

II-84

確率モデルを用いた土砂堆積形状予測計算におけるパラメータ設定法

東亜建設工業(株) 正会員 矢内栄二
 東亜建設工業(株) 正会員 太田正規
 鳥取大学工学部 正会員 松見吉晴

1. はじめに

海面から土砂を投入する場合、効率的な施工を行うためにはあらかじめマウンドの形成状況を予測する必要がある。著書らは、すでに確率モデルを用いて堆積形状の予測・検証を行ってきた¹⁾。しかし、モデルを適用するにあたってはあらかじめ水理実験等によりモデル中のパラメータを決定する必要がある、汎用的に適用するためにはパラメータの設定方法を確立する必要がある。

本研究では、全開式バージの直投による堆積形状からモデル中に使用されたパラメータについて水理実験を行って検討するとともに、これまでに報告されてきた底開・全開式バージの直投による堆積形状についてとりまとめて、パラメータの設定方法について検討した。

2. 予測モデルの概要

予測モデル²⁾では、投入土砂の水深方向に分割した各区分における落下移動に関する確率的性状が同一として、各区分の土砂落下移動の確率過程に関してマルコフ・チェーンの確率モデルの適用により着底位置に関する平面的な確率分布を算定し、投入土砂堆積との積により堆積形状を求める。本予測モデルにおいて水深を等分割した各区分における土砂の水平方向への移動距離に関する確率分布には、土砂投入実験より次式で示す平均値がゼロの正規分布が適用できることが確認されている。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{\sigma}\right)^2\right\} \quad (1)$$

ここに、 σ ：標準偏差、 x ：座標である。堆積形状予測計算においては、 σ について土砂ごとに決定する必要がある。

3. 水理実験および従来の報告に対する検証計算結果

全開式バージを用いて投入したときの堆積形状について、水理実験により検討した。実験には、長さ 4m × 幅 4m × 高さ 2m の 3次元水槽を用い、水槽底面は平坦とした。水槽の二面はガラス張りとなっており、二方向から投入状況を観察した。バージ船模型は 47cm × 45cm × 21cm のアクリル製であり、開閉装置はモーターにより制御され、開閉速度は可変式となっている。投入土砂は中央粒径 $d_{50}=1.3\text{cm}$ 、均等係数 $d_{60}/d_{10}=4$ のコンクリート用砕石であり、投入 1 回あたりの土砂量は 38 kg である。水深は 60cm とし、堆積形状はポイントゲージにより計測した。

図-1 は、1 点投入時の検証計算結果である。本研究で使用した確率モデルが堆積形状を良く再現している。図-2～4 は、同様にさまざまな水深および粒子に対して実施された堆積形状の実験結果³⁾⁴⁾に対して検証計算を行った結果である。表-1 は、それぞれの条件と使用したパラメータを示したものである。表中の R_{ef} は沈降レイノルズ数であり、 $R_{ef} = w_f d / \nu$ で表される。ここに、 w_f ：粒子沈降速度、 d ：粒径、 ν ：流体の動粘性係数、 D ：水深である。沈降速度は Rubey の式により算定した。

