

(4-10) 江川河口の模型実験(移動床)について

正員 大阪市立大学理工学部 工博 永井 莊七郎

1. 緒言 江川は広島県の北部山間を源を発し、島根県江津町地先において日本海に注ぎ、その流域面積は約 3800 km²、幹川流路延長約 200 km で、河口附近における既往最大洪水流量は約 14800 m³/sec と推定されている。その河口には、北側(右岸側)は数百 m、南側(左岸側)は数 km にわたり長大なる砂浜が発達していて、この海岸の砂が南西ないし西方向からの風流により河口に向つて運ばれて河口の流路を閉塞する。このため、河口の左岸にある江津港への航路がふさがれるので、同港は古くから河口航路の維持に苦しんできた。昭和 24 年頃までは、河口は常に右岸に偏していたので、河口航路の維持のための導流堤築造計画も右岸より 2 本突出させることになっていた。しかるに、昭和 25 年頃から河口は逆に左岸に偏し、それ以来現在までこの状態が続き、従来の河口であつた右岸には漂砂が堆積して砂浜になっている。このため、従来の右岸寄りの河口に対する導流堤計画は根本的に再検討しなければならなくなつた。

2. 模型実験の目的

- (1) 昭和 25 年頃から河口が左岸に偏した原因は何であるか。
- (2) この左岸寄りの現在の河口は将来も変化しないものであるか。
- (3) 現在の河口が将来も変化しないとすれば、この河口航路維持のための最良の導流堤計画。
- (4) 左岸の江津町地先に築造中の水深 4 m の物揚場(400 m)が対岸に悪い影響を与えないか。

などを調べるため模型実験を行つた。

3. 実験方法 模型の縮尺は縦横とも 1/100 とした。従つて模型は実物に対して幾何学的に全く相似であるとともに、両流れの Froude 数も同一であるので、力学的にも相似である。また河床の粗度においても、Manning 流速式中の粗度係数 $n = \frac{1}{2.15} N$ (小文字は模型河床、大文字は自然河床の粗度係数)なる関係が成立していて相似に造られた。

すなわち江川河口附近の河床の $N=0.035$ にとられているので、模型河床には $d_m=0.3$ mm 細砂を敷いて、 $n=0.016$ くらいにした。また河口の変化には上流の流向、横断形状などが大きな影響を与えているので、模型の河床には $d_m=0.3$ mm の細砂を厚さ 3~5 cm に敷いて移動床とし、現在及び過去の横断形状には関係なしに大体平たい放物線形とした。

波による漂砂の移動状況を調べるために南西方向から、波高最大 4 cm くらい、週期は 0.5~1.3 sec の波を起すように波起装置を設置した。

(4-11) 浅水重複波の波形と碎波限界

准員 建設省土木研究所 岸 力

浅水重複波の速度ポテンシャルを $\phi = \sum_{n=0}^{\infty} a_n(t) \cosh nk(y+d) \cos nkx$

波形を $\eta(x, y, t) = -y + \frac{1}{2} a_0(t) + \sum_{n=1}^{\infty} a_n(t) \cos nkx = 0$

とおく。上式中 $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, λ : 波長

表面における圧力の条件

$$\eta(x, y, t) = 0 \text{ で } -gy + \frac{\partial \phi}{\partial t} - \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 \right\} = 0$$

波形条件 $\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} = 0$

に代入して $\cos nkx$ の項を集めて、それぞれ 0 と置けば a_n, a_n を定めて連立微分方程式が得られる。

上に仮定したポテンシャルは、連続の条件

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = 0$$

及び、底面 $y = -d$ で $v = -\frac{\partial \phi}{\partial y} = 0$ 、壁面 $x = 0$ で $u = -\frac{\partial \phi}{\partial x} = 0$ を満たすことは明らかである。

計算の結果によると波形は

$$y = \frac{1}{4} k A^2 \coth kd + A \sin \sigma t \cos kx + \left[\frac{k A^2 \tanh kd}{4} \left(1 + \frac{1}{2 \tanh^2 kd} \right) + k A^2 \tanh kd \left\{ \frac{1}{8 \sinh^2 kd} - \frac{1}{4} - \frac{3}{2 \sinh 2 kd (2 \tanh kd - \tanh 2 kd)} \right\} \cos 2 \sigma t \right] + \dots$$

となる。ただし A は重複波の半波高であり、 σ は

$$\sigma^2 = g k \tanh kd \left(1 - \frac{1}{4} k^2 A^2 + \dots \right)$$

から定められる。

重複波の砕波限界を求めるため筆者は、W.G. Penney & A.T. Price の用いた深水重複波の砕波条件を一般化

して、 $\frac{\partial v}{\partial t} + g \tanh^2 kd = 0$

を計算し $k A \coth kd = 0.592$

を得た。 d を水深 H を用いて書き直すと

$$k A = \frac{\sqrt{\coth^2 k H + 0.350 \operatorname{cosech}^2 k H} - \coth k H}{0.296 \operatorname{cosech}^2 k H}$$

となり、これから得られる結果は、F. Suquet & A. Wallet の実測値ときわめてよく一致する。

(4-12) 地下水面の非定常運動に関する数値解法の考案

正員 東京大学工学部 工博 内 田 茂 男

施工のための急速水抜き、給水のための揚水、発電のための湖面低下、川の水位変動等にもない隣接土中に地下水面の非定常運動が起る。これは法面の安定や利水量または速度の限界を知るために、重要な課題であると考えられる。流れを垂直方向に一樣と仮定すると、水平に近い地下水面の運動に対して、熱伝導に似通った次のような偏微分方程式を得る。地下水面の厚さを h 、時間を t 、座標を x, y とすると

$$\frac{\partial h^2}{\partial t} = h \left(\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2} \right)$$

これは右辺の係数 h が常数でないために、非線形微分方程式となる。これを等価積分表示式によつて、数値的に積分してゆく方法を考えたので、その概略を述べる。

(4-13) サージタンク模型実験の相似律

正員 中央大学工学部 工博 林 泰 造

准員 同 寺 中 啓 一 郎

同 寺 島 美 穂 人

サージタンクの模型実験の相似律については従来最も簡単な単働式の場合についてのみ Gibson (Proc. Inst. Civ. Eng. 1924~25) 等により研究が行われたが、他のこれより複雑な形式のサージタンクまたは2つ以上のサージタンクの存在する場合については未だ十分な研究は行われていないように思われたので、ここにこの相似律の問題について理論的並びに実験的研究を行つた。

一般的な場合の一例として図-1のような単働式、越流式並びに差働式の各サージタンクをあわせ持つ系について考える。この場合につき理論的考察の結果、模型実験の相似律としては次の式を満たすように模型の各縮尺を定めればよいことがわかる。