

スルースゲートの流量係数に及ぼす水路形状（急拡・段落）の影響

岡山大学工学部	正員	名合 宏之
岡山大学工学部	正員	○古川 修三
森 本 組		難波 貞博
森 組		難波 誠

水平直線水路に設置されたゲートからの流出機構に関する研究は、従来より数多くなされているが、水路形状が変化した場合の流出特性についてはほとんど明らかにされていない。本研究では、水路形状の変化にともなう流出機構の変化特性を解明する研究の第一歩として、水路の急拡部および段落部に設置されたスルースゲートの流量係数の特性を実験的かつ理論的に検討しようとするものである。なお、本研究における流量係数 C は自由流出・もぐり流出ともに次式のように表現される。

$$C = Q / Ba\sqrt{2gH_1}$$

ここに、 Q ：流量、 B ：流出断面水路幅、 a ：ゲート開き高、 H_1 ：上流水深、 g ：重力加速度である。

1. 自由流出時の流量係数

急拡あるいは段落の流量係数に及ぼす影響は、図1、図2から判断して、段落による影響は急拡による影響より大きく、また、急拡・段落とも、少しの変化に対して流量係数は急激に変化し、ある程度以上変化するとその変化量は少なくなり、徐々に完全急拡あるいは完全段落の値に近づいている。また、図3から完全急拡、完全段落水路における流量係数は、水平直線水路に比べて約1.2倍程度であることがわかる。

2 もぐり流出時の流量係数

(1) 理論的考察

急拡および段落部に設置されたゲートから

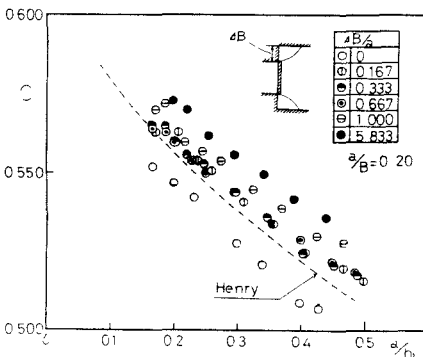


図-1 流量係数（水平急拡）

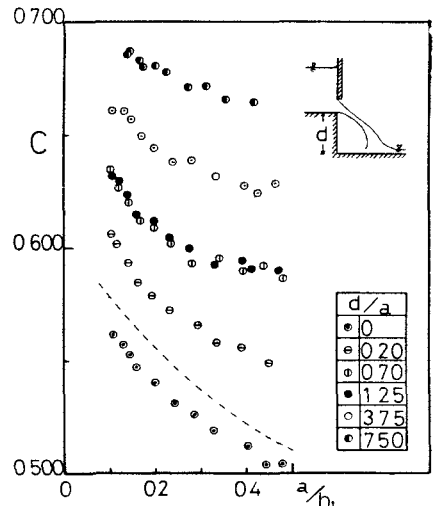


図-2 流量係数（直線段落）

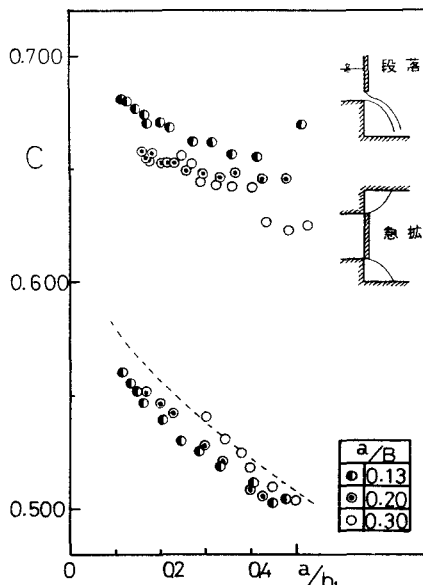


図-3 流量係数（急拡段落）

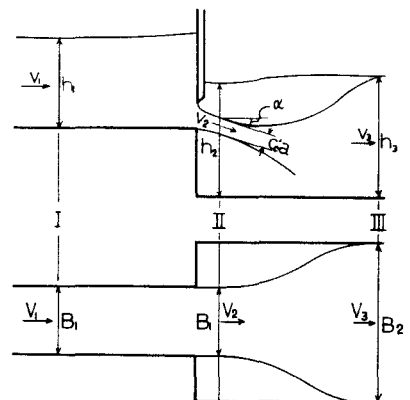


図-4 もぐり流出模式図

のもぐり流出を図4のようにモデル化し、断面ⅠとⅡの間にエネルギー保存則を、また、断面ⅡとⅢの間に運動量保存則を適用すると、流量係数は次式のように表わされる。

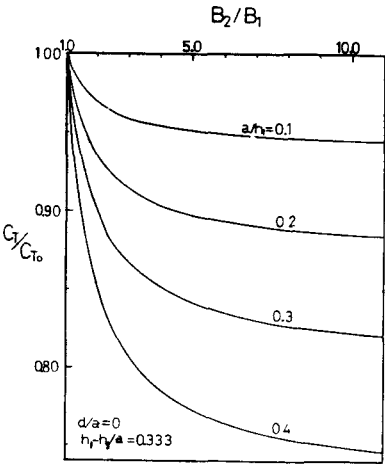
$$C=C_c\sqrt{\{(d+h_1)/h_1-h_2/h_1\}/\{1-(C_0a/h_1)^2\}}$$

