

東京大学工学部 正会員 工博 堀川 清司
 東京大学工学部 正会員 工修 西村 仁嗣

1. まえがき

相模川河口における堆砂現象を解明するため、我々は河口部の流況ならびに底質の移動という二つの面から研究を続けている。前回の講演会では研究方針の概略を述べるとともに、河口部の流況に関する極めて初歩的な研究の成果を報告した。今回はこうした一連の研究の第二段階として断面及び底勾配の変化する水路を考え、同様の模型実験ならびに数値解析を行なったので、その結果について述べることにする。

2. 模型実験

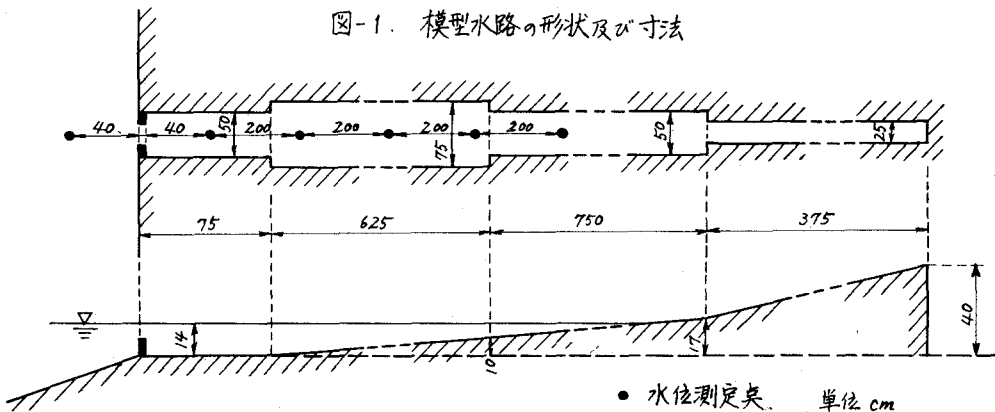
実験に用いた水路は固定床で、その形状及び寸法は図-1に示されている。河口部の堰は現地の砂堆に対応するものであるが、模型では薄板状の四角堰で、その寸法を変えながら実験を行なった。模型各段の断面ならびに底勾配は相模川を念頭において決定したものである。潮汐としては正弦形の半日周期のみを考え、pneumatic type の造波装置によって発生させた。実験における淡水流量は0, 0.6, 1.0 l/secの3種とし、水路の上流端で与えた。図-1中、黒丸印の各点には負圧式水位計を設置して水位の時間的変動を記録し、さらに河口部ではプロペラ式流速計による流速測定を行なった。

実験に際してはいくつかの難点が生じたが、とくに潮汐発生装置の作動に伴ない、外海部で周期10 sec 前後の静振が誘発されたことは爾後の資料整理を著しく困難にし、ひいては水位ならびに流速測定の精度を低下させる結果となった。また、流速が非常に小さい場合にはプロペラが十分に回転しないため、流速測定の精度が落ちる。

図-2は実験で得られた水位記録から短周期成分を除去したものである。河口部に堰を配置した場合、外海部と河川内では水位変動に顕著な位相差が現われている。図-3は同じく流速測定の結果であるが、前述の理由によりかなりバラツキが大きくなっている。

3. 数値解析

潮汐の遡上に伴う非定常流を解析する種々の方法についてはすでに前回の講演会で列举したとこ



うである。いずれにせよこの場合何らかの数値解法によらねばならないが、その選択に際してまず考慮すべきは計算の安定性の問題であろう。計算上の乱れを除去し、その安定性を維持するのに smoothing は有効な手段である。しかしながらこれが計算結果に影響を及ぼすことは好ましくない。こうした観点から我々は前回同様計算の過程が結果に対して大きな意味を持たない iteration 法を採用することにした。すなわち、時間的には潮汐の一周期を m 等分、空間的には水路の感潮部全長を n 等分して $x-z$ 平面上に mn 個の計算点を設定する。運動方程式及び連続方程式を差分式に改めれば、各点でこれらが成立するので、結局 $2mn$ 元の連立方程式を解くことになる。まず水位の時間的、空間的分布を仮定する。これを水位の第 0 次近似として連続方程式から流速の第 0 次近似を求める。次に水位及び流速の第 0 次近似を用いれば、運動方程式によって水位の第 1 次近似が与えられる。以上の作業を繰り返して最終的には正しい水位及び流速の分布を得る。

水位の計算は河口部から上流端に向って逐次行われるが、その際誤差が累積される可能性がある。そこで計算領域を充分上流側まで拡げて上流端では水位を一定とし、各ステップ毎に全体の水位を補正した。運動方程式中の摩擦項としては Manning の公式を用い、河口部では $|V| = C\sqrt{2g|s_1 - s_2|}$ の形で堰の影響を加味した。ここに、 V は平均流速、 C は流量係数、 s_1, s_2 は堰の両側の水位である。

$m=54, n=25$ とし、さらに Manning の係数を 0.02 ($m\text{-sec}$ 単位)、流量係数を 0.7 として実際に計算を行なったところ、図-3 の直線のような結果を得た。計算においては度々不調が生じ、そのつどプログラムの手直しを余儀なくされたし、摩擦や堰の存在による損失項の検討も未だ充分ではない。しかし少くとも今回の計算に関する限り、結果はほぼ満足すべきものといえようである。

図-2. 河口部水位

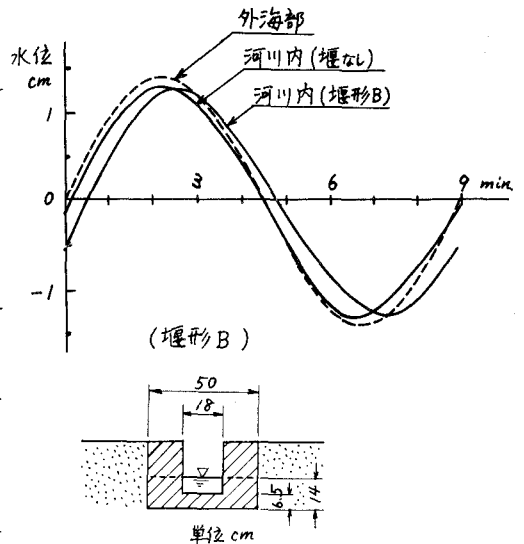


図-3. 河口部流速 (堰形 B)

