

京都大学工学部 正員 村本嘉雄

京都大学大学院 学生員 石田真一

本報告では、流入および流出直線部が常流状態にある流れで、中心曲率半径-水路巾比 (r_c/B) 1, 2, 3, 4 の4種の弯曲部をそれぞれ挿入した場合に於いて、横断方向の最大水位差および断面平均のエネルギー変化を実験的に検討した結果について述べる。

実験内容；実験水路は巾25 cmの一樣巾の滑面水路で、直線部は上、下流それぞれ10.25^m 4.25^mで路床に勾配0.002に設定されており、弯曲部には弯曲角90°、中心曲率半径25, 50, 75, 100 cmの4種から成る。なお、本水路の粗度係数 $n = 0.00986$ で本実験の流量範囲2~12 l/s (2 l/s 毎6段階)における直線部の最小限界勾配は0.0040であり、直線部では常流状態になっている。

横断方向の最大水位差；前報で述べたように、横断方向の水位差に於いては副流の影響が水位差を増加する方向に作用するか、減少する方向に作用するかは、確言できなリが、ここでは、まづ実験値を副流の効果を見出した諸式と比較検討する。

(1) 全断面流速一定という仮定による場合

$$\Delta h = \frac{U_m^2}{g} \cdot \frac{B}{r_c} \quad (1)$$

(2) 流速が自由渦の分布に従い、かつ比エネルギーが断面平均の水理量で近似される場合

$$\Delta h = \frac{U_m^2 B}{g r_c} \cdot \frac{1}{\{1 - \frac{1}{4}(\frac{B}{r_c})^2\}} \quad (2)$$

(3) 流速が強制渦の分布に従い、かつ比エネルギーが断面平均の水理量で近似される場合

$$\Delta h = \frac{U_m^2 B}{g r_c} \cdot \frac{1}{\{1 + \frac{1}{12}(\frac{B}{r_c})^2\}} \quad (3)$$

ただし U_m ：平均流速、 B ：水路巾、 r_c ：中心曲率半径。最大水位差 Δh と U_m の関係をこれらの式と比較すると、図1-a~dにみるように、剥離する場合の一部を除いて、実験値が理論値を越えており、副流の作用を無視した横方向一次元解析では説明できない。水位差に対する副流の効果については、前報で横断方向の流速を考慮した基礎式から、理論的に水位差の増大するものとを予測した。(しかし、最大水位差の生ずる断面にそ

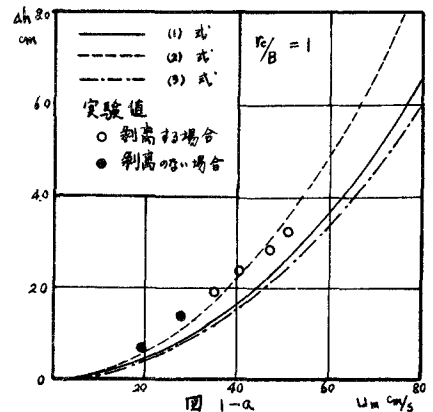


図 1-a

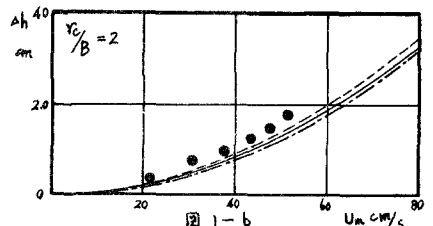


図 1-b

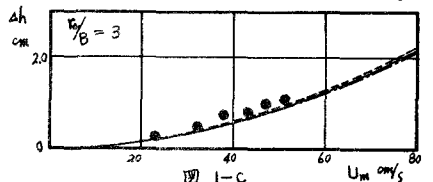


図 1-c

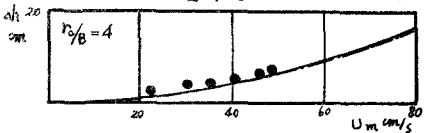


図 1-d

Δh と U_m の関係

のまま適用するには、水理諸量の流れ方向の変化を十分吟味する必要があり、現在、上、下流直線部の影響について検討中である。

断面平均のエネルギー変化；横ニウ配の流れを対象とし、副流が直接、流量および圧力分布に関係しないとすると

$$H = \frac{1}{Q} \int_A \left\{ \frac{P}{\rho g} + \frac{1}{2g} (u^2 + v^2 + w^2) + z \right\} u \cdot dA = \alpha_1 \bar{h} + \alpha_2 \frac{U_m^2}{2g} \quad (4)$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{A} \int_A \left(\frac{h}{\bar{h}} \right) \frac{U}{U_m} dA \div \frac{1}{B} \int_r \left(\frac{h}{\bar{h}} \right)^2 \frac{U}{U_m} , \quad \alpha_2 = \frac{1}{A} \int_A \left(\frac{U}{U_m} \right)^3 \left\{ 1 + \left(\frac{v}{u} \right)^2 + \left(\frac{w}{u} \right)^2 \right\} dA$$