ここに、

$h_2/h_1=\frac{1}{2}\{D\pm\sqrt{D^2+4\{(h_3/h_1)^2-D\cdot(h_1+d)/h_1\}}\}$, $D=\{4AL(L^2-1)\}^{1/2}(A^2/h_3-\cos d)$, $A=C_0a/h_1$, $L=B_2/B_1$
 このような解析をおこなった場合、仮想的な縮流係数 C_0 としてどのような値を用いるかが問題となるが、水路床が水平($d/a=0$)な急拡水路に対してはMüllerの値¹⁾、また、図4に示されるような役落水路に対しては、v. Mises の値(表1)を用いて流量係数を計算した結果は、図5および図6に示されるとおりである。図中の C_T はこのようにして得られた流量係数の理論値であり、 C_0 は水平直線水路における理論値である。図5より、

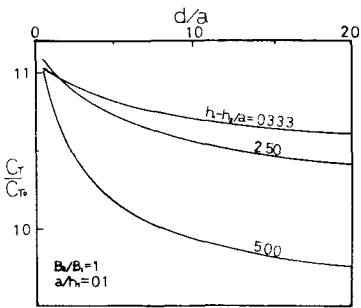
急拡部に設置されたゲートからの流量係数は水平直線水路のそれに比べて小さくなることがわかる。図6より、役落部に設置されるゲートからの流量係数は、下流水果が大きい場合は自由流出時と同様に一般に大きくなること

$a/h_1=0.0$	$C_0=0.673$	$\alpha=21^\circ$
0.1	0.676	$20^\circ 55'$
0.2	0.680	$20^\circ 35'$
0.3	0.686	$20^\circ 5'$
0.4	0.693	$19^\circ 40'$
0.5	0.702	19°
0.6	0.720	18°
0.7	0.740	$16^\circ 30'$
0.8	0.782	$14^\circ 20'$
0.9	0.842	$11^\circ 5'$

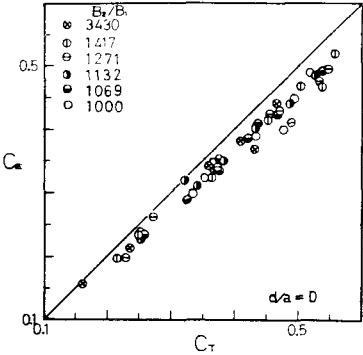


図一五 流量係数（水平急拡）

表一 v. Mises の縮流係数



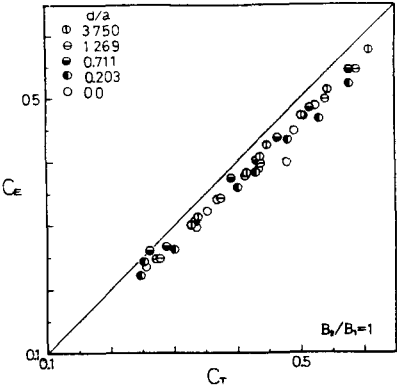
図一六 流量係数（直線段落）



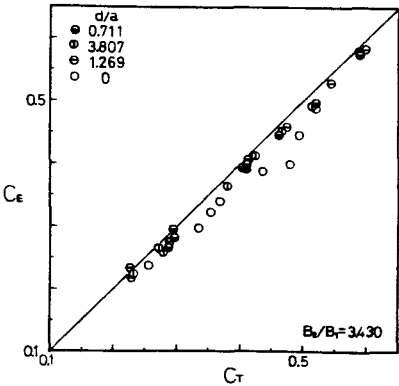
図一七 流量係数（水平急拡）

(2) 実験結果
 図7、図8および図9は、それぞれ水平水路で水路幅が変化した場合、水路幅が同じで役落高さが変化した場合、および急拡水路において役落が存在する場合の、理論値と実験値を比較したものである。いずれの場合についても、実験値は理論値よりも数%小さな値を示しているが、流量係数の推定値としては、本解析の方法がほぼ妥当であることがわかる。

参考文献
 1) 名倉 宏之：開水路底流型水門の自由流出に関する基礎的研究；土木学会論文報告集，第264号 1977年8月 pp.78



図一八 流量係数（直線段落）



図一九 流量係数（急拡段落）