

論文番号 182

著者名 朝倉良介, 池谷毅, 岩瀬浩二

論文題目 潜堤被覆材の所要重量算定に関する実験的研究

討議者 不明

質疑

3.2 被覆材の被害状況のところでも水路の両側2列を側壁と消波ブロックの摩擦による影響を考慮して取り除いたとしてありましたが、ブロック同士の噛み合わせ・摩擦等の関係から両側2列のブロックが移動することで、それに隣接する、その両側2列より内側のブロックも連鎖的に移動する。つまり移動しやすくなってしまわないでしょうか？教えていただけるとうれしいです。

回答

図-7を見ると側壁に接したブロックが1個置きに移動しています。しかしその両側のものは移動をしていません。これよりブロックの移動が連鎖的に発生しているとは言えないと思います。

討議者 水流正人(五洋建設(株)技術研究所)

質疑

リーフの実験を断面実験で実施されておりますが、実際の現地では沿岸方向に有限な長さを有しているため、特に水位上昇量について実際と異なることが予想されます。得られた成果をスケールアップするに当たって、被覆材の所要重量や被害率に対して、両者の違いをどのように解釈すればよいのでしょうか。

回答

ご指摘の通り、図-2に示すように実験は断面2次元で行っているため、3次元の場合に比べて水位上昇量が過大になります。しかし法肩では断面2次元実験でも水位上昇が発生していません。さらに図-7に示すように被害は法肩に集中しています。これより、スケールアップをしても所要重量や被害率を評価しても大きな問題にはならないと考えられます。

討議者 半沢稔((株)テトラ)

質疑

安定性評価式の中に今回は被害率  $D(\%)$  を被害の程度を表すパラメータとして取り込んでいます。例えば van der Meer が消波ブロックに対して定義した被災度  $N_0$ (延長方向のブロック代表径  $(D_n = V^{1/3})$  あたりの被害個数  $N_0$ ) etc での検討をされているようでしたら、その結果を教えてください。

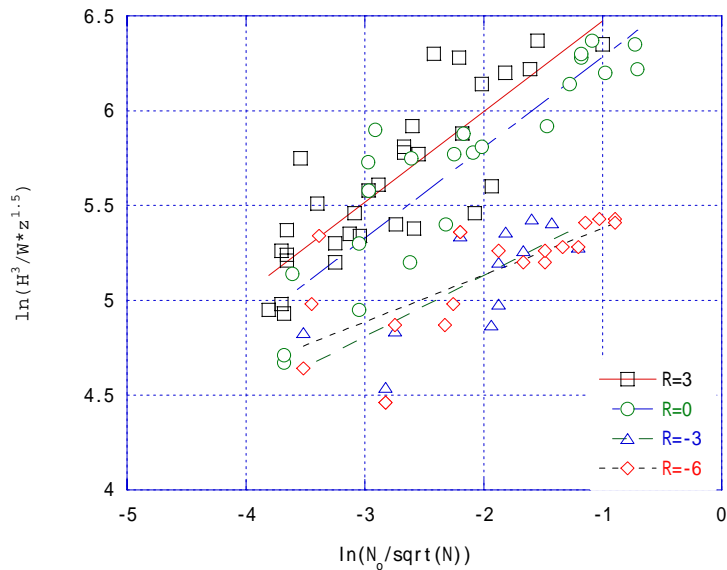
回答

被災度  $N_0$ (代表径幅当たりの被害個数)と被害率  $D(\%)$ の関係は、代表径幅当たりのブロックの個数を  $N_d$  とすると  $N_0 = D \times N_d$  となります。式(6)にこれらの関係を代入すると以下のような式になります。

$$\ln\left(\frac{H^{3/3}}{W} \xi^{1.5}\right) = \beta \cdot \left\{ \ln\left(N_0 / \sqrt{N}\right) - \ln(N_d) \right\} + \ln \alpha + \ln f(S_r)$$

天端水深別にプロットしたものを「182-12」に示します。

傾向としては図-10 とほとんど変わらず、 $\beta = 0.4$  程度となります。



1 8 2 - 1 2 被災度  $N_0$  を使用した場合

**論文番号 1 8 3**

著者名 大野賢一, 松見吉晴, 木村 晃  
 論文題目 多方向不規則波における堤頭部被覆材の安定重量に関する研究  
 討議者 松本朗 ((株)テトラ 環境事業本部 技術部)  
 質疑

