

電力中央研究所 土木部 秋之保

・丸岡計

ま え の き

等断面水路における非定常流の解析については数多くの研究がなされているが、開水路の断面変化部を通過する非定常流についての正確な解析方法はない。この断面変化部を通過する段波の解析を特性曲線法によって求める方法を検討した。特性曲線方程式に実験によって得た実験係数を導入することにより、断面変化部を通過する段波を図式計算によって簡単に計算できることを証明した。

1 特性曲線の基本式

水路中の変化部における特性曲線方程式は、運動方程式と連続の式から次のように導かれる。

$$\left. \begin{aligned} \text{曲線} \quad \frac{dx}{dt} &= U \pm V \quad \text{の上において} \\ d(U \pm 2V) &= \left[g \left(1 - \frac{\pi^2 U^2}{R^3} \right) - \frac{UV}{B} \frac{\partial B}{\partial x} \right] dt \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

U : 流速, $V = \sqrt{gH}$: 波速, B : 水路中, $\frac{\partial B}{\partial x}$: 水路の変化, i : 水路勾配

n : 粗度係数, R : 径梁

(1)式を用いて水路に沿って順次計算を進めればよいがかなり手間がかかる。そこで図-1に示すような水路中から B に変化する部分における流れを単純に考えて、

(1)式を次のように書ける。水路の摩擦損失と水路中変化による

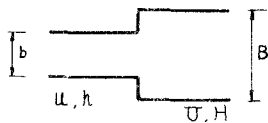
損失を無視すれば、運動方程式 $\Delta \left(H + \frac{U^2}{2g} \right) = 0$ と、

連続の式 $-\left(\frac{ab}{b} + \frac{aU}{U} \right) \left(\frac{H}{U+2V} \right) = \Delta H$ である。

図-1

$$\Delta U = \frac{-(U^2 - V^2) + \sqrt{(U^2 - V^2)^2 + 4UV^2 \frac{ab}{B}}}{2U} \dots (2)$$

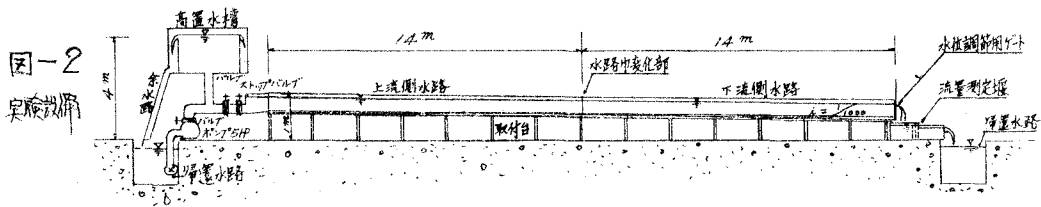
$$2\Delta V = \frac{-2UV^2 \frac{ab}{B}}{(2U^2 - V^2) + \sqrt{(U^2 - V^2)^2 + 4UV^2 \frac{ab}{B}}} \dots (3)$$



の関係が成り立つ。また(2)、(3)式から

$$\Delta(U + 2V) = \frac{2UV \Delta b (V - U)}{B(U^2 - V^2 + \sqrt{(U^2 - V^2)^2 + 4UV^2 \frac{ab}{B}})} \dots (4)$$

となる。すなわち(4)式は(1)式における水路中の変化に示す式と同じ意味をもつ。この(4)式を使えば図式計算を行なうことができるが、この値は中 b の水路中に生じた段波が水路中の変った B の水路に何らの抵抗もなく流れ込んできたときの変化分を示す。実際には水路中が変ればスムーズに流れ込まず、流速の変化分は(4)式で求めた $d(U + 2V)$ と一致しない。そこで実験用水路を用いて水路中の変化や変化部の抵抗がこの $d(U + 2V)$ にどのような変化を生ずるかを調べることにした。



2 実験設備とやり方

実験設備の概略は図-2に示す。全長28mの水路を勾配1/1000に設置し、その中向に水路巾の変化部を置いた。水路の深さは30cmで、巾20cm, 30cm, 40cmの3種類の水路を作り、水路変化部の形状と上流側水路と下流側水路との組合せから図-3に示す15ケースについて実験を行った。水位測定はポイントゲージを用いた。波高の測定は抵抗線式波高計を用いてペンエニロに自記させた。波高計は水路巾変化部とその上流11mの点、および下流1m, 7m, 12mの計6点に置き波高を記録した。

図-3 水路巾変化部形状

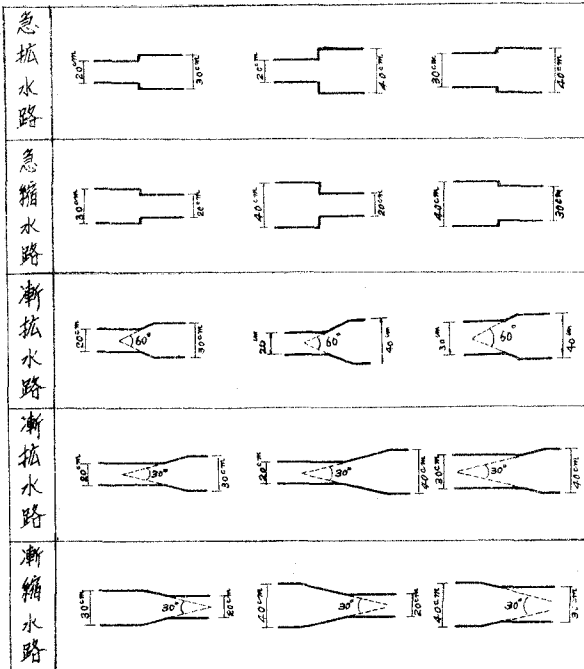


図-4 実験記録の一例

3 実験結果

図-4は記録の一例で、③の水路巾変化部は波高を示す。実験記録の中から、水路巾変化部付近の水深が約20cmのもの各ケースから一つずつ選り15の資料について下記(4)式から計算した $\Delta(U+2V)$ とAとC、実験資料から求めた $\Delta(U+2V)$ とBとを比較し、実験係数 $\alpha = \frac{B}{A}$ を表し、その値を求めた。その値は0.5から1.0の範囲にあることがわかった。

4 結 語

今回は15の資料(水深が低い場合のみ)を整理し、実験係数 α が0.5から1.0の範囲にあることがわかった。水路巾変化部の形状や上下流水路の比と α との関係は確かめなかった。引続き残り75の資料について検討を行うつもりで、その値をもう少し明らかにしたいと考えている。

