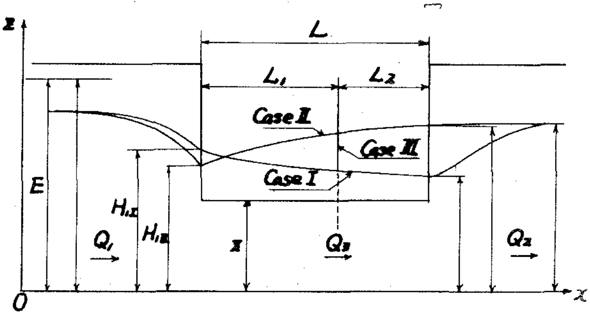
Ⅱ－15　横越流ぜきの水理学的機能について

京都大学工学部　正員　工博　岩佐義朗
建設省近畿地建　正員　工修　植村忠嗣

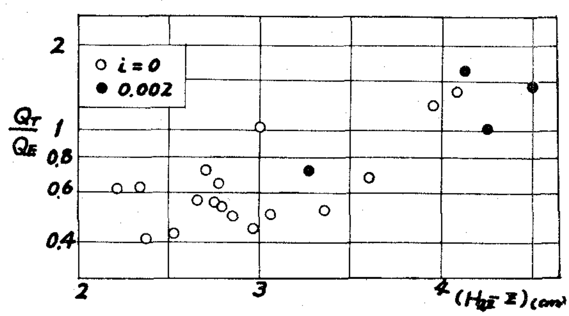
水路に沿って横越流ぜきを設置すると，主流において流量，水深，流速，流向などが大きく変化する。したがって，横越流ぜきの水理学的機能を明らかにするため，ある与えられた条件のもとでいかなる越流量がえられるか，また逆に所要の越流流量をうるためにはせき高，せき長あるいは水路形状をいかにすべきかを詳細に知る必要がある。こうした横越流ぜきの水理学的機能については，従来より多くの研究者が理論的ならびに実験的に研究をすすめ，図－1に示す三種類の水面形があらわれることがわかっている。いま記号を図－1に示すように定め，以下においてはさらに，Q_T：越流量計算値，Q_E：越流量実験値，H_{1c}：せき上流端限界水深（平行流の仮定による），L_T：せき計算長，i：水路床こう配，F_r：せき上流端Froude数とする。



図－1　横越流ぜきに沿う流れ

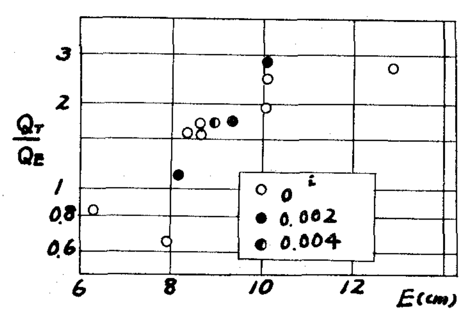
横越流ぜきの水理学的機能の工学的意義は越流流量およびせき長にあらわれるから，まず京都大学において行なわれた実験資料を用い，従来における代表的な公式を比較検討しよう。

(1)　Engels公式（1917）　この公式はCaseⅡに適用されるが，図－2に示すように，この公式の適合度はあまりよくない。

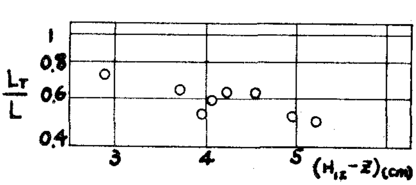


図－2　Engels公式による比較

(2)　Coleman－Smith公式（1923）　この公式はせき部の流れが射流であるCaseⅠに適用されるが，越流流量およびせき長に関する公式の適合度は低い



図－3　Coleman－Smith公式による比較



図－4　Coleman－Smith公式による比較

ことがみられる。

(3) Forchheimer 公式 (1930) Engels 公式と同様に，流れが常流という Case I に適用されるが，図―5 に示すように射流に対しても十分適用される。

(4) De Marchi 公式 (1934) この公式はせき部に沿う流れの比エネルギーが一定という仮定よりえられる理論公式であり，Case I および Case II に対して適用される。この公式は比較的精度がよく，De Marchi の用いた越流係数 0.623 の代りに若干大きくとればよいと思われる。この公式の適合度がよいということは，理論に用いられた仮定がほぼ満足することを意味するが，せき長が大きくなると，比エネルギーが一定でなくなる。

(5) Frazer 公式 (1957) Frazer はさきに述べた三種類の水面形状に適用すべき公式を実験的に提案したが，これらを一括して比較検討したものが図―8 である。Case I では流れがせき上流端で支配断面になるから，Frazer 公式は比較的よくあうが，Case II の流れに対しては適合度はよくない。この公式の特徴は Case III という流れがせき部で跳水現象によって射流から常流へとせん移するものにも適用されることであるが，実験的な適合度は比較的良好であっても，その理論的な妥当性については検討の余地がある。

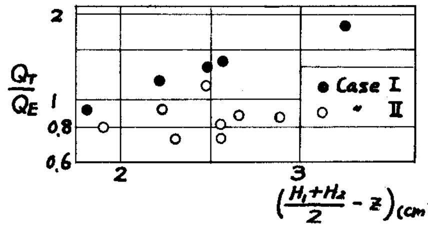


図-5 Forchheimer 公式による比較

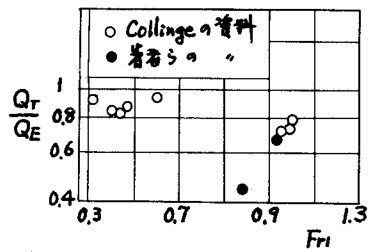


図-6 De Marchi 公式による比較

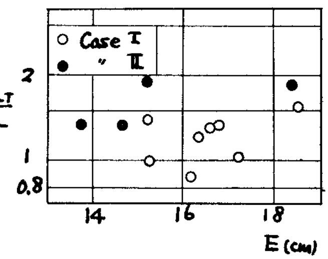


図-7 De Marchi 公式による比較

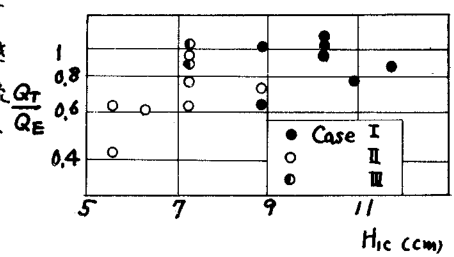


図-8 Frazer 公式による比較

以上は，一様な長方形断面水路における各公式の適用例を示したが，条件によっては一様な横越流量をうることが必要な場合が多い。このためには，越流水深を一定としなければならないが，せき高を流れに沿って変えるかあるいは主水路断面を漸次縮少すればよい。これらの詳細については講演時に述べるが，いま断面形状の漸縮によって一様な越流量をうるためには，つぎのようにすればよい。

$$(A/A_0)^2 = (1 - qL/Q_0)^2 \exp(2qL/\alpha C_m^2 R_m)$$

ここに，A：主水路断面積，L：せき長，q：単位長さ当りの一様越流流量，α：流速分布補正係数，C_m：せき部の平均粗度係数，R_m：せき部の平均径深，および添字の 0 は基準断面における値である。これは流量配分比に応じて断面を漸縮すればよいことを示す。