実験条件として  $S_{max}=5, 10$  はあまり現実的ではないような気がしますが。(方向分散性が過大)  
 防波堤の計画地点であれば  $S_{max}=25$  or  $50$  or  $75$  での検討をしていれば、教えてください。

回答

本研究は、防波堤堤頭部における波の方向分散性の影響について多方向不規則波浪場と一方向不規則波浪場を比較し、被覆材の安定性に関して検討したものであります。そのため、波の方向分散性の影響がより顕著に現れる条件で実験を行うため、現実的な  $S_{max}$  値よりも波の方向分散性の大きい  $S_{max}=5$  を採用しました。また、 $S_{max}=20$  を用いた実験も行いましたが  $S_{max}=5$  の場合と同じような傾向を示していました。

**論文番号 1 8 4**

著者名 阿部光信, 興野俊也, 長舩徹, 貝沼憲男  
 論文題目 防波堤の信頼性設計法における時化のモデル化について  
 討議者 下迫健一郎 (運輸省港湾技術研究所)  
 質疑

- 1) 図 - 7の横軸 (観測データによる滑動量) の定義を説明してください。
- 2) 図 - 9のシミュレーション結果において、提案モデルによる滑動量の計算では極大波高の継続時間を2時間としているが、この方法だと提案されている三角形モデルではなく実際には矩形モデルになってしまい、滑動量を過大に計算してしまうのではないか。

回答

- 1) 図 - 7での観測データとは、表 - 1に示した3地点の実測波浪観測データのうち、極大波高が5.0m以上の高波浪19ケースのデータです。各観測データは2時間ごとの有義波高の経時変化が得られています (添付図 184-1の細線)。図 - 7横軸の観測データによる滑動量は、各観測データの2時間ごとの有義波高値そのものを用いて、これが2時間継続するものとして谷本ら(1996)の滑動量算定モデルで滑動量を計算し、これを高波浪の継続時間中で集計したものです。この計算では、各時刻の有義波高値は2時間継続するものと仮定しており、また滑動量算定に係わる各種計算

条件も全て確定値としています。

- 2) 今回の時化モデルの検討の前提として、波浪観測データ等で観測される2時間ごとの波浪諸元はその前後1時間の波浪の平均的な諸元を与えるものとしています。すなわち、モデル化における定式化では添付図 184-1 の太実線のとおりとなりますが、実際の扱いは棒グラフで示したように、2時間ごとの有義波高値はその前後1時間、計2時間継続するものと仮定しています。

たしかに、ご指摘のように極大波高だけをとりえて、時化モデルと称した太実線の三角形と実際に計算する2時間の継続時間を持った棒グラフとを比較すると、棒グラフの方が滑動量を大きめに評価してしまいます。しかし、そもそもモデル化の考えが前述のように棒グラフのようなものを指向したものであるため、過大に評価しているとは考えていません。