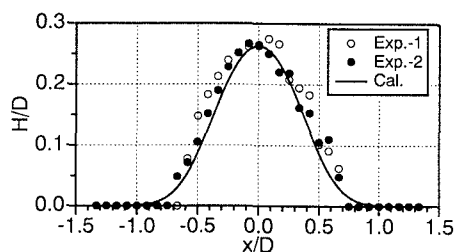


図-1 1点投入時の堆積形状（本研究）

キーワード：確率モデル、堆積形状予測、施工管理

〒102-8451 千代田区四番町 5 東亜建設工業(株)土木本部設計部 TEL 03(3262)5105 FAX 03(3239)2793

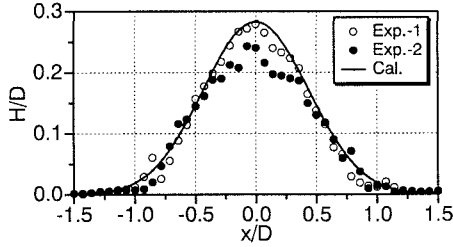


図-2 堆積形状の検証計算（矢内ら⁵⁾）

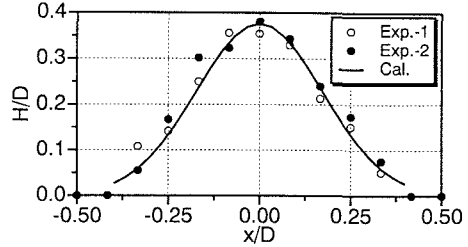


図-3 堆積形状の検証計算（沖ら⁶⁾）

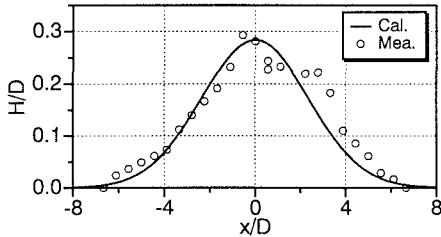


図-4 堆積形状の検証計算（堤ら⁷⁾）

表-1 計算条件と検証計算結果

データ	d(cm)	比重	D(cm)	σ/D	R_{ef}
本研究	1.3	2.65	60	0.276	4860
矢内ら	0.65	2.65	70	0.368	1714
沖ら	2.0	1.6	60	0.191	5594
堤ら	0.025	2.60	900	1.179	8.1

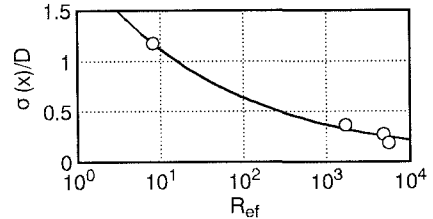


図-5 R_{ef} と $\sigma(x)/D$ の関係

4. パラメータ設定法

確率モデルにおける σ は、実海域での利用を考えると粒子沈降による乱れによる σ_1 と水域の乱れによる σ_2 の和によるものとして考えることとする。すなわち、

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \quad (2)$$

前項で取り扱った結果は、現地観測結果も含めて $\sigma_1 \gg \sigma_2$ と考えられることから、本研究では $\sigma \equiv \sigma_1$ の場合について解析する。 σ が粒子自身の乱れによる場合の算定式については、 $R_{ef} < 1 \sim 10$ における林・大橋の解³⁾、 $R_{ef} > 300 \sim 400$ における吉川・福岡・吉川の解⁹⁾などがある。本研究では、これらの研究成果を踏まえて図-1～4から得られた値を整理し、図-5および式(3)を提案する。

$$\sigma(x)/D = C_1 R_{ef}^{-\frac{1}{4}} + C_2 \quad (3)$$

ここに、 $C_1 = 1.958$ 、 $C_2 = 0.022$ 。

図-5では、粒径が小さいほど分散性が大きくなるため標準偏差の値が大きくなることを示している。

5. むすび

確率モデルを用いた堆積形状予測計算におけるパラメータの設定方法について、実験式を提案した。本研究では海域による乱れの影響を無視しているが、確率モデルを取り込んだ配船位置管理システム¹⁾においてはナローマルチビームソナーにより堆積形状の短時間の把握が可能であり、実際に投入された（海域の乱れを含む）堆積形状により補正しながら適用していくことを予定している。

参考文献

- 1) 松見吉晴他：底開式バージによる投入土砂の堆積形状に関する予測モデルの検証実験，第52回年次講演会概要集VI，pp.46-47，1997。
- 2) 松見吉晴他：底開式バージによる投入捨石群の堆積形状に関する予測モデル，海岸工学論文集，Vol.39，pp.966-970，1992。
- 3) 林泰造他：流体中を沈降する粒子の乱流特性について，第24回水理講演会論文集，pp.7-12，1980。
- 4) 吉川秀夫他：流体と固体粒子の相互作用に関する研究，土木学会論文集，No.260，pp.89-100，1977。
- 5) 矢内栄二他：トレミー管および全開バージによる投入土砂の堆積形状，海洋開発論文集，Vol.13，pp.369-373，1997。
- 6) 沖政和他：水中マウンド築造のための軽量ブロック投下実験，第48回年次講演会概要集II，pp.886-887，1995。
- 7) 堤一高他：軟弱地盤上に投下された砂の状況調査—大型土捨船による砂投下実験，土と基礎，Vol.23，No.11，pp.57-63，1975。