横越流せきによる分水機能に関する実験的考察

京都大学防災研究所　正員　中川博次

取水工や余水吐などの分水構造物の水理設計にあたつて考慮されるべき種々の設計必要条件のうち，流量条件すなわち与えられた主水路流量に対し定められた必要分水量を確保するという条件を満足することが何よりも重要である。一般に分水工上での流れの挙動を示す基礎方程式に基づいてこの条件を満足させる主水路または分水構造物の幾何学的形状寸法を与えることができる。本報告はせき高が一定な横越流せきに関する従来の研究成果にもとづいて流下方向に分水量が一定な主水路形状を与え，実験的に分水機能設計理論の妥当性について検討を加えんとしたものである。

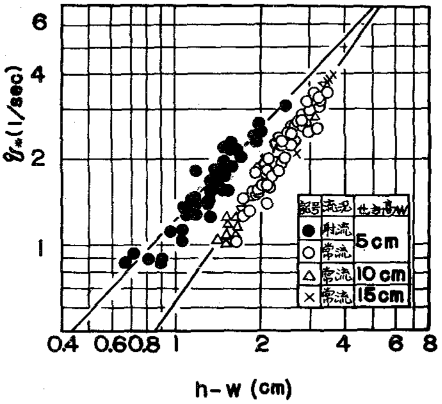
1. $q=\mathrm{const.}$ の横越流せきの力学的表示　　設計条件として越流量がせき上で一定すなわち $dQ/dx=-q=\mathrm{const.}$ したがつて，$Q=Q_0-qx$ が与えられる。ここに Q_0 は基準断面 $x=0$ における主水路流量である。一方，せきの単位長当りの越流量 q は一様水路に関する実験資料から図－1に示すように，$c(h-w)^m$ で表示され（h：水深，w：せき高，c, m：流れの状態によつて異なる定数），せき高を一定とすると，せき上に遷移点が現われない限り，$dq/dx=0$ は $dh/dx=0$ の条件に一致する。したがつて水面形方程式で

$$\frac{\alpha Q^2}{gA^3}\frac{\partial A}{\partial x}+\left(\frac{2\alpha p q}{g}-\frac{n^2 Q}{R^{4/3}}\right)\frac{Q}{A^2}=-\sin\theta \qquad (1)$$

が満足されねばならない。上式にもとづく水路断面形状についてはすでに岩佐ら[1]が与えているが，不確定要素が含まれるところからここでは摩擦項を無視した近似式をとり，$x=0$ で $A=A_0$，$Q=Q_0$ なる境界条件を与え，さらに従来の研究成果から $p=1/2$，$\alpha=1$ として(1)式を積分し，長方形断面水路について次式を得た。

$$\varepsilon^2=\gamma\{\gamma+\kappa(\gamma-1)\} \qquad (2)$$

ここに，$\varepsilon=b_0/b$，$\gamma=Q_0/Q$，$\kappa=2g\sin\theta A_0^2/qQ_0$（$b$：水路幅，$Q$：主流々量，$A$：流水断面積でサフィックス0は $x=0$ 断面での値を示す）である。(2)式が一定の分水比 $\beta=qL/Q_0$（L：せき長）を得るための主水路平面形状を表わし，その場合の必要せき高は q と $(h-w)$ の関係を与える図－1と同様な関係曲線から求められる（図－1の q_* はせき長 0.25 m 当りの越流量を示す）。

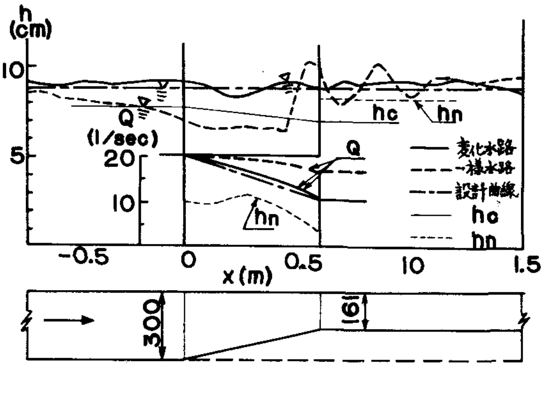


図－1

2. 実験　　幅 0.3 m，長さ 12 m の鉄製水路の途中に長さ 60 cm，高さ 5 cm の鋭縁横越流せきを設け，底こう配を 1/800 とし流量 10.3 l/sec および 20 l/sec の場合について，一様水路および(2)式で与えられる幅の変化する水路における主流および横越流の水面形および流量変化を測定した。この場合水深が一定という条件から常流，射流にかかわらず流れの方向と

水面形追跡法との間に関係はなく，したがって初期条件として横越流せき上流端を$x=0$とし，せきを設けない場合のその断面での実測水深h_0，上流端流量Q_0を与えた。

3．結果の考察　図－2に$Q_0=20\ l/sec$の場合の一様水路および縮小断面水路での水面形および流量変化の実測値を示す。一様水路ではその水路特性からいずれの流量についても等流水深h_nと限界水深h_cの位置関係はせき上下流端で不連続的に交叉し，上流端付近に擬似鞍形点，下流端付近では跳水によって遷移する水面形を示した。したがって，せき区間での水位および流量の変化は複雑で下流端付近で越流量が急激に増加する傾向を示した。幅の縮小する水路ではせきからの流出に伴なって若干の水面低下がみられ，またせき下流端では橋台および水路急変部付近に局部的な水面上昇が認められたが設計条件は十分満足されているとみなしてよい。ただせき上で一様水深の条件を満足してもせき上下流端でのqに著るしい差異が認められたので，端部越流量の推定法および一定越流量を確保するためのせき形状について現在検討を行なっている。



図－2 水面形,流量の変化 ($Q_0=20\ l/sec$)

4．Q_0の変化と分水機能　(2)式で与えられる水路断面形状は特定の流量条件のみを満足するものであるが，実際の河道や水路では流量が時間とともに大きく変化するから，一定の流量条件に対し設計された固定せきをもつ縮小水路でQ_0が変化したときの分水機能について考察する必要がある。$Q_0=20\ l/sec$，$\beta=0.48$として設計された上記の水路で$10\sim30\ l/sec$のQ_0に対する分水特性を実験的に考察した結果を右表に示す。$Q_0>20\ l/sec$ではせき上流端に擬似鞍形点をもつ遷移水面形を示し，$Q_0<20\ l/sec$では水路幅の縮小によるせき上げ背水曲線を示した。Q_0が設計流量から増加または減少するとともにβは減少するが，Q_0が設計流量より小さい場合には水位，流量一定の条件を満足するから，設計流量に対しせき上で流れが常流となるときはできる限り設計流量を大きく選びそれ以下の流量について流量条件を満足させるのが合理的であると考えられる。せき上で射流状態となる場合については現在実験中でありその結果については講演時に述べる。

表-1　種々のQ_0に対する分水特性

Q_0 (l/s)	β	$\Delta h/h_0$ *	$\Delta q/q_m$ *	せき上での主流の状態
30	0.454	0.182	0.10	常流→射流→常流
25	0.454	0.150	0.34	〃
22.5	0.463	0.148	0.34	〃
20	0.470	0.089	0.27	常　流
17.5	0.477	0.094	0.29	〃
15	0.456	0.088	0.29	〃
10	0.434	0.057	0.12	〃

* Δhはせき区間での最大水位差
Δqは単位幅越流量qとその平均値q_mとの差の最大値

文献 1) 岩佐,植村：横越流せきによる分流について，土木学会関西支部年次学術講演会講演概要，昭.37.11.