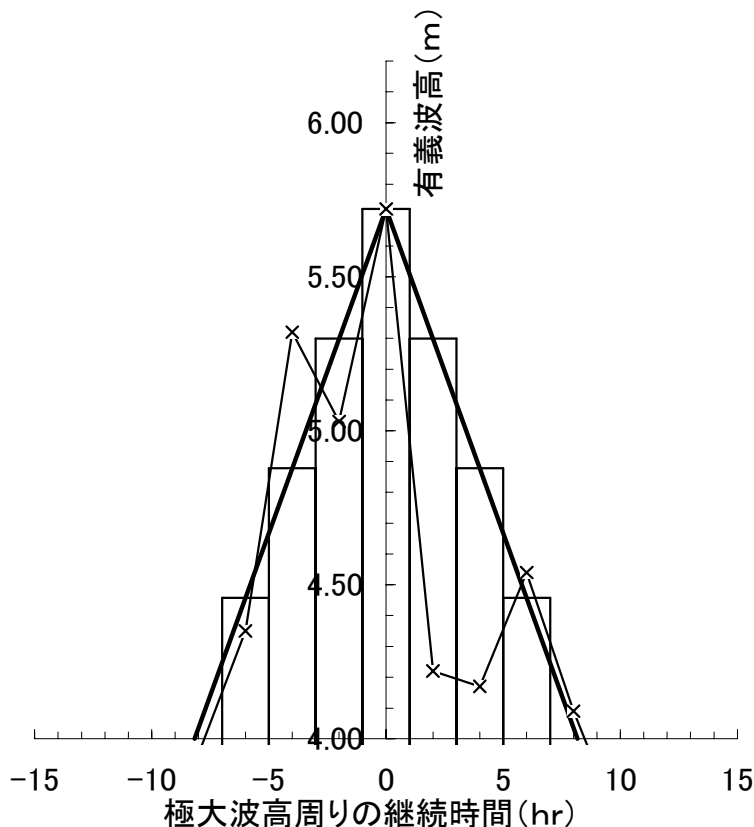


図 184 - 1 1 回の時化の有義波高の経時変化

論文番号 185

著者名 合田良実, 高木泰士

論文題目 信頼性設計におけるケーソン防波堤設計波高の再現期間の選定

討議者 高山知司 (京大 防災研)

質疑

- 1) 防波堤が被災したときの復旧費には、ケーソン下部の部分の修復費も含まれているのでしょうか。
- 2) 合理的再現期間の設定法あるいは設計フローについて説明をお願いします。

回答

- 1) 修復費は含まれていません。今回の検討では、期待総費用の最小値を求める考え方について四つのモデルを考えてみたもので、復旧費の絶対値については吟味していません。
- 2) 入力データとして、設計地点の毎年最大有義波高の極値分布を使用します。わが国の波高極値分布の解析事例のように極大値資料に対する分布が得られているときには、式(2)で毎年最大値に対する分布関数に変換します。

次に設計計算波高を少しずつ変化させ、滑動安全率 1.0 に対する所要堤体幅を在来方式で計算します。その断面について、所要の供用期間に対する被災確率、期待総費用、および期待滑動量を計算します。

種々の設計計算波高に対する期待総費用と期待滑動量が得られたならば、期待滑動量が許容値以下であって、かつ

期待総費用が最小なものが最適設計断面であり、そのときの設計計算波高に対する再現期間を「合理的再現期間」と呼んでいます。

討議者 熊本工大 土木

#### 質疑

示された OHP 図における堤体設計図で、堤体幅が減少しているにもかかわらず、堤体高さが増加している理由を教えてください。

#### 回答

論文集には記載していませんが、現行設計法では有義波高 8.5 m の条件で堤体幅 24.0 m、天端高 +5.1 m であるのに対し、新方式で設計したところ、堤体幅 20.5 m、天端高 +5.5 m の結果が得られました。この差異は、現行方式が滑動安全率 1.2 で設計しているのに対し、新方式ではそれぞれの設計計算波高に対する安全率を 1.0 として設計し、その上で総合的に確率を考慮した安全性を検討しているためです。現行方式では再現期間 50 年の波高で設計していますが、新方式では合理的再現期間が 80 年であるため、設計計算波高が約 9.1 m と大きく、滑動安全率が 1.02 となっています。ただし、供用期間 50 年における期待滑動量は 10 cm 以下の条件を満足しています。

### 論文番号 189

著者名 小野正順，中谷誠志，鷺沢栄二郎，出口一郎

論文題目 人工魚礁周辺の流れ場の解析と魚の蛸集に関する基礎的研究

討議者 松原雄平（鳥取大学工学部）

#### 質疑

1. 現地調査において、魚類行動の朝、昼、夜の日間変化をどのように捉えるのか？

#### 回答

現地調査の方法は色々あります。それぞれの方法で長所・短所があって、通常は複数の調査を行い欠点を補い合う方法がとられます。その中で、朝、昼、夜の日間変化を捉えることは難しいです。本研究では、昼間は潜水調査を行い、夜は刺し網調査によって調査を行っています。潜水調査は汐止まりの海象条件が穏やかな状態でないと調査できないことや調査時間が短いことなどが欠点で、小さな魚でも確認できることや個体数が正確に把握できること、魚礁内の生物も確認できるなどの長所を持ちます。一方、刺し網調査は網の目の大きさによって調査できる生物の大きさが決まってしまうこと、刺し網は夜間設置しているので魚礁に集散する時間変動までは把握できないなどの欠点があり、夜行性の生物を調査できることや長時間の間に魚礁に蛸集する生物を調査できるなどの長所を持ちます。本調査結果でもこれら 2 つの調査結果を比較すると夜と昼で蛸集している魚種に違いが現れていることがわかります。しかしながら、調査方法が異なるので定量的な比較はできていないのが現状であります。

