

簡略法による潮流解析

沖縄県 正員 仲座 栄三

1、まえがき

近年の海洋開発に伴い、各地で大型の埋立工事が見られる様になってきた。その多くは、投入土砂の工事区域外への流出、及び、流れの変化による海水の変換性の劣化等による漁場の汚染問題に直面している様である。技術者は、この種の問題を大型三次元水槽を用いた実験的予測法、または、数値シミュレーション法等により予測している。後者の方法は、前者の方法に比べ経費の節約等、数多くの優位性（基礎式における諸係数の算定が少々難しいが、）により好まれ用いられている。金子らは¹⁾ Leender J. J. らによって開発された A. D. I 法を用いて潮流汚染拡散問題を解析し、実験結果及び、現地との比較を行ない、A. D. I 法の実用性を示している。また、著者らは²⁾ 前年度において同様な報告を行なった。しかし、こうした数値シミュレーションにおいては、大容量を装備した大型コンピューターが不可欠であり、現場技術者にとっては大きな難点と言える。

本報告は、こうした長周期波の解析が、波動解析によく用いられる簡略法を若干変形した解析法を用いることにより、小型コンピューターでも取り扱える事を示し、現地データとの比較によりその妥当性を確かめ、また、本手法が高潮解析等においてもすぐれている事を示したものである。

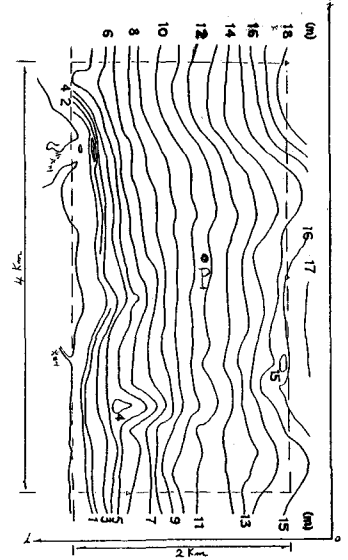


図-1

2、基礎式

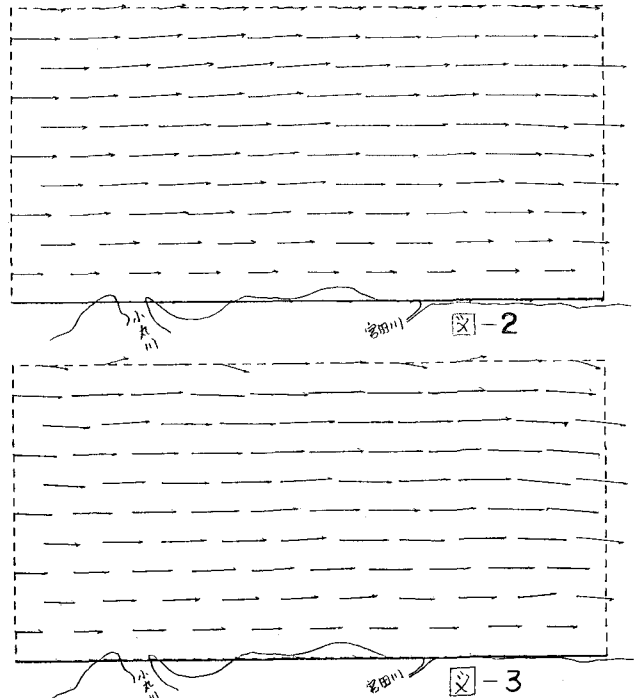
二、三の仮定の基に、二次元化された運動方程式及び連続の式は、式(1)～(3)で示される。

$$\begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{M}{h+\zeta} \cdot \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{N}{h+\zeta} \cdot \frac{\partial M}{\partial y} \\ = -g(\zeta+h) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau}{\rho} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{M}{h+\zeta} \cdot \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{N}{h+\zeta} \cdot \frac{\partial N}{\partial y} \\ = -g(\zeta+h) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau}{\rho} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

