

凹形円曲線開水路（射流）の平均流速

THE MEAN VELOCITY OF THE FLOW IN THE LONGITUDINALLY CURVED CHANNEL (SUPERCRITICAL FLOW)

渡部 儀三郎*
By Gisabro WATANABE

1. まえがき

水路床の縦断曲線が凹形円曲線のとき、この水路を凹形円曲線開水路とよぶものとする。

凹形円曲線開水路上の射流について、渡部¹⁾が実験的研究により、平均流速公式として次式を提案した（図-1 参照）。

$$\left. \begin{aligned} V_{mi} &= K_i \xi_i \sqrt{2g \{E_i \pm S_i - h_i \cos(\theta_i - \varphi)\}} \\ &= K_i \xi_i \sqrt{2g(E_i - h_i \cos \theta_i^*)} \\ &= K_i \xi_i \sqrt{2gH_i} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

この実験は、水路幅を 40 cm、凹形円曲線開水路床の半径を、25 mm、50 mm、75 mm、100 mm、150 mm とし、1型円曲線開水路（ $\theta_0 = 69^\circ 45' \sim 74^\circ 30'$ ）および2型円曲線開水路（ $\theta_0 = 91^\circ 15' \sim 93^\circ 30'$ ）を使用した。

この実験的研究により、凹形円曲線開水路の始点および終点における平均流速補正係数 K_i ならびに遠心力係数 ξ_i を求めた。

今回の実験は、凹形円曲線開水路床の半径を $R=300$ mm とし、中心角 $\theta_0=100^\circ$ および $\theta_0=115^\circ$ 、水路幅 40 cm の凹形円曲線開水路を使用した。

また、今回の実験は、渡部¹⁾の研究と実験方法を一部変更し、凹形円曲線開水路の始点、終点、および円曲線開水路上の中間点7か所について、流速補正係数 K_i を求めた。この中間点の位置は、図-3において、半径 OC からの中心角が、 $\theta_i=15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ, 105^\circ$ となる i_i 点～ i_7 点をとった。

流量、および凹形円曲線開水路の始点、終点、または中間点の、水路床からエネルギー線までの高さが与えら

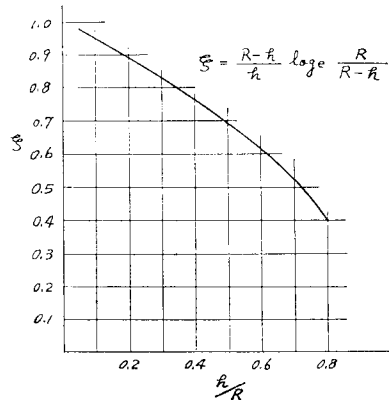


図-2

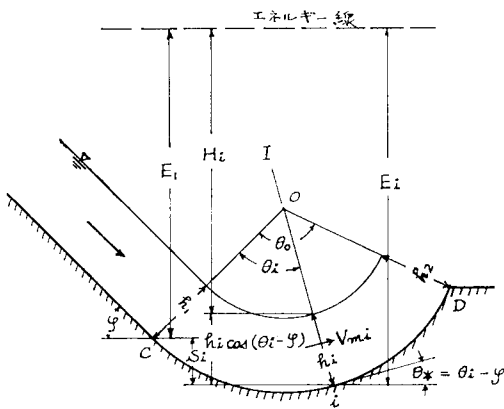


図-1

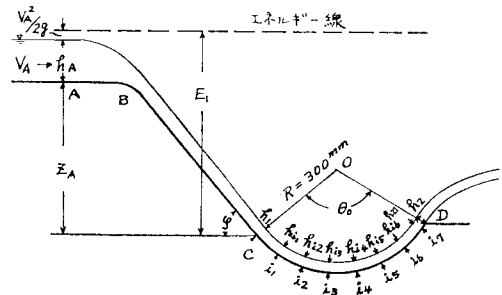


図-3

* 正会員 高松工業高等専門学校教授 土木工学科

れるときは、本研究および渡部¹⁾の研究により、これらの点の水深を仮定して、式(1)により逐次計算を行い、水深および平均流速を求めることができる。

2. 実験

図-3 に示すように、斜水路の水平に対する傾斜角(凹形円曲線開水路始点における接線の傾斜角)が、 $\varphi=42^\circ55'$ 、 $\varphi=50^\circ35'$ 、および $\varphi=61^\circ35'$ について実験した。

すなわち、 $\varphi=42^\circ55'$ 、 $Z_A=38.33$ cm、単位水路幅当りの流量を $q=398$ cm³/s/cm \sim 1 059 cm³/s/cm の9 流量について実験し、また、 $\varphi=50^\circ35'$ 、 $Z_A=44.33$ cm、 $q=398$ cm³/s/cm \sim 1 059 cm³/s/cm の11 流量、ならびに $\varphi=61^\circ35'$ 、 $Z_A=51.91$ cm、 $q=398$ cm³/s/cm \sim 999 cm³/s/cm の10 流量について実験を行った。

