

II-47 横越流ぜきによる分水機能に関する一考察

京都大学防災研究所 正員 中川博次

本報告は流量配分工や余水吐の水理機能設計で考慮されるべき諸条件のうち、与えられた設計流量に対して分水工上で一様な一定分水量を確保するという流量条件を満足する分水工の設計理論について考察し、さらに鋭縁横越流ぜきについて実験的にその妥当性と適用上の問題点を検討したものであり、一部はすでに発表したが、^(1),2)ここではその後の分水特性に関する実験的考察の結果を加えて報告するものである。

1. 設計条件と設計理論 固定分水工の設計では一般に境界水理条件および分水構造物の基本寸法(せき高またはせき長)を与え、既往の流量式によって試算的に必要寸法を求める方法がとられるが、分水工上の水深が一様でないために分水量の分布も一様でなく、適確な分水量の推定や放水処理を困難にすることが多い。この場合、分水量が場所的に変化しない条件、すなわち

$$dQ/dx = -q = \text{const.} \quad (1)$$

を満足する分水工が必要とされる。上式中、 Q は主水路流量、 q は分水工単位長さ当りの分水量である。いま、分水量 q が水深のみによてきまるものとすれば、越流型およびオリフィス型の分水工についての(1)式の条件は表-1に示す表示で与えられる。 C_2 、 C_6 が一定であり、また比エネルギー一定あるいは摩擦損失を無視する仮定を設けると、表-1の関係とこれらの

表-1

型式	横越流ぜき	底部分水工
q の表示式	$q = C_2(h-D)^{3/2}$	$q = C_6 b \psi / 2gh$
水路幅一定 せき高(開度)変化	A. $\frac{dh}{dx} - \frac{dD}{dx} = 0$	C. $\frac{d\psi}{dx} + \frac{\psi}{2h} \frac{dh}{dx} = 0$
水路幅変化 せき高(開度)一定	B. $\frac{dh}{dx} = 0$	D. $\frac{2h}{b} \frac{db}{dx} + \frac{dh}{dx} = 0$

h : 水深, D : せき高, ψ : 開度, b : 水路幅, x : 水路底にそった長さ, C_2 : 越流係数, C_6 : 流量係数

仮定から線型微分方程式が得られ、境界条件を与えて解くと、 q を一定とする長方形断面水路および分水構造物の必要寸法に関する次の表示が求められる。

$$A: (Q/Q_0)^2 = (W/W_0) \{1 + L_1 \{1 - (W/W_0)\}^2\}, \quad W = D + (q/Q_0)^{2/3}, \quad L_1 = 2gb^2 W_0 \cos \theta / Q_0^2 \quad (2)$$

$$B: (b_0/b)^2 = (Q_0/Q)^2 \{1 + L_2 \{1 - (Q_0/Q)\}^2\}, \quad L_2 = 2gb^2 h_0^2 \sin \theta / Q_0 q \quad (3)$$

$$C: (Q/Q_0)^2 = (\psi_0/\psi)^4 \{1 + B_1 \{1 - (\psi_0/\psi)^2\}^2\}, \quad B_1 = q^6 \cos \theta / 4g^2 b^4 C_6^6 \psi_0^6 Q_0^2 \quad (4)$$

$$D: (Q/Q_0)^2 = (b_0/b)^2 \{1 + B_2 \{1 - (b_0/b)^2\}^2\}, \quad B_2 = q^6 \cos \theta / 4g^2 b_0^4 C_6^6 \psi_0^6 Q_0^2 \quad (5)$$

上式中の添字0は分水工始端での値を表わす。

2. 分水工上での遷移特性 横越流ぜき分水工上での特異点の性格についての吟味が必要である。(2)式で表わされるせき形状を与えた場合の特異点は常に鞍形点となり、せき上での水面形は連続的に変化し、流出量の一様分布が得られることが証明された。また、(3)式で与えられる漸縮水路上に発生する特異点での水面こう配は0となり、表-1の設計条件は特異点でも満足されることが確かめられた。