#### 質疑

2. 魚礁機能として、生育場あるいは餌場としての機能は、どのように捉えるのか？

一般的に、水産生物が魚礁を生育場として使用する場合、産卵場として雄と雌が出会い易いように魚礁を目印に集魚してくる場合と魚礁の周辺海域で産卵され稚魚にまで成長した時に外敵から身を守るため群を形成するために魚礁を目印に集魚してくる場合があります。いずれにしても、このような行動をとる魚種は II 型及び III 型に多く見られます。また、これらの魚種は、外敵から襲われない程度に十分成長すると魚礁から離れてしまいます。これらの行動特性は毎月 1 回程度の潜水調査で確認できます。岩礁性の III 型魚種に関しては、産卵場、生育場、餌場として魚礁を利用していると考えられますが、ほとんど魚礁内、岩礁内で生活しているために行動特性として調査確認することは困難な状況です。

餌場としての機能は、柿元先生により（「人工魚礁の生物学的機能解析に関する研究」水産工学, Vol.35 No.1, pp.1-7, 1998）潜水調査で確認できた事例はいくつかありますが、餌と捕食者の定量的な調査結果などはまだなされていません。

### 論文番号 190

著者名 瀬戸雅文，水野武司，梨本勝昭

論文題目 縦スリット型藻礁の設計条件に関する研究

討議者 出口一郎（大阪大学大学院工学研究科土木工学専攻）

#### 質疑

摂餌限界流速について具体的にはどのような条件と考えればいいのか？

## 回答

本論文ではエゾバフンウニの限界流速について、摂餌限界流速と耐流限界流速を求めているが、縦スリット型藻礁にウニの生息空間を設計するためには、基本的には波浪に伴う流れでウニが施設外に放出されないための耐流限界流速を満たすことが必要で、摂餌限界流速は、耐流限界流速をもとに設計された藻礁におけるウニの身入りの善し悪しを左右する条件と位置づけられる。従って、施設設計に伴う投資性などの判断材料として利用することが可能である。

## 論文番号 191

著者名 北野利一，間瀬肇，中野晋

論文題目 間隙水飽和度の鉛直変化を考慮した海底地盤の波浪応答

討議者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

## 質疑

- 1) 境界層での飽和度変化は重要ではないか？
- 2) 構造物がある場合にも適用できますか？
- 3) 図-4 の式の比較は、実験値あるいは実測値と比較する必要があるのではありませんか？

## 回答

- 1) 地盤内部においては、土要素に作用する静水圧が増大することが主たる原因となって、鉛直方向に飽和度が高くなる。その結果として、深くなるにつれ、Stiffness ratio  $m$  が減少し、ゼロに漸近する。その変化は、図-1 に示すとおり、波長のオーダーでの変化と見なすことができる。従って、本研究では、境界層内部での飽和度変化を扱わなかった。しかし、ご指摘のとおり、海面波の波長によっては境界層内部での飽和度変化が重要となる場合も考えられる。
- 2) 石油パイプラインが海底面上に置かれている場合、ケイソンが地盤と直結するような場合、ケイソンと海底地盤の間にマウンドを設けている場合などの状況に対して、等方均質性の波浪応答解を利用して、Mei and Foda(1981)、Mynett and Mei(1982)、Kumagai(1998) は、地盤内の応答応力場を求めている。これらの構造物周辺の海底地盤に対して、今回得られた波浪応答解を適用することは可能である。
- 3) 基礎方程式から直接得られる解は、式(34)で表されるとおり、非常に複雑である。得られた解の本質的な特性を抜き出すために、類似した特性を持たせ、解を式(39)のように簡単化している。図-4 は、その妥当性を具体的に表現したものである。なお、今後得られた解を応用するにあたっては、ご指摘のとおり、なんらかの実測値との検証は必要である。

## 参考文献

Kumagai, T.(1998): Analytical model of the response of a composite-type caisson breakwater and seabed to waves, Ph.D.Thesis, Univ. of California, Berkeley, USA.

