

パシフィックコンサルタンツ㈱ 正 員○藤堂 正樹

" 魚谷 恵典

" 高木 茂知

1. はじめに

宅地開発等による流域の市街化に伴う洪水流出量の増大に対応するため、調節池や分水路等が多く計画されている。これらの分流方式として管理面の容易さから自然越流堰が多く用いられ、その形式は横越流形式が多い。横越流堰に沿う流れは水理条件により種々の水面形状をとることが知られており、特に射流を伴う越流現象の場合（多くの場合馬鞍型の水面形となる）水面形の追跡は容易ではなく、また越流量も把握し難い。このため水理模型実験により越流堰形状を決定する手法が多く用いられる。

本報は当社で行なわれた模型実験を例に計算値との比較を行い、今後の計画に反映可能な事項について考察するものである。

2. 横越流について

通常 調節池を計画する場合は、流入ハイドログラフに対して下流部の流過能力等から調節池部分でのカット流量を定める。横越流堰については、このカット流量を満たすように堰長・堰高を定める。面積容量等に制約のある現実の調節池では、機能的・経済的に有利な洪水調節を行うため、池容量は計画値を満たす範囲で小さいほど望ましい。

カット流量については、流入ハイドログラフに対して一定割合となるのではなく、調節池側の水位も関連した現象となる。越流形態は大きく4つに分けられ、①完全越流②不完全越流③もぐり越流④池からの戻り流となる。これらが合成されて図1に示すようなカット後ハイドログラフが得られる。

本報は、こうした越流形態の違いを考慮した式である本間公式等を用いて所定のカット流量が得られるよう、越流堰諸元を計算により求めた。次に、模型実験例を示し、計画値と実験分流量との比較を試みた。図1、表1に結果を示す。

尚、表-1について若干説明を加えると、対象河川はいわゆる「都市河川」が大半である。また模型スケールは、越流水深等を考慮して概ね1/20程度で行なっている。横越流堰を伴うものとして、分水路等の事例も加えた。表中の水理諸元はピーク流量流下時の値である。

