

水路中央に設けた横越流堰の模型実験

西日本工業大学 正員 ○石川 誠

西日本工業大学 正員 赤司 信義

山口大学工学部 正員 斎藤 隆

1 はじめに 雨水幹線水路整備において、既存水路の通水能力の増大化を図る事が困難な場合、バイパス水路による雨水排除が計画される。そしてこのバイパス水路は通常過剰流量のみの排除を目的として設置される事が多く、バイパス水路への適切な分流機能をもつ構造物が必要とされる。本研究はこうしたバイパス水路への分流施設として暗渠内二層式水路の上部水路に設けられる分水堰の水位流量関係を実験的に検討したものである。図1は分水堰の概略と実験に際しての水位条件等を示したものである。

2 実験装置及び方法 図2、図3は実験装置の概略を示したもので、模型縮尺1/12.5である。上流流量 Q_u を水路の上流端の四角堰で分水堰下流の流量 Q_d を容量 $1m^3$ の量水槽で測定し、堰越流量 Q_f はそれらの差し引きによって求めた。実験は水路下流端の整水槽を締切り、 Q_d を0とした場合と、 Q_u を一定にして Q_d を種々変化させた場合とについて水位流量関係及び水面形状を測定した。

3 実験結果及び検討 実験結果に表す数値はすべて実寸換算値を示す。図4は Q_d を0としたときの $Q_u/B/\sqrt{gW^3}(=Q_*)$ と堰下流10m地点の水深 $(h_d-w)/w (=h_*)$ の関係を示したもので、 h_* がほぼ0.2以下では $Q_*=k_1 h_*^{1.5}$ の式形に近似することができる。又これ以上の値に対して、この式からの実験値のずれ ΔQ_* を αh_* (α は係数) に対してプロットしたものが図5であり、 $\Delta Q_*=k_2(h_*-k_3)^{1.5}$ の式形に近似できることが分る。

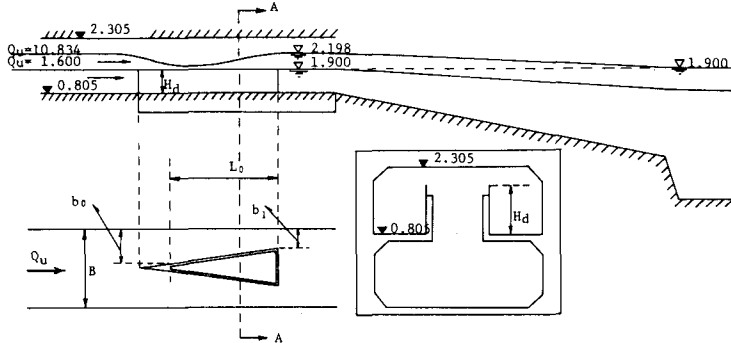


図1 分水堰概略図

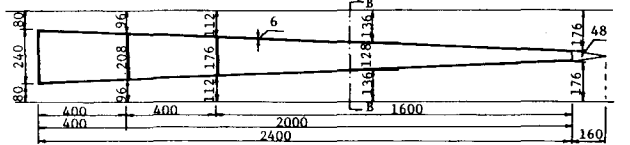


図2 模型設置図及び寸法図 Unit in mm

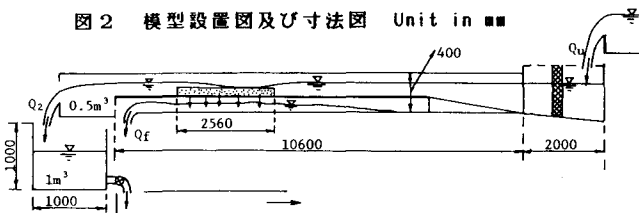


図3 実験装置概略図

次に上流流量 Q_u を一定にして Q_d を変化させたときの堰越流量 Q_f を堰下流の Fr 数 (F_2) をパラメーターにして示したものが図6である。 F_2 が一定のとき Q_f/Q_u は下流水深 h によって若干変化しているが、その変化を無視して、一定とみなせば $Q_f/Q_u = \exp(-1.66F_2)$ と示される。この式と実験値を直接