(1) 実験方法

- a) 開水路の流量は、四角ぜきにより測定した。
- b) Z_A を測定した(図-3 参照)。
- c) 斜水路上流A点の水深を測定した(図-3 参照)。
- d) 凹形円曲線開水路の始点C点、終点D点、および中間点 i_1 点 \sim i_7 点の、半径方向の水深を測定した。すなわち1断面につき3か所の水深を測定し、その平均水深を用いた(図-3 参照)。
- e) 凹形円曲線開水路始点C点と、中間点 i_1 点 \sim i_7 点、および終点D点との、水路床の高さの差 S_i を測定した(図-1 参照)。

(2) 実験結果

図-3 において、A \sim C 間の損失水頭を無視し、次式

が得られる。

$$E_1 = \frac{1}{2g} \left(\frac{q}{h_A} \right)^2 + h_A + Z_A \dots\dots\dots(2)$$

また、凹形円曲線開水路上の任意の点の平均流速 V_{mi} は、次式で表される。

$$V_{mi} = q/h_i \dots\dots\dots(3)$$

C 点 \sim i 点間の平均水深を、 $h_0=(h_i+h_c)/2$ とし、 h_0/R に対応する i 点の遠心力係数 ξ_i を図-2 から求められる。

式(2)、(3)より E_1 および V_{mi} を求め、また ξ_i および S_i が得られるので、式(1)から K_i を求めることができる。すなわち、凹形円曲線開水路始点C点の K_1 、終点D点の K_2 、および中間点 i_1 点 \sim i_7 点の $K_{i1} \sim K_{i7}$ を求めた。

K_1 、 K_2 、および $K_{i1} \sim K_{i7}$ と h_0/R の関係をプロットすれば、図-4 に示すとおりである。

K_i と h_0/R は直線式で表されるものと仮定し、最小2乗法により、次の実験式を得た。

始点C点	$K_1=1.028+0.313(h_0/R)$	} (4)
i_1 点	$K_{i1}=1.021+0.246(h_0/R)$	
i_2 点	$K_{i2}=1.026+0.029(h_0/R)$	
i_3 点	$K_{i3}=0.997+0.246(h_0/R)$	
i_4 点	$K_{i4}=0.948+0.635(h_0/R)$	
i_5 点	$K_{i5}=0.920+0.952(h_0/R)$	
i_6 点	$K_{i6}=0.873+1.465(h_0/R)$	
i_7 点	$K_{i7}=0.853+1.920(h_0/R)$	
終点D点	$K_2=0.865+2.182(h_0/R)$	

式(4)を図示すると、図-4 のとおりである。

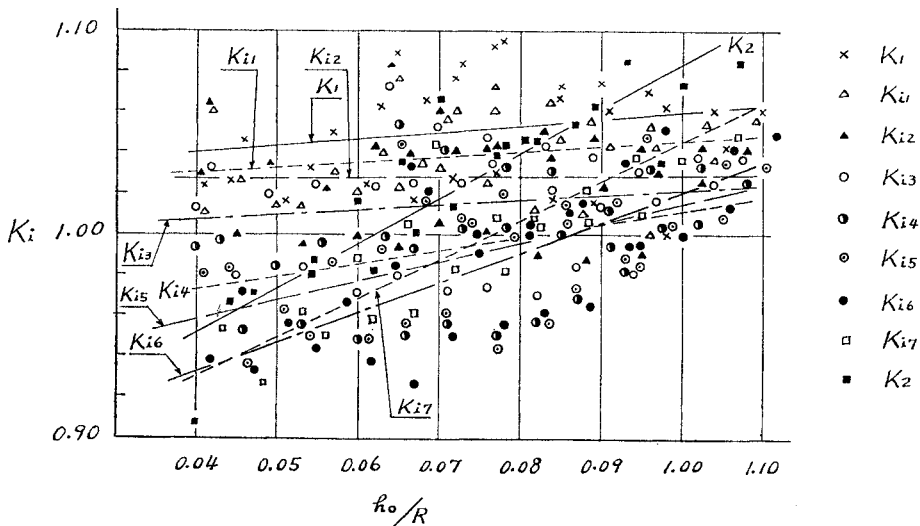


図-4

参 考 文 献

3. む す び

- 1) 渡部儀三郎：凹形円曲面上の射流，土木学会論文報告集，
No. 250, 1976.6.

本研究および渡部¹⁾の研究により，凹形円曲線開水路
の平均流速および水深を求めることができる。

(1979.11.9・受付)
