

非越流型水制群を伴う開水路流れの水面振動特性

熊本大学自然科学研究科 学生会員 平川隆一
 熊本大学自然科学研究科 正 会 員 大本照憲
 熊本大学工学部 学生会員 小柳亮二

1. 序論

水制を設置することによって生じる水制域内の水面振動は、水制群先端部に発生した渦の相互干渉によって引き起こされていると考えられる¹⁾。そこで本研究では、水制群を水路の片岸、両岸および先頭部の両岸に設置し、渦の相互干渉を強制的に引き起こした場合と引き起こさない場合での水面振動を計測することによって、水路両岸の渦の相互干渉および流下方向への減衰特性を明らかにすることを目的としている。

2. 実験概要

本実験に使用した水路は、長さ10 m、幅40 cm、高さ30 cmの可変勾配型の循環式直線水路である。計測部は、側壁からレーザー光が照射可能なように全面がアクリル製となっている。水路勾配は $i = 1/1000$ に設定した。座標系は水制群の右岸根付け部を原点に取り、流下方向をx軸、横断方向をy軸とし、それぞれに対応した流速成分をuおよびvとする。水制は直方体のステンレス片を使用し、その大きさは長さ $L = 10\text{cm}$ 、高さ $H = 7.5\text{cm}$ 、幅 $B = 2\text{cm}$ である。水制の設置間隔 D は水制長の2倍($D = 2L$)としている。水理条件として、水制1基目設置断面の水路中央の水深を $h = 4.5\text{cm}$ 、Frude数を0.34になるよう、下流端堰および流量を設定した。表-1に実験条件および水制配置条件を示す。

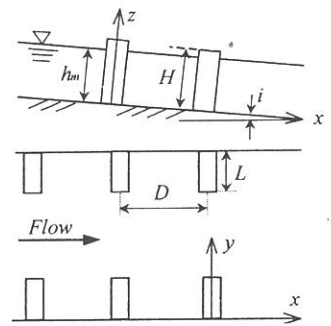


図-1 水制配置概略

水面振動の計測には超音波変位計を4台使用し、横断方向および流下方向への多点同時計測を行った。横断方向の計測位置は、右岸側壁近傍($y = 2\text{cm}$)、水制先端部($y = 10\text{cm}$)、水路中央($y = 20\text{cm}$)、左岸側壁部($y = 38\text{cm}$)であり、流下方向には、水制間中央である。

表-1 実験条件

case	21-21	21-2	21-1	21-0	2-2
水制個数(右岸)	21	21	21	21	2
水制個数(左岸)	21	2	1	0	2
流量 ℓ/s	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0

3. 実験結果

超音波変位計を1~2基間において横断方向に設置し、水面振動の4点同時計測を行った。その結果を図-2~6に示す。水制群を水路両岸に21基ずつ設置したcase 21-21の水面振動は左右逆位相であることが分かる。水面振動の周波数は 0.78Hz であり、水路両岸の水面振動の位相時間は0.66秒である。左岸の水制を2基としたcase 21-2の水面振動も左右逆位相であり、その周波数は 0.78Hz である。また左右の時間差は0.65秒である。先頭部左岸の水制を1基としたcase 21-1では、水面振動の周波数は 0.73Hz であり、他のcaseに較べて若干小さくなる。左右両岸の時間差は0.07秒であり、ほぼ左右同位相の振動が生じている。水制群を片岸のみに設置したcase 21-0では、水路両岸で逆位相の振動であり、その周波数は 0.78Hz 、時間差は0.68秒である。水制を両岸に2基ずつ設置したcase 2-2では、水面振動の周波数は 0.78Hz であり、左右の時間差が0.62秒の逆位相の振動が生じている。水面振動の大きさは、case 21-21で最も大きく、続いてcase 21-2とcase 2-2が同程度であり、次にcase 21-1とcase 21-0が同程度である。

水面振動の流下方向変化を見るために、超音波変位計を水路側岸部に、流下方向に等間隔に設置した。そのときに得られた水面振動の振幅の流下方向変化を図-7に示す。これより、水制群の配置によって水面振動の振幅は全く異なることが分かる。すなわち、水路両岸に21基ずつ設置したcase 21-21では、上流部から中流部にかけて振幅は大きくなり、中流部から下流部にかけて振幅は小さくなる。これに対して、上流部のみを両岸に設置したcase 21-2およびcase 2-2は上流

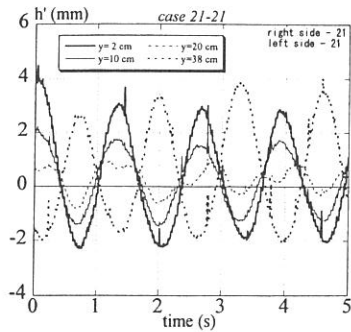


図-2 水面振動時系列 (case 21-21)