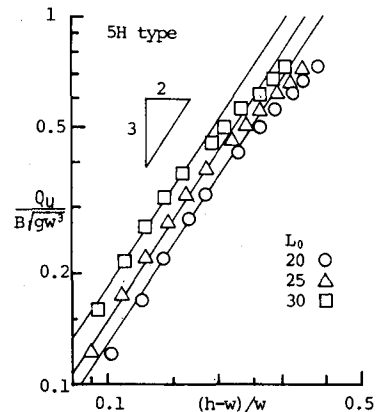


図4

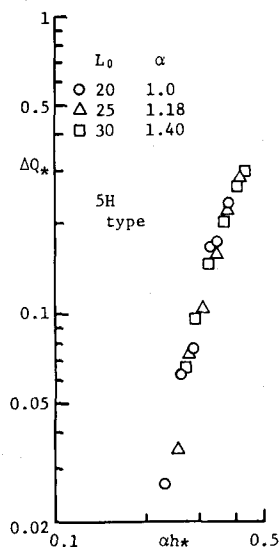


図 5

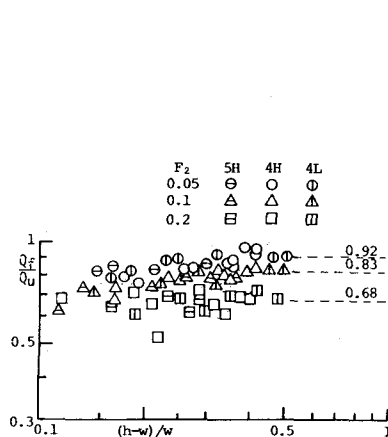


図 6

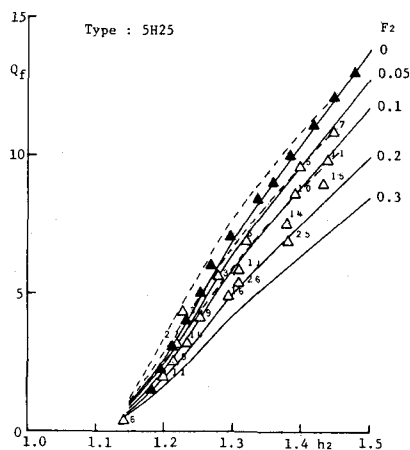


図 7 堰越流量と下流水深の関係

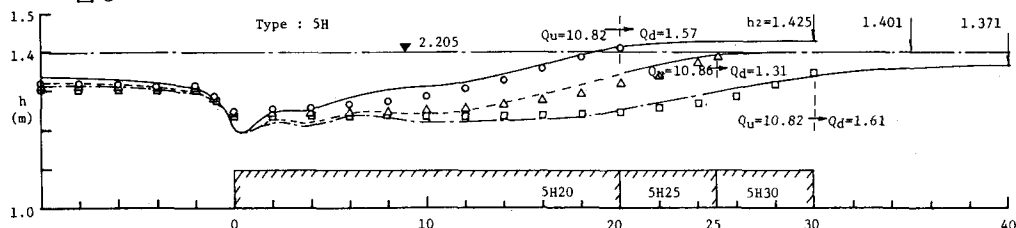


図 8 計画降雨時の流量での水面形状

比較したものが図 7 である。実験値のばらつきを考えればほぼこの式で水位流量関係を評価してさしつかえないと考える。図 8 は水面形状を堰長 20, 25, 30m の形状に対して上流流量 $Q_u=10.8\text{m}^3/\text{s}$ 下流流量 $Q_d=1.5\text{m}^3/\text{s}$ の場合についてみたもので、実験値をそれぞれ実線、点線、一点鎖線で示した。堰始端付近に、分流部及び横越流効果によって部分的な射流が出現し、水面は波状を呈している。こうした部分的射流を含む水面計算は簡単には行えないが、ここでは、まず堰終端部の水深を算定し、次に漸縮水路の横越流をもつ水面形方程式に基づいて水面形状及び水位流量関係を計算してみる。図 9 は堰終端部の水深を算定するために①、

②断面を検査面にとった図を示している。①断面の堰部分から上流にでいく流速 $Vf1$ を無視すると、 $\rho Q_1 V_1 - \rho Q_2 V_2 + \frac{\rho g}{2} B h_1^2 - \frac{\rho g}{2} B h_2^2 = 0$ と示される。ここに $Q_1 = 2b_1 h_1 V_1 = Q_2 + Q_{f1}$ 、 $Q_2 = B h_2 V_2$ 堰下流水深 h_d 及び流量 Q_d をそれぞれ h_2, Q_2 として堰終端部の水深が求められる。この水深を初期条件として水面形計算を行なうことができる。その際、横越流 $q=K(h-w)^{1.5}$ において、流量係数 K は、測定した水面形状をもとに越流水深 H の 1.5 乗の平均値 $\overline{H^{1.5}}$ を求め、堰総延長を l として、求められた。堰越流量及び水面形状の計算結果を図 7、8 に示しているが、十分に実験値を説明することができた。

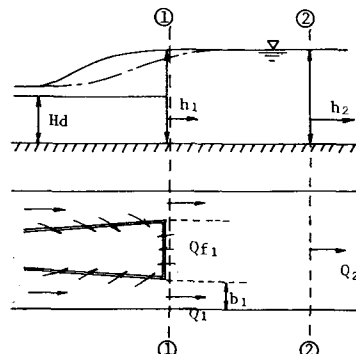


図 9 分水堰終端付近の流れ

4 おわりに
水面計算において、流量係数の取り扱いに若干不十分は残るものの、堰終端部水深を適切に評価することで実験結果を十分説明し得た。最後に本研究の機会を与えて戴いた北九州市下水道局と日興測量 K.K. に謝意を表するものである。