

財団法人 建設技術研究所 正員 高田 保彦

同上 正員 陣ノ内 康司

1. まえがき

近年、流域の都市化に伴い河道計画として、分水機能を有する横越流堤方式の洪水調節が多く計画されている。河道に沿って設置される横越流堤の分流特性や越流特性を正確に把握することは、洪水処理能力を左右し河川計画上きわめて重要である。

しかし、この横越流堤の越流特性については、水理的に複雑で解析的方法のみの問題解決では難しく、多くは水理模型実験に依存している現状である。

本論文は自然堤防の途中区間に設けられる越流天端の広い横越流の水理に着目し、実験によりその越流特性を示すとともに、当所で行った既往の実験例から一般的な特性についても示す。

2. 実験ケース

実験は表-1に示すような5タイプについて行った。河道断面は法勾配1:2の台形断面の直線水路とし、モルタル仕上げを行い水路の途中に木製の越流堤を設けた。

模型は実物の1/20を想定し、表-1を含め以下の数値はすべて実物換算したものである。

3. 実験結果

単位幅越流量と越流水深

図-1はGRタイプの越流水深($h-W$)と単位幅越流量 $q(=Q/L)$ の関係を水位縦断別に分けて示したものである。この結果、堤長の増加(L/B の大)に伴い堤上流端で、 $q \propto H^{1.5}$ の関係にバラツキが生じている。

堤上流部でのフルード数の増加につれて、 $q \propto H^m$ の関係は堤上流端では、 $m < 1.5$ 、堤下流端では $m > 1.5$ となる傾向にある。しかし、平均越流水深 H_0 に対しては、すべてのタイプとも $q \propto H_0^{1.5}$ の関係が成り立つ。

越流水深の縦断変化

$H_1(=h_1-W_1)$ と $H_2(=h_2-W_2)$ の関係では、全般的に堤上流端で越流水深の低下($H_1 > H_2$)傾向が見られこれは上流端のフルード数が大きい程著しい。図-2はこれらの傾向が著しいGRタイプの H_1 と H_2 の関係を示したものである。逆に、越流堤沿いの河道幅を漸縮したFタイプや主流の流れが穏やかなIタイプで越流水深の小さい($H < 0.5m$)場合にはこの種の水位低下はほとんど見られない。

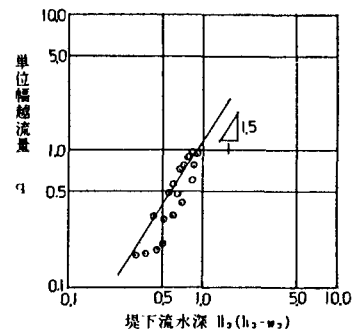
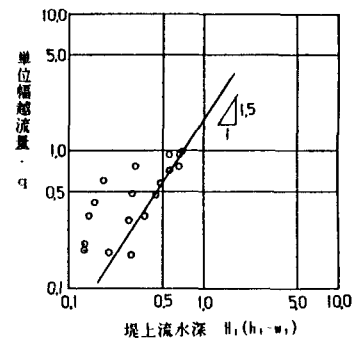
越流係数

越流係数として $q = C \cdot H^{1.5} = 2\sqrt{2g/3} \cdot \mu \cdot H^{1.5}$ の C 、 μ を用いる。

表-1 広頂な横越流堤の形状

ケース	Dタイプ	Fタイプ	Fタイプ	GRタイプ	GIタイプ
河道断面	堤長 $L=100m$ 堤高 $H=1.2m$ 堤底幅 $B=10m$			堤長 $L=100m$ 堤高 $H=1.2m$ 堤底幅 $B=10m$	
河道断面	Fタイプ 堤高 $H=1.2m$ 堤底幅 $B=10m$ 堤頂幅 $W=1.2m$ 堤頂高 $h=1.2m$ 堤頂底幅 $b=0.9m$			GIタイプ 堤高 $H=1.2m$ 堤底幅 $B=10m$ 堤頂幅 $W=1.2m$ 堤頂高 $h=1.2m$ 堤頂底幅 $b=0.9m$	
河床勾配 1	1/955	1/500	1/500	1/500	1/500
河道底幅 B	10a一定	10a一定	10a一定	12a一定	12a一定
流量係数 μ	0.930	0.929-0.925	0.929-0.925	0.929-0.925	0.929-0.925
堤高 W	3.11-3.22a	2.88-2.96a	2.88-2.96a	2.88-2.96a	3.18-3.25a
堤底幅 b	0.9-0.9a	0.9a	0.9a	0.9a	1.2a