Mei, C.C.and Foda,M.A.(1981): Wave- induced stresses around a pipe laid on a poro-elastic sea bed, Geotechnique, Vol.31, pp.509-517.

Mynett, and Mei,C.C.(1982): Wave- induced stresses in a saturated poroelastic seabed beneath a rectangular caisson, Geotechnique, Vol.32, pp.235-248.

## 論文番号 192

著者名 加藤史訓，佐藤慎司，Harry Yeh

論文題目 津波による円柱周辺地盤の動的挙動に関する大型実験

討議者 勝井秀博（大成建設技術研究所）

## 質疑

洗掘現象、範囲の理解に液状化の観点は重要であると思うが、洗掘量の推定には時々刻々の（非定常・非平衡場）流砂・漂砂量 flux が必要であると思う。研究の目的と着眼点を明らかにして下さい。

## 回答

本研究の当初の目的は、津波遡上時の構造物の倒壊を防ぐ対策を検討するため、構造物周辺の洗掘の規模を津波遡上中も含めて明らかにすることにあつた。洗掘のモニタリングにあたっては、ビデオカメラで洗掘過程を捉えるだけでなく、構造物周辺地盤内の間隙水圧も測定した。その結果、地盤の液状化が洗掘に影響していることが明らかになった。

御指摘のとおり、構造物周辺の洗掘量を時々刻々の局所的な流砂量から推定することは可能であるが、今回の実験では構造物近傍の流速を測定していなかったため、このような解析は行っていない。流れ場が何らかのモデルで評価されれば、流砂量則により、洗掘過程を模擬することができるが、急激な圧力変化を伴う段波による洗掘には、流速のみでなく間隙

圧も重要な要素となっている可能性がある。本研究は、間隙圧変動を取り込んだ洗掘モデルを構築するための第一段階として、詳細な実験により機構解明を行ったものである。

討議者 前野詩朗（岡山大学環境理工学部）

質疑

$\sigma_{v0}$  として初期状態としているが、洗掘によって変化しているのではないか。

回答

御指摘のとおり、洗掘によって土被りは変化するので、津波遡上中の鉛直有効応力を計算する際に初期の鉛直有効応力の値を使い続けるのは厳密ではない。しかし、土被りが洗掘によって急速に変化している状況下で鉛直有効応力を厳密に計算する方法は確立されていないので、本研究では初期の鉛直有効応力を一定と仮定した。洗掘による土被り変化を厳密に考慮した鉛直有効応力の算出は今後の課題としたい。

論文番号 193

著者名 前野詩朗，小谷裕司，坪田裕至，名合宏之

論文題目 高波浪場における海岸堤防周辺地盤の動的挙動に関する研究

討議者 加藤史訓（建設省 土木研究所）

質疑

液状化領域を示した図 - 10 は、Case 1 か Case 2 のどちらか。また、矢板の透水性の有無によって液状化領域がどのように変化するか検討されていますか。

回答

液状化領域を示した図 - 10 は、透水性矢板を用いた Case 2 の場合の結果です。不透水矢板を用いた Case 1 の場合には、撮影したビデオ画像の状態がかなり悪く、画像から液状化領域を判定することが困難であったため、実験値と比較検討できませんでした。今後は、矢板の透水性の有無による液状化領域の変化について解析による比較を行いたいと思います。

論文番号 196

著者名 太田正規，荒井 清，五明美智男，矢内栄二，松見吉晴

論文題目 投入土砂堆積形状予測モデルにおけるパラメータ設定と流れ場への適合性

討議者 小田一紀（大阪市立大学工学部）

質疑

1) 御説明では底開式バージの開扉過程の影響については言及されていませんでしたが、この点についてはどのように取り扱われたのでしょうか。開扉速度によって現象が違ってくることは、我々の実験でも、数値シミュレーションでも見出されているのですが。