M, Nは、それぞれ x, y 方向の線流量を意味し、 $M = (\zeta+h) \cdot u$, $N = (\zeta+h)$



h)・vで与えられる。(詳細は文献 2) 参)

3、計算結果

3-1 移流項の省略

計算対象海域及び、座標のパターンを図-1に示した。まず、基礎式(1)～(3)をそのままの形でA・D・I法によりシュミレートした結果を図-2に示した。これに対し、式(1)～(3)において移流項を落し、シュミレートした結果が図-3である。両者を比較する事により、基礎式における移流項は実用上十分な精度をもって省略できる。(入力諸条件は講演時に述べる。)

3-2 基礎式のζによる表現

3-1において本領域の計算に必要なDimension数は、約 $16 \times 10 \times 10 \times 10$ (16,000)であり、一般に小型コンピュータは4,000～10,000程度の容量であり小型コンピュータの能力を上回る。以上を鑑み基礎式のさらの簡略化を試みる。式(1)～(3)において移流項を落し、二、三の変形を行なうと次式を得る。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t^2} = g \cdot \frac{\partial}{\partial x} (\zeta + h) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial x} + g \cdot \frac{\partial}{\partial y} (\zeta + h) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} + C^2 \cdot \left(\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \cdot \left(\frac{\partial \tau_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_y}{\partial y} \right) \quad \text{----- (4)}$$

式(4)において、<①水深は緩やかに変化する。②海底摩擦は、①より弱い意味で対象海域で平均的に与えられる。>なる仮定の基に、式(4)の第一項、第二項及び、第四項を落す事が出来る。本簡略法とA・D・I法による式(1)～(3)の計算結果との比較を図-4、図-5に示した。図-4、図-5の比較により本手法の妥当性が確められる。本手法においてはA・D・I法の1/5～1/6以下の容量であり、計算時間は1/3以下になる。

4、結論

本来、長周期波のシュミレーションにおいては大型コンピュータが必須であり、その事が現場技術者を本問題から遠ざけていた様に思えるが、本手法を用いる事により、実用上十分な精度でしかも小型コンピュータを用いて計算できる事が確められた。また、高潮の計算においては式(4)の海底摩擦の項が落ち、代わりに表面における摩擦項が加わる事になり、一般に摩擦項は既知量である事より、高潮計算において本手法は優位であると考えられる。3-2における仮定①、②が困難な場合は、摩擦の項を100ステップ毎程度に求め、計算を繰り返せば良い。さらの詳細は講演時に述べる。

最後に、終始御助力を頂いた(株)大富建設コンサルタントの宮城有設計部長に謝意を表す。

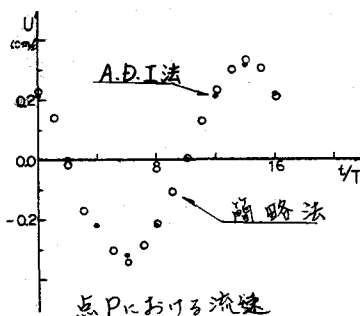


図-4

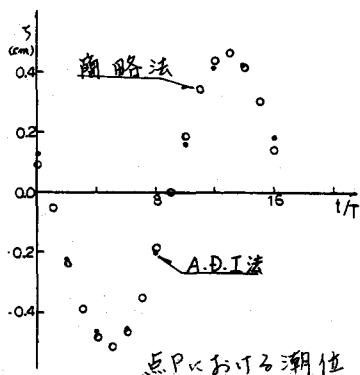


図-5

参考文献

1) 金子安雄、堀江毅、村上和男

A・D・I法による潮流汚染拡散の数値計算。港湾技術研究所、第14巻 第一号。

2) 河野二夫、仲座栄三、堀川毅信

高鍋海岸の海水汚濁拡散の数値計算。土木学会西部支部研究発表会講演概要集(1984.2)。