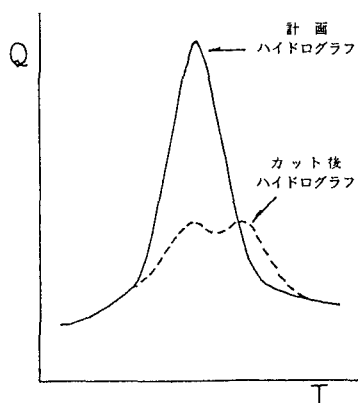


図1 調節池部ハイドログラフ

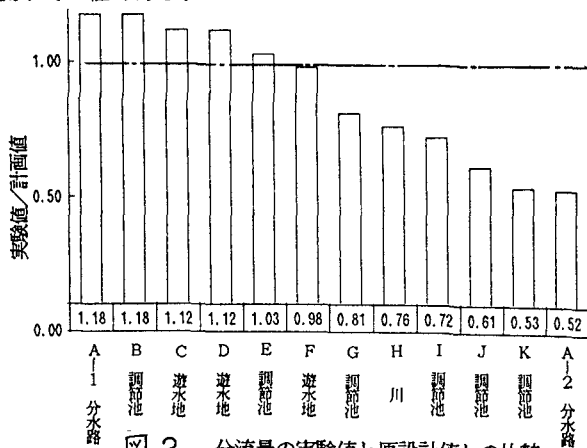


図2 分流量の実験値と原設計値との比較

表1 計算値と実験値との比較

名 称	A-1 分水路	A-2 分水路	B 調節池	C 遊水地	D 遊水地	E 調節池	F 遊水地	G 調節池	2床式11川	I 調節池	J 調節池	K 調節池
川 幅	13.7		6.0	29.4	44.0	8.8	7.6	8.0	5.3	8.5	10	18.2
水 深	5.6		3.7	4.7	5.0	3.3	2.0	2.2	0.8	4.5	8.24	3.6
河 床 勾 配	1/300		1/550	1/1140	1/1000	1/500	1/300	1/450	1/340	平均 1/750 (上下流は 1/250)	1/300	1/1239 (上下流は 1/300)
粗 度 係 数	0.025		0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.0225	0.025	0.0225	同左0.018	0.030
越 流 堰 位 置	弯曲部外側		直 線 部	弯曲部外側	直 線 部 (上流側が 内弯曲)	直 線 部 (上流側が 内弯曲)	弯曲部外側	直 線 部	弯曲部外側	直 線 部	直 線 部	弯曲部内側
弯曲半径/川幅	15.3		∞	20.4	1.5	∞	4.6	∞	18.9	∞		∞
計画流量 Q_p	306	366	41	250	320	50	24.0	25.3	3	169	156.5	210
計画分流量 Q_{p1}	76	136	14	50	30	21	16.0	5.84	0.33	59	63.1	30
実験分流量 Q_{e1}	90	71	16.5	56.0	33.6	21.6	15.74	4.73	0.25	42.7	58.4	16.0
実験値/計画値	1.18	0.52	1.18	1.12	1.12	1.03	0.98	0.81	0.76	0.72	0.61	0.53
越 流 形 態	遷移流	射流	常流	常流	常流	—	遷移流	常流	常流	遷移流	遷移流	遷移流
F 数	—	—	0.61	0.43	0.38	—	1.04	0.32	0.30	1.25	0.88	0.79
越 流 堰 高	—	—	—	堰高を上げて Volume調節 部、その分 堰長を長く した。	堰長を短く すると共に 広頂堰から 狭頂堰とし た。	—	内弯曲部の 堰長を短く した。	堰位置を入 り易い位置 に移し、堰 長を長くし た。	越 流 長 の 調 節	越流堰部レ ベル河床上 に核粗度設 置し堰上げ 池50cm低削	同 左	堰高を上げて 池50cm低削
池 容 量 M^3	—	—	—	265,000	196,000	24,000	38,300	17,000	—	189,500	180,000	60,000
1%カット当り容量 M^3	—	—	—	5,300	6,500	1,140	2,400	2,900	—	3,200	4,400	2,000
越 流 堰 長 M	—	—	—	150	75	40	45	55	6.12, 24	60	150	40
越 流 堰 高 M	—	—	—	3.9	4.4	2.2	1.35	1.65	0.7	2.9	2.4	2.15

3. 計算値と実験値との比較

表1より(実験値/計画値)を見ると、0.5~1.2程度の範囲におさまっている。一般に「横越流堰は計算値ほどは入らない。」と思われがちであるが、必ずしもそうではない。個々の実験例については各々の河道条件等の違いもあり、結論を出すには至らないが、計算値からの「ズレの大小」について考えられることを挙げてみる。

- ①横越流堰上流端におけるピーク流量時のFr数を見ると、 $Fr > 0.7$ となるような例では計算値よりも小さい分流量となる。この場合、越流部の流れは遷移流、或いは射流である場合が多い。これを調節池近傍の河床勾配で見ると、1/500程度よりも急な場合に多く見うけられる。
- ②分流比(分流量/計画流量)の小さい場合は計算値を満足し易いが、分流比が大きくなると、計算値よりも小さい分流量となり易い。この限界は分流比1/3程度と思われる。
- ③河道法線が弯曲している場合、水面に横断勾配ができる。このため、越流堰部が弯曲部の外側にある場合、計算値よりも大きい分流量となる傾向にある。尚、弯曲率(弯曲半径/川幅)と河床勾配とを用いて、(実験値/計画値)に対して重相関分析を行なったところ、0.7程度の寄与率が得られた。その他に実験例の比較から得られた事柄は
- ④実験値が計画分流量を清さなかった場合は、越流堰諸元の変更を行う場合もあるが、それでも不可能な場合には、越流堰部の河道上に核粗度等の補助構造物を置くことを提案している例もある。これは、流れを遅くし、越流堰部で生じる射流・遷移流を消すことを目的としている。尚、この場合、H. W. L. に対するチェックが必要なのは当然である。
- ⑤表・1の事例では、カット量1%当りの調節池容量は2000~6500 M^3 の範囲である。都市河川の例が大半であるため、比較的小きな値になったものと思われる。

4. 今後の課題

横越流を伴う調節池を計画する際には、計画分流量と実際の分流量との間の「ズレの大小」について、計画段階で既知である、河床勾配・分流比・河道弯曲率といった水理諸元からの予測を目指したものであるが、定式化のためには事例が少ないと思われる。今後共、関係各位の御指導を賜りたいと考えておりますので、よろしくお願いいたします。