複数のワンドを有する河道における水理特性に関する研究 第部門

立命館大学大学院	学生員	中島秀明	立命館大学理工学部	フェロー	江頭進治
立命館大学理工学部	正会員	伊藤隆郭	立命館大学理工学部	学生員	河田修一

はじめに 環境を考慮した川づくりにおいて、豊かな生態系を育む場の一つにワンドが挙げられ、多くの研究が 」進められている<sup>1),2)</sup>。これまでに、固定床と移動床流れでは、ワンド内の水理特性が異なることが示されている<sup>3)</sup>。 本研究においては、それらの結果を基にして固定床ワンド内における水理特性について再検討を行ったものであ る。

実験概要 実験においては全長 12m の矩形断面水路を用いた。複断面を有する水路を図-1のように作成した。 低水路幅 20cm、高水敷幅 20cm、高水敷高さ 10cm である。L=20cm、W=10cm のアスペクト比(=L/W)2のワン ドを6個持つケースと、W=5cmのアスペクト比4のワンドを6個持つケースを対象とした。水路勾配は1/750で ありワンドとワンドの間の水制厚は0.8cmである。実験条件を表-1に示す。各ケースにおいて、下流端の段落 ちの影響を排除するための対策工を施し、計測時にワンド区間より下流側の水深が等流水深になるようにしてい る。水路上流端から定常的に給水し、左岸から 10cm の位置でポイントゲージにより水位を計測した。水位計測 はワンド区間では 5cm 間隔、ワンド区間より上流・下流 1mの区間では 10cm 間隔、その他の区間では 20cm 間 隔で行っている。なお、実験においてはワンド区間で水面変動を生じるものもあったため、その場合には水位の 最大値および最小値を計測している。



図 - 1 水路模型図

	r			` <u>–</u> – – –
水路の形状	case	沭重Q(L/S)	创期7K%(CM)	河床勾配
アスペクト比2	1	1.60	3.0	1/750
	2	3.00	4.5	1/750
	3	4.25	5.8	1/750
	4	5.50	6.9	1/750
	5	7.00	8.4	1/750
	6	8.00	9.3	1/750
	7	10.00	11.7	1/750
	8	12.50	12.6	1/750
アスペクト比4	а	1.60	3.0	1/750
	b	3.00	4.6	1/750
	С	4.25	5.8	1/750
	d	5.10	6.7	1/750
	е	6.45	7.8	1/750
	f	8.00	9.7	1/750
	g	9.50	11.2	1/750
	h	12.50	12.9	1/750

表 - 1 実験条件

実験結果と数値解析 図-2 および図-3 は、それぞれアスペクト比2 およびアスペクト比4 の水位縦断図であ る。水位が高水敷高さよりも小さい場合には、流量の増加に伴ってワンド区間での水位変動が顕著に見られ、高 水敷高さよりも水位が大きくなると、この水位変動が小さくなる。この傾向は、アスペクト比が大きくなると小 さくなるようである。ここで見られる水位変動については木村ら4の研究で示されたものに類似しているようで あるが、これについては今後の検討課題である。この水面変動は、ワンド区間の間で発生し、ワンド区間上流端 から上流に向かって 20cm~50cm 程度で消滅する周期的な変動であった。

水面変動の影響を除いて、水面形をみるとワンド区間内の水平渦による付加抵抗により水位上昇を生じている ことが分かる<sup>3)</sup>。そこで本研究においては、ワンドによる付加抵抗を考慮するために次式を用いて解析を行う。

$$\frac{dh}{dx} = \frac{-i_e + \sin\theta}{-\frac{Q^2}{gh^3B^2} + \cos\theta}$$
(1)  $i_{ef} = \frac{n^2Q^2}{R^{4/3}A^2}$ (2)  $i_{ew} = \frac{K}{L_t}\frac{v^2}{2g}$ (3)

Hideaki NAKASHIMA, Shinji EGASHIRA, Takahiro ITOH and Syuichi KAWADA

ここに g:重力加速度、Q:流量、h:水深、B:水路幅、A:断面積、R:径深、v:流速、θ:河床勾配、i<sub>e</sub>:エネルギー勾配、 n:粗度係数、K:損失係数、L<sub>t</sub>:ワンド区間長さとする。粗度係数 n(=0.01[m-s])はワンド区間より下流部の実測平均 値を用いて求めた。ワンド区間には、摩擦抵抗だけでなく、式(3)のような形状損失を考慮している。

**図** - 2 および**図** - 3 に式(1)~(3)を用いた計算値も掲載している。計算値は実験の水面形に合うように K の値を 変化させることによって求められている。これらの図によるとワンド区間によるエネルギーロスを形状損失によ って概ね表現できているようである。**図** - 2 および**図** - 3 で得られた形状損失係数 K をレイノルズ数  $R_e$ によって 整理したものが**図** - 4 および**図** - 5 である。ここに、 $R_e = vh/v$ である。v:動粘性係数、v:断面平均流速であ る。同図には、比較のため管路における急拡・急縮損失係数も載せている。これによると、水位が高水敷高さよ りも小さい場合には、K=0.15 とほぼ一定の値をとり、高水敷高さよりも水位が大きくなると、その値は急激に小 さくなるようである。さらに、K の値はアスペクト比には、ほとんど依存していないようである。



図 - 4  $K \ge R_o$ の関係(アスペクト比2)

図 - 5  $K \geq R_{a}$ の関係(アスペクト比4)

**あわりに** アスペクト比に注目して、複数ワンドを有する固定床流れにおいて、形状損失係数を見積もった。それによると、高水敷高さよりも水位が小さい場合には、その係数はほぼ一定の値をとり、高水敷高さよりも水位が大きくなるとワンドによる形状損失の影響が小さくなることが示された。今後、ワンド区間に発生する水面変動の特性についても検討する予定である。

<u>参考文献</u> 1) 綾ら:第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム、89-94、1998 2) 森脇財) 河川環境管理財団(大阪)、145-150、1999 3) 江頭ら: 河川環境管理財団、6章、2002 4) 木村ら:水工学論文集、No.41、711-716、1997