図-1 単位幅越流量と越流水深



FrとC、 μ の関係では、中川の刃形横越流せきの実験値ほど明らかな傾向は見られないが、 $Fr=0.3\sim1.1$ に対して $C=1.2\sim1.9$ ($\mu=0.40\sim0.64$)の範囲にある。また、 $Fr=0.7$ でCの値に大きな変化が見られない傾向は中川らの実験結果と同様である。 $Fr=0.7$ については堤頂幅の狭いGLタイプで $C=1.9$ ($\mu=0.65$)とやや大きくなっているが、他の4タイプは $C=1.2\sim1.5$ の値でタイプ別による大きな差は見られない。

4. 既往の実験例

当所で行った他の模型実験の実物諸元を表-2に示す。

堤長幅と越流係数の関係：図-3に l/B とCの関係について

堤長幅 b が $b<3.0$ と $b>3.0$ で区別して示しているが、 l/B が大きくなるに従ってCの値はやや小さくなる傾向にある。

河床勾配と越流係数の関係：図-4に l とCの関係を示す。

河床勾配の影響は著しく、 $b<3.0$ に拘わらず $l=1/500$ 程度を境にCの値が大きく変化し、 $1/l>500$ ではCの変化は比較的穏やかで既往式(DeMarchiなど)に近づいている。

$1/l<500$ ではCは急速に減少し中川の式に近づく。

堤頂幅と越流係数の関係：図-5に b とCの関係を示す。

一般には b が狭くなるほど、Cの値は大きくなる傾向を示し逆に、広頂な越流堤のCは小さくなる。しかし、 $b<1.0$ の場合でもCの値に大きな差が見られるのは、河床勾配や河道湾曲などの影響を含んでいる。

以上の実験例における越流水深(H)と越流係数(C)を各種横越流公式と比較すると図-6のように、既往の公式がどのような条件によく適合するかある程度予測できる。

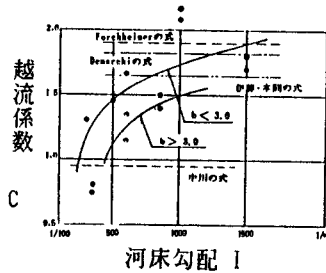


図-4

5. まとめ

- ・単位幅越流量と堤沿いの平均越流水深(河道内水位)の間には、 $q \propto H_e^{1.5}$ の関係が成り立つ。
- ・越流係数については概ね次の範囲にある。
広頂堤 $C=1.3\sim1.5$ ($Fr>0.7$) , $C=1.4\sim1.6$ ($Fr<0.7$)
狭頂堤(堰) $C=1.6\sim1.9$
- ・越流係数の値は河道内の流況にも支配され、急勾配水路では $C=0.7\sim0.8$ といった事例もあるので注意を要する。

[参考文献] 中川ら：横越流せきの越流特性について、京大防災研年報、9号、11号 金井：広頂横越流堰による分水機能に関する考察、第32回建設省技術研究会報告

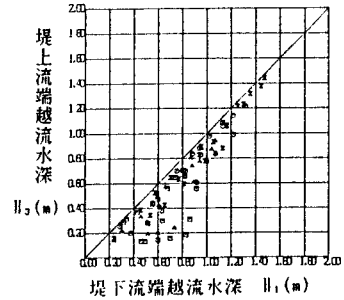


図-2 堤の上下流水深(GLタイプ)

表-2 既往実験例の水路諸元

タイプ	河床勾配	水路幅	越流係数
I	$1=1/600$	B=12m一定	①
		B=12m-4m	②
		(狭頂)	③
II	$1=1/1000$	B=4m(狭頂)	④, ⑤
III	$1=1/1500$	B=9m	⑥
IV	$1=1/500$	B=10m(狭頂)	⑦
V	$1=1/350$	B=9.7m	⑧, ⑨
VI	$1=1/850$	B=18m	⑩

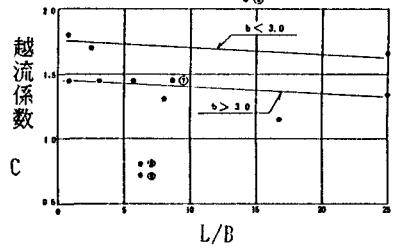


図-3 C

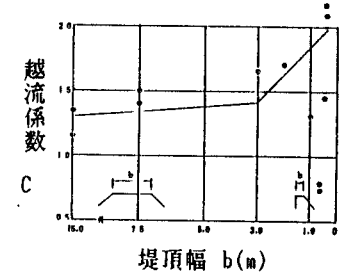


図-5

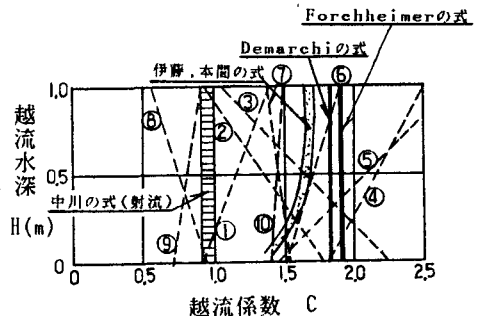


図-6 越流係数(実験例)