3. 実験的考察 幅30cmの長方形断面水路の途中に長さ60cm、高さ5cmの鋭縁横越流ぜきを設け、(3)式にもとづく水路幅変化をもたせた場合の水面形、越流量および流速分布を測定した。図-1に測

定結果の一例を示す。分水機能に関する考察によって得られた結論をまとめると次のとおりである。

(1) せき上での主流の比エネルギーが一定の仮定または摩擦項を無視した取扱によって設計された漸縮水路形状でも、設計条件を十分満足する水面形状を示す。

(2) せき区間内での主流の状態が常流の場合には、 $dh/dx=0$ の状態が得られたが、 q が一定の条件は満足されず、流下方向に越流量が増加する傾向がみられた。また水路側壁屈折点の下流でも同様水路の場合にみられるような死水域は発生せず、流速分布補正係数の値も流下方向にほとんど変化しない。

(3) 射流状態では水路両側壁の不連続面から発生する衝撃波によってせき部の水面形は複雑に変化する。図-2に示す水面コンター図はせき始端に発生する負の衝撃波と水路屈折点からの正の衝撃波との干渉によって、せき上での流下方向の水面変化が小さく、その結果越流量分布は同様となっているが、主流の初期フルード数および側壁屈折角の大きさによってはせき部の水面が急変し、また下流直線部にも交叉波が発生するから、射流分水では一般に上述の設計法は好ましいものではない。

4. 分水量に関する検討 水路幅の変化する横越流型分水工の流出量推定法を考察するために、上述の2種の設計水路について上流端主流流量を変化させた場合の分水量を測定し、その結果を Engels および Forchheimer の幅の変化する水路での越流量公式による理論値と比較して図-3に示した。図中、 F_m はせき部での流れの平均フルード数を表す。測定値が少なく明確な結論はくぐせないが、公式の適用しうる常流遷移の流れに関する限り、Forchheimer 公式による推定流量は一般に実際の値に比べて過小であり、一方、Engels 公式の適合度はきわめて低いものと考えられる。また図から明らかなように、せき上での主流の遷移形態によって分水量は複雑に変化を示すことがわかる。

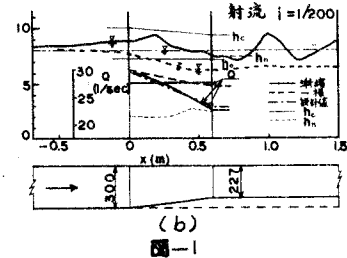
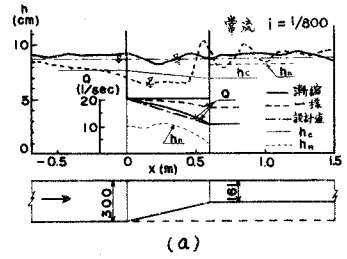


図-1

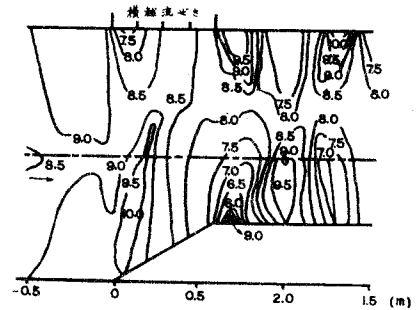


図-2

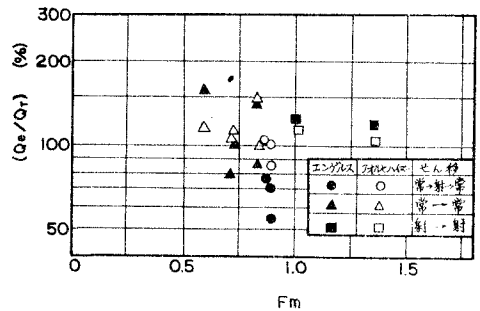


図-3

1) 中川博次: 横越流せきによる分水機能に関する実験的考察, 土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, 昭40. 11.

2) 中川博次, 宇民正: 横越流分水工の機能設計に関する研究, 京大防災研年報, 第9号, 昭41. 3.