2) また、流れの影響も検討されていますが、確率モデルの中に流れの影響はどのように取り込まれているのでしょうか。

回答

1) 本研究の投入土砂堆積形状予測モデルは、現地への適用を目的にしたもので、現地で使用予定される全開式バージの全開までの所要時間がほぼ同様であったことから、本研究で行われた模型実験では開扉速度を一定として種々の土砂粒径について確率パラメータを検討しています。なお、先生のご指摘通り投入土砂の落下散乱現象に及ぼす開扉速度の影響は、我々も全開式バージ模型による実験で確認しており、本研究で提案しているパラメータ予測式の汎用性を高めるには開扉速度の影響を含めた予測式を考案していく必要があります。

2) 小田・重松ら（1995）によって行われた個別要素法と MAC 法を併用した流れ場を沈降する粒子群の数値計算より、粒子群の重心位置が流れ方向に流速に線形的に比例して移動することが明らかにされています。本研究では、この数値計算結果に基づいて確率モデルの平均値  $m$  に対して流速による流下方向への移動分  $m'$  を付加すること（ $m + m'$ ）により、流れの影響を確率パラメータの平均値の変化として取り込んでいます。

論文番号 197

著者名 小田一紀, 宋元平, 芝村圭, 農本充

論文題目 塩水中における微細土粒子の凝集・沈降挙動に関する研究 ベントナイトをモデルとして

訂正

式(8)を次のように訂正をさせていただきます。

$$(誤) \quad w = \left\{ \frac{4g}{3} \cdot \frac{Re}{45} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) \right\} = \frac{4g}{135} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2 \dots (8)$$

$$(正) \quad w = \left\{ \frac{4g}{3} \frac{Re}{45} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) d \right\}^{\frac{1}{2}} = \frac{4g}{135} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2 \dots (8)$$

また, 原論文の経験式には説明不十分なため, これを使用するとき用いる単位などで混乱を招く恐れがあると考えられるところが幾つかあるので, 以下に付記する。

- (1) 式(9)で  $\rho_e$  を計算するときには,  $\mu = 1.307 \times 10^{-2} \text{ g/cm} \cdot \text{s}$ ,  $g = 980 \text{ cm/s}^2$  の値と単位を用いた。
- (2) 式(10)における  $\rho_e$  の単位は  $\text{g/cm}^3$  であるが,  $d$  の単位は  $\mu\text{m}$  である。
- (3) 式(11)中の,  $g$  の単位は  $\text{cm/s}^2$ ,  $\mu$  は  $\text{g/cm} \cdot \text{s}$ ,  $d$  は  $\mu\text{m}$ ,  $w$  は  $\mu\text{m/s}$  を用いる。

討議者 鷲見栄一 (通産省工業院資源環境研究所)

質疑

式(11)の沈降速度について  $d$  との関数があるが, データとの検討について, 特に式(8)のストークス則の中で抵抗係数をどのように与えるかがこの種の解析では重要であるが, どのように考えられるか。

回答

本来, ストークス式は, 粒子を球,  $Re < 1$  の範囲における球の抗力係数を  $C_D = 24 / Re$  と仮定して, 流体中における重力, 浮力, 抗力の釣り合いから導かれた粒子の沈降速度を求める式ですが, 抗力係数をそのまま用いて表すと式(8)は次の式(8)で表されます。

$$w = \left\{ \frac{4g}{3} \cdot \frac{1}{C_D} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) d \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

また, 式(8)から

$$\frac{1}{C_D} \left( \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right) = \frac{3}{4g} \frac{w^2}{d} \quad (9)$$