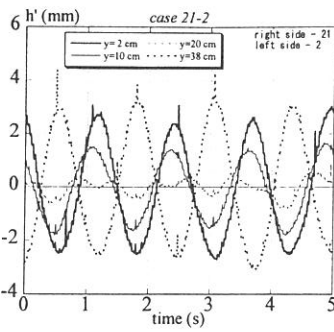


図-3 水面振動時系列 (case 21-2)

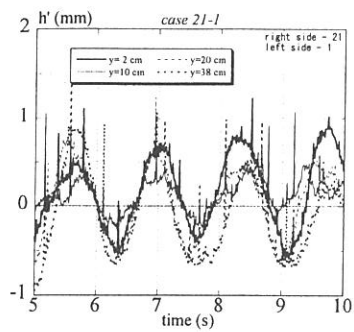


図-4 水面振動時系列 (case 21-1)

部で振幅は大きく、流下するに従い徐々に小さくなり、中流部から下流部にかけてはほとんど振動が見られない。case 21-1 では、2 基目から 4 基目にかけて振幅が他の領域に較べてやや大きくなるが、それでも 2mm 弱の値を示しており、水面振動はほとんど生じていない。一方、水路片岸のみに水制群を設置した case 21-0 では、水制設置領域全体に亘って水面振動は見られない。

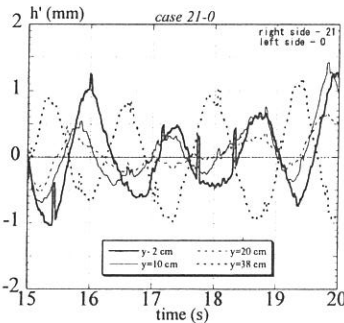


図-5 水面振動時系列 (case 21-0)

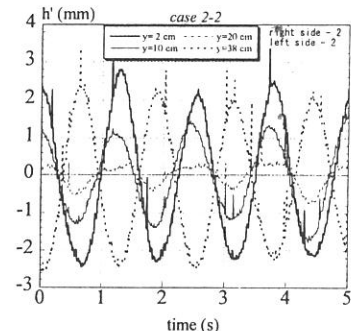


図-6 水面振動時系列 (case 0-0)

図-8 には、水路右岸近傍 ($y = 2\text{ cm}$) における、平均水位の流下方向変化を示す。これより、いずれの case においても、1~2 基間より 2~3 基間で水位が上昇し、3~4 基間で下降することが分かる。しかしながら、4~5 基間以降では、水面振動が顕著に表れた case 21-21 では流下するに従い全体的に水位は下降傾向にある。それに対して、水面振動がほとんど見られなかったそれ以外の case においては、水位は流下方向へ増大する傾向にあることがわかる。

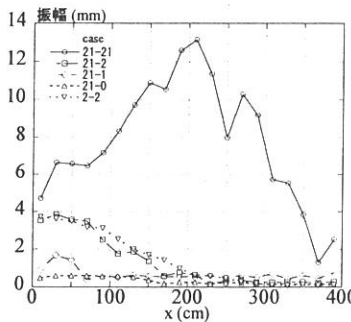


図-7 振幅の流下方向変化

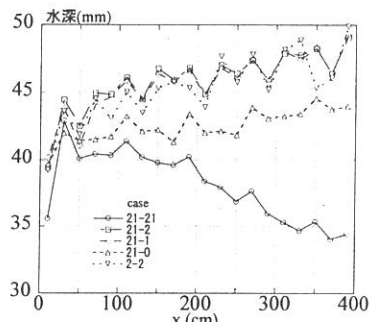


図-8 水深の流下方向変化

4. 結論

水制群を水路片岸、両岸および先頭部のみ両岸に設置し、水面振動を計測し、両岸の渦の相互干渉特性および流下方向の減衰特性を明らかにした。その結果、1 基目背後の水面振動の周期は、水制を 1 基目のみ両岸に設置した場合を除きほぼ等しくなった。水面振動の流下方向特性では、水制群を水路両岸に設置すると上流部から中流部にかけて振幅は大きくなり、中流部から下流部にかけては減少傾向にあった。水制を先頭部のみ両岸に設置した場合には、先頭部で水面振動は大きく、流下するに従い減少した。水制群を片岸のみに設置した場合には水面振動はほとんど生じなかった。

参考文献

- 1) 大本, 平川: 非越流型水制群を有する開水路流れの水面振動と大規模渦の相互作用, 応用力学論文集 Vol5, pp.665-672, 2002.