

東洋大学 工学部 荻原国宏
浅石孝正

セキ、および長大スパンゲートの圧力分布を求めるには、多くの場合、実験による方法がとられている。われわれの研究室では、ゲート周辺部の圧力分布を求める電子計算機を使った手法の解析を進めてきた。ゲートリップ部分の圧力分布については既に解析解と数値解を求めて実験値と比較をして良い結果を得ている。ここにまとめたのは越流部の水面形を求める数値計算および圧力分布を求める数値計算手法の概略をまとめたものである。

越流部の流れは限界水深を生じている所があって、通常の不等流の計算ではのりにくい点とゲートの鉛直壁面を含んでいるため流れが急変する場合が多いために一様流の扱いが難しい。また越流はアンダーフロー部に比して水面の存在が扱いをめんどうにしている。この研究はこれらの点をあわせて解決したプログラムを完成しこれをまとめたものである。

今回の計算手法の開発のために、次の仮定をおいた。1) 流れは非回転でポテンシャル流体である。2) 流れが局所的であって、流れのロスは無視できる程小さい。したがって流関数を Ψ とすれば、次の式を満足する。

$$\nabla^2 \Psi = 0 \quad (1)$$

水底およびゲート表面での流関数の値を $\Psi = 0$, 水面での値を $\Psi_0 = \Psi$ とおく、また水面では大気圧であるので

$$E = v^2 / 2g + z + p/w, \quad p/w = 0, \quad h = E - z = v^2 / 2g$$

$$v^2 = (\partial \Psi / \partial x)^2 + (\partial \Psi / \partial y)^2 \quad (2)$$

を満足する必要がある。またゲート表面での圧力は

$$p/w = E - z - v^2 / 2g \quad (3)$$

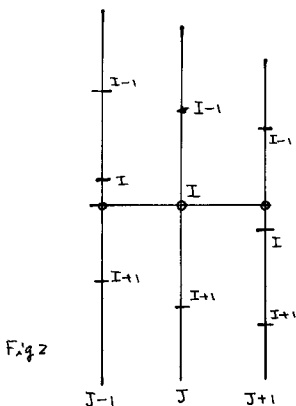
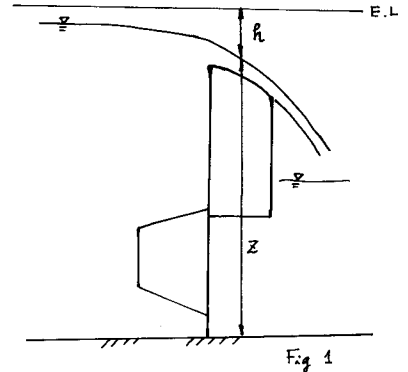
で求めることができる。

さて流れの場合での計算は、(1)式を差分で表わし(2)式の水面の条件を満たすようにリラクゼーションで決めれば良い。方法としては水深が各点で異なるために流れ方向には等間隔にメッシュをきり、水深方向には水深の1/5のメッシュをきって行なった。この場合、相い隣りあうメッシュは若干のづれが生ずるので、リラクゼーションをする際に中央点と同一の高さの Ψ の値を内捜法によって求めた。

したがって通常は周囲の4点より中央値を求めるのであるが、この場合には周囲の6点を使用して計算していることになる。流れの上流端の条件は、水平方向の一様流になっていることにしている。また越流する場合には、ゲート最高点で限界水深となる条件を使って、この点でも境界値を設定している。流れの下流端での条件はその前の点よりの直線の延長になるように決めている。

計算のフローチャートは概略、次ページのようになっていて、主なプログラムはサブルーチンを作って処理することにしてある。また鉛直壁がある場合には、その点で上流と下流に分けて計算を行なっているが、水路床が連続曲線の場合には上流から下流まで連続して計算をする方法をとるようになっている。

まず初期水面形の計算は、各断面において比エネルギーの式を満足する水深を求めて上流側では常流水深を下流では射流水深を採用することにした。この場合に上流と下流で水面が不連続になることがあるので、水路床



の最高点で限界水深になることにし2次曲線でスムージングをして求めた。SOR法の加速係数は上流と下流で異った値を使用した。これは上流側が常流であり水面の多少大きめの修正をしても射流になることはないの比べて、下流側の大部分は射流になっており、少し大きめの修正をすると常流になったり、ひどい場合には水深が一の値になったりするためである。そして下流の場合にはかなり時間をかけて計算をすることになるが、初期値の推定が良いと、かなり速く収束することが判った。

(/) 式の計算において、下流の断面では隣りの点が水面の外に出てしまったり、または水路床の外に出てしまうことがある。このときは水面または水路床までの距離を計算して(/) 式の中央値を求めることにした。

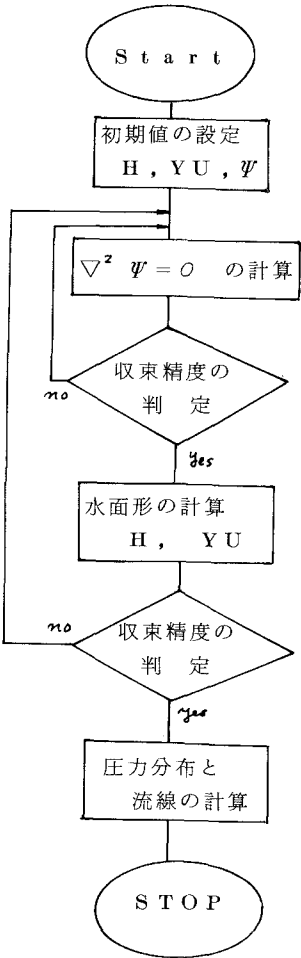
この計算の判定および距離の算定はサブルーチンに組んで処理をした。

鉛直壁のある場合には、最初は上流と下流側で分割して接続点でつなげる手法をとっているが、プログラムをなおして、双方を一緒にする方法を開発した。このとき水路床の最高点に限界水深が常に生じているとしていることは既にのべたとおりである。

2つの計算結果を下に示してある。一方は鉛直壁のある場合であり、もう一方はない場合である。流線の値は各点の値から内捜して求め曲線とした。

また圧力分布の計算について、頂点付近では、流線がかなりの曲率をもつて流れるので、遠心力を考えに入れないと、負圧の発生現象を説明することができない。今回のものには、この点が考えに入れられていないが、これから手を入れてゆく所存である。

Fig.3



/) ゲートリップの効果についての理論解析 Ogi h a r a 土木学会論文報告集登稿中、一部は / 976年 東洋大学工学部研究報告にて発表