この研究では, 丹保ら(1967)の研究に従い, フロックの粒子形状を球ではなく正八面体と仮定して  $C_D = 45 / Re$  (ここに,  $Re = d w / \mu$ ;  $\mu = \rho \nu$ ) と仮定して式(8)を立てています。実験から, フロック粒径  $d$  と沈降速度  $w$  を顕微鏡デジタル映像撮影によって同時に求め, これらを式(8)から導いた式(9)に代入して有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  を求め, 粒径  $d$  との関係プロットした結果が図-8です。この図から  $w$  と  $d$  との関係求め, 経験式の形で表したものが式(10)です。式(9)から分かりますように, またご指摘のように, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の実験値から有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  の値を求める際には  $C_D$  をどうとるかによってその値は変わってき, したがって有効密度  $\rho_e = \rho_s - \rho$  とフロック粒径  $d$  の関係を表す経験式(10)の形も変わってきます。つまり,  $\rho_e$  と  $1 / C_D$  の積の値は, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の実験値によって一義的に決定されますが,  $\rho_e$  と  $C_D$  を分離してそれぞれ正確な値を求めることはできません。

しかし, 沈降速度  $w$  とフロック粒径  $d$  の関係を表す経験式(11)は, 途中の経過がどうであれ, 結果的には, それらの実験値を式(8)に代入して導かれた経験式と同等なものであり,  $C_D$  の取り方に何ら影響されることはないといえます。

論文番号 198

著者名 後藤仁志, Jorgen Fredsoe

論文題目 Lagrange 型固液二相流モデルによる海洋投棄微細土砂の拡散過程の数値解析

討議者 小田一紀（大阪市立大学工学部）

質疑

講演時の説明では、計算領域の両側端には不透過の垂直壁が設けられていましたし、また計算結果には粒子投入直後に大きな水面変動が発生することが示されていました。そうするとこの波は両端壁から反射されるはずですが、計算結果にはそれが見られませんでした。粒子挙動にも側壁の影響がでてくると考えられますが、両側壁での境界条件をどのように設定されたのかご教示下さい。

回答

重要な御指摘かと存じます。結果を見ると土砂投入の瞬間に発生した水面波は急速に減衰しつつ側方に伝播しています。この減衰の程度が妥当であるかに関しては検討を要すると思います。側壁の境界条件ですが単純な固定壁（壁を構成する粒子の速度ゼロ）としています。これを移動壁として、反射波の影響を弱めるなどの工夫は可能です。今後検討したいと思います。

討議者 中山恵介（港研・環境評価）

質疑

- 1) 土砂と水での混相流ですので付加質量の効果が大きく運動方程式に影響を及ぼすと思います。その効果はモデルの中にどのように考えられているのですか。
- 2) 温度や塩分はエントロピーが化学ポテンシャルを用いてエネルギー式で表現され、粒子はそのような表現ができないという違いがあると思いますが、例えば温度や塩分を考慮した場合には成層効果により渦拡散係数が減少しますが、同様な現象が粒子の混入により生じないでしょうか。

回答

- 1) 基礎式は、いわゆる二流体モデルの標準的な式です。粒子法という手法の名称から土砂の粒子を直接追跡しているような印象を与えるかも知れませんが、この方法での粒子は単なる物理量の定義点に過ぎません。粒子周囲の局所的な流れ場と関連する付加質量を陽に基礎式に反映させていないのは、このような理由からです。
- 2) 御質問の趣旨は本研究で扱っている内容と異なるように思いますが、渦拡散係数が減少というのは流体・粒子の混合物を一つの流体として見た場合のことでしょうか。各流体相の支配方程式を相互作用を考慮しつつ連立させて解くと御指摘のような混相流の性質が再現できるというのが、通常の混相流モデルの考え方です。

討議者 鶴谷広一（港湾技術研究所・海洋環境部）

質疑

実際への応用に関して興味があるのは濁りの拡散である。この方法を微細粒子や粗い粒子の効果をとり込んだ計算へ拡張する可能性はあるのでしょうか。

回答

重要な御指摘かと存じます。既に御承知のようにこの方法の粒子は土砂粒子ではなく、物理量の定義点です。粒子を小さくすることは定義点の分布を密にすることであり、粒子の大小と砂粒径の大小は直接的には対応しません。ただし、定義点間の相互作用（例えば粒子間引力）を付加的に特定の粒子間に与えることにより、擬似的に大粒径の粒子を模擬できる可能性はあると考えています。今後検討を続けたく思っております。

