転波列性サージのスリットダム通過における波動特性変化に関する実験的検討

1.はじめに:透過型砂防堰堤は急流河川での土砂制 御のために広く用いられている。これらのダムは土 石流流下時に土砂や流木の流下を抑止し土砂災害を 防ぐ効果がある。一方、近年の集中豪雨等による災 害において複数の段波状の土砂流が流下し被害を出 していることが報告されている。このような中で透 過型砂防堰堤の一つであるスリットダムにおける転 波列性サージの通過時の波動特性についてはまだ不 明な点が多い。転波列性サージがスリットダムを通 過する時の波動特性変化について実験的に明らかに することを目的としている。

2.実験方法:傾斜水路において間欠的なサージ状の流 れは、流れの不安定性による転波列として生成する ことが可能である。図1は長さ56m、幅10cn、深さ 15cm の透明硬質アクリル製の矩形断面水路である。 スリットダムの模型は図2のようなスリットの幅が **2cm**、4cm、6cm の 3 種類を使用し、給水系は、水 路下端の水槽の中に設置したボルッテックス型のポ ンプで水を水路上流端の制水槽に流送して給水する 循環式である。流量の制御は給水ポンプをインバー タ制御して行っている。実験に、表1に示すように、 流量Qは544.4~1397.1cm³/s、平均水深hは0.621~ 1.345cm、断面平均流速 v は 33.78~119.63m/s であ る。水路勾配 θ は 3deg である。流量の計測は水路下 流端での計量枡により計測している。水深変動の計 測は後述するように水路側面より動画を撮影し、そ れを解析に供している。撮影位置は水路上流端より 52.2m, 53.0m である。平均水深は、水路上流端から 53.0mの位置における約120秒間の水深変動の単純 平均である。断面平均流速は、流量、平均水深から 求める値である。図3は実験解析結果の一例である。 横軸に観測点での時間、縦軸に水面の位置を示し水 深の時系列を示している。図に示されているように、 間欠的に水深の急激な変化を生じる流れで、



名城大学

名城大学

名城大学

学生会員 〇仙波

新井

石川 雄規

正会員

学生会員

学

宗之

図3 解析結果一例

表1 実験条件 A									
No.	スリット幅(cm)	θ (deg)	Q(cm ³ /s)	h(cm)	v(cm/s)				
A-1-1	2.0								
A-1-2	4.0	2.0	544.4	0.62	87.7				
A-1-3	6.0	3.0							
A-1-4	なし								
A-2-1	2.0								
A-2-2	4.0	2.0	889.5	0.87	102.6				
A-2-3	6.0	3.0							
A-2-4	なし								
A-3-1	2.0								
A-3-2	4.0	2.0	1207 1	1.25	102.0				
A-3-3	6.0	3.0	1397.1	1.55	103.9				
A-3-4	なし								

表 2 実験条件 B

No.	スリット幅(cm)	スリットからの距離(m)	θ (deg)	Q(cm3/s)	h(cm)	v(cm/s)
B-1-1	2.0	1, 1.8	3.0	1400.0	1.07	130.8
B-1-2		2, 2.8				
B-1-3		4, 4.8				
B-1-4		8, 8.8				
B-2-1	4.0	1, 1.8				
B-2-2		2, 2.8				
B-2-3		4, 4.8				
B-2-4		8, 8.8				
B-3-1	6.0	1, 1.8				
B-3-2		2, 2.8				
B-3-3		4, 4.8				
B-3-4		8, 8.8				

キーワード:転波列、波動特性、傾斜水路、実験、スリットダム

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL 052-832-1151

転波列性のサージを示している。実験条件Aは流量 の異なる流れによる波高についての検討を行った。 実験条件 B はスリット模型から観測点間の距離の異 なる流れによる波高についての検討を行った。 3. 水面変動解析:清水の流下現象の画像は、1秒間に 300 フレーム(300frames/sec)で120 秒間記録する。 水面変動解析プログラムは、粒子画像流速測定法 PIV(Particle Image Velocimetry)と同じ原理の2画 像を式(1)の相互相関関数 r を用いて初めに選択した 画像から次の画像の対応領域を決める手法を用いて 水面変動の解析を行っている。式(1)の xi、yi は第1 画像、第2画像それぞれの領域のRGBの平均値であ り、相関係数rの最大値の領域を第1画像の相関領 域に対応する第2画像の領域としている。このプロ グラムは独自に開発し解析を行っているため、誤認 識と思われる点については目視による補正を行って いる。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

4. 実験・結果および考察:図4,5は異なる流量によ る流れの断面平均水深、平均波高を表したグラフで ある。図より2cmのスリットダムを設置した場合 Q=889.5cm³/sで断面平均水深、平均波高がどちらも 減少する傾向がみられた。4cmのスリットダムを設 置した場合流量が大きくなるにつれて断面平均水深、 平均波高ともに増加する傾向がみられた。6cmのス リットダムを設置した場合は、流量 Q=1397.1cm³/s で断面平均水深、平均波高が減少する傾向がみられ た。図6,7はスリット模型から観測点間の距離の異 なる流れの断面平均水深、平均波高を表したグラフ である。図よりスリットの幅が大きいほど断面平均 水深、平均波高が増加する傾向がみられたが、距離 による変化はあまりみられなかった。

謝辞 これらの実験は京都大学防災研究所宇治川オ ープンラボラトリーで行った。ここに記して関係各 位に謝意を表します。



図4 異なるスリット幅での断面平均水深



図5 異なるスリット幅での平均波高



図6スリットダムの距離に応じた断面平均水深



図7 スリットダムの距離に応じた平均波高