流れの状況を示す。実験では、水クッション内での減勢は少なく、その下流で空気を巻き込みながら減勢する。

Fig.5に解析における粒子の状況と実験の水面波形を重ねたものを示す。水クッション内以降の水面波形も、本解析では一致する。

Fig.6に解析における速度ベクトルと実験の水面波形の重ね図を示す。実験で透明に見える箇所は空気の混入と減勢が無く、解析の流線密度の濃い箇所と一致している。また、実験における巻き込み状況も表現できる。

#### 5 考察

減勢工部に焦点を当てると実験と解析が合致しており、設計段階での様々な条件の確認ができると言える。減勢工流入部の剥離の課題を解決すると、流れ全体の把握が可能となり、設計において、より有用なツールとして活用できると考えられる。

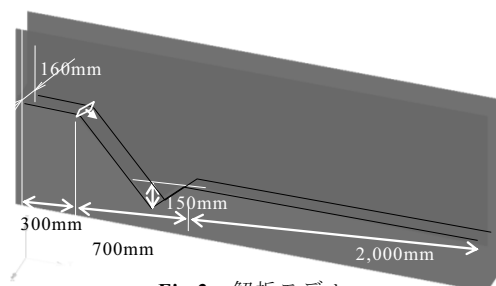


Fig.3 解析モデル  
Overall view of analysis model

謝辞 本研究にあたり、粒子法コードユーザーグループ会員の方々とともに、プロメテックソフトウェア株式会社の皆様に多大なる御協力を頂きました。ご協力いただいた関係者の皆様に改めて深謝致します。

[参考文献] 1) 田中良和、島武男、向井章恵、樽屋啓之、中達雄(2006):自由水面が大変形する局所急変流解析のための粒子法流体解析の統合環境の開発、農業土木学会論文集 No. 246, pp95-101. 2) 田中良和、向井章恵、樽屋啓之(2008):落差工の設計における粒子法の適用可能性の検証、平成20年度農業農村工学会大会講演会要旨集, 332-333. 3) 山本光男、山下欽次、盛田建一(2011):特許第4723214号(2011.4.15). 4) 越塚誠一(2005):粒子法、丸善. 5) 阿部剛士、小島信彦:直角V字型減勢工における模型実験と粒子法による流体解析の水面形状比較、平成23年度応用水理研究部会講演集、16-21.

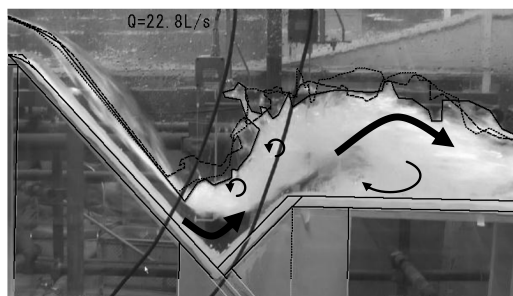


Fig.4  $Q=22.8L/s$  時の水面波形  
Water surface profile at  $Q=22.8L/s$

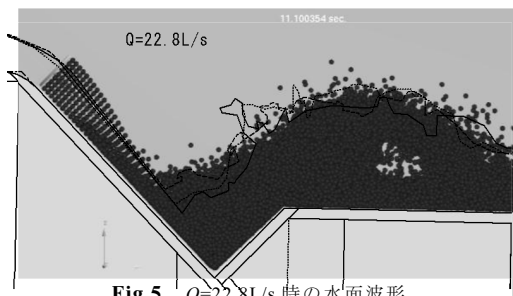


Fig.5  $Q=22.8L/s$  時の水面波形  
Water surface profile at  $Q=22.8L/s$

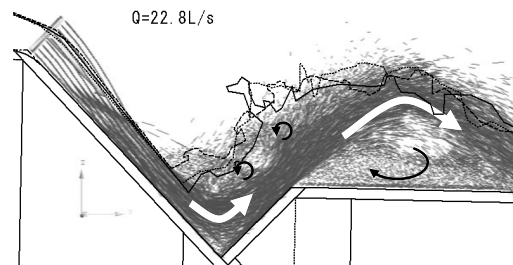


Fig.6  $Q=22.8L/s$  時の水面波形  
Water surface profile at  $Q=22.8L/s$