で表わされる。ただし、 r_1 , r_2 はそれぞれ内、外岸の曲率半径、 $\bar{h}$ は断面平均の水深で、 $\bar{h} = \frac{1}{B} \int_{r_1}^{r_2} h dr$, $U = \frac{1}{A} \int_A u dA$ である。

(4) 式には通常考えられてゐる直線流の比エネルギーに対して、水深変化による補正係数 α_1 および副流のエネルギーを加味した α_2 が付加されてゐる。 α_1 は従来考えられてゐないが横ニウ配の変曲流では、水深の影響が速度水頭より大きいので重要と考えられる。一般に、 $\alpha_2 > 1$ であるが、 α_1 は u -分布により異なり $\alpha_1 \geq 1$ の値でもとりうる。特に、流速が自由端の分布をなす領域では、 $\alpha_1 < 1$ となること α_1, α_2 が予測される。まずこれらの補正係数 α_1, α_2 について実験値を吟味してみると $r_c/B = 25$, $Q = 8.52 \text{ l/s}$ と $r_c/B = 75$, $Q = 8.50 \text{ l/s}$ の場合について α_1, α_2 は図-2 のようになる。つぎに α_1, α_2 を考慮した場合と、しなり場合同様にエネルギー線を比較すると図-3 のようになる。彎曲部のエネルギー損失に關しては南水路の場合と異つて、南水路では上、下流の影響が微妙に關係し、一義的に損失水頭を規定するとは難しいように思われる。 r_c/B の異なる他の実験ケースについては検討中であつて、講演時に報告する予定である。

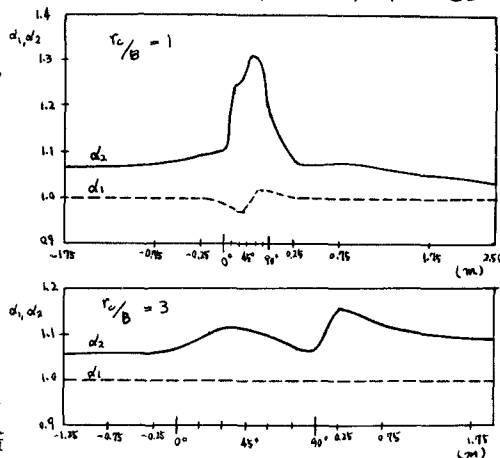


図-2 α_1, α_2 の流れ方向の変化

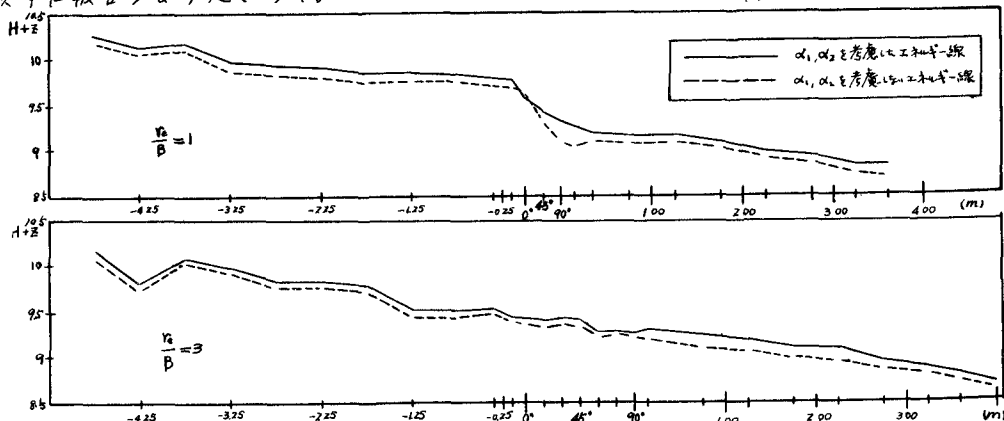


図-3 断面平均エネルギーの流れ方向の変化