論文番号 199

著者名 鷲見栄一，田中祐志

論文題名 沿岸域の底層における懸濁態粒子の物理的挙動

討議者 中川康之（運輸省 港湾技術研究所）

質疑

東京湾内での底層濁度の計測結果において、底層直上でみられる高濁度浮泥が検出されているが、これらの懸濁物はそれより上層の懸濁物とは質的に異なるものなのか。

回答

本研究では、上層にはラウスの簡便式を適用できるが、底層直上はそれから推定される濃度より高く、また時間的に濃度がほぼ一定であることより高濁度層が存在すると結論づけています。その場合の平均的な沈降速度は  $0.02 \text{ cm/s}$  が最も一致していました。底層直上の懸濁物はこの平均的な沈降速度より大きいために、上層での式では説明できないと考えられます。平均的な沈降速度が大きいことは、底層直上の懸濁物は平均粒径が大きな粒径分布を持っていることを示しま



す。懸濁物の化学分析はしていませんが、懸濁物の粒径ごとの比率が違うという点で質的な違いがあると思います。また、ほぼ濃度が一定であるという点については、著者が船橋沖で得ている底層直上の粒径分布の数日間の時間変化からは次のように考えています。再懸濁する懸濁物は、通常の潮汐流で再懸濁する時よりも波浪の非常に強い時には、大きな粒径の濃度が急増しています。このことは、通常の潮汐流では再懸濁しない大きな粒径の懸濁物が海底上あるいは底層直上に存在していることを示します。今後、これらのことが他の地点でも普遍的に存在するのかの検討を加えたいと思います。

**論文番号 200**

著者名 日比野忠史，細川恭史，鶴谷広一

論文題目 非成層期の東京湾における塑望周期の流れ場

討論者 吉岡洋（京都大学防災研究所）

**質疑**

南西の風が吹くと、底層に高塩分が出現し、赤潮が発生した。これは沿岸湧昇が起こったのではないか

**論文番号 201**

著者名 日向博文，吉岡健，八木宏，灘岡和夫

論文題目 冬季東京湾における黒潮系暖水波及の実態解析

討議者 中川康之（運輸省港湾技術研究所）

**質疑**

黒潮系暖水が湾口から侵入した後、その波及効果は時間的にどの程度残るのか？また、侵入後の暖水は湾内でどのように広がるのか？

**回答**

3次元モデルを用いた粒子追跡計算によれば、湾内に侵入した暖水は、冬季における北よりの季節風によって形成された鉛直循環流の働きにより多摩川河口付近まで侵入する。したがって、暖水波及がどの程度湾内環境に影響し、その影響がどれくらい残るかという問題は、海上風に大きく依存しており、一般論として明確にお答えすることは出来ない。本計算の場合、湾内の温熱環境に与える暖水波及の効果は1週間程度であった。

討議者 田中昌宏（鹿島建設技術研究所）

**質疑**

今回示された湾口部での海水交換機構の海水交換全体への寄与はどの程度か？

数値実験におけるシグマ座標の急勾配地形による数値混合の影響は？

**回答**

冬季においては、黒潮系暖水と湾内水の密度差は非常に小さいため、海上風が弱い場合、湾口部における残差流の大きさもまた小さい。したがって、暖水波及時における湾口部を介した熱フラックスは、冬季平均の5倍程度までに達するが、海水交換量としては平均程度である。

本数値実験における海底勾配はさほど大きくなく、計算時間も10日程度と短かったため、有意な大きさの数値拡散の影響は認められなかった。ただし、この問題については、今後、何らかの方法で対応していきたいと考えている。

討議者 今村文彦（東北大）

**質疑**

数値実験により、湾口幅、水深の違いによる暖水塊の侵入の変化を示した点は大変興味ある。一方、東京湾湾口部を見た場合、野島崎、観音崎、富津岬などが存在しているために湾曲した地形になっている。このような地形が遠心力などを生じさせて流況へ影響することはないであろうか？

**回答**

湾口部における地形効果としては、湾幅が狭くなり、水深が急激に小さくなることによって潮流速が増し、鉛直混合を活発にしていることがあげられる。そのため、暖水は湾口部で湾内水と混合されその水塊特性を急激に失い、その結果、さらに密度流としての暖水侵入は弱められてしまう。

**論文番号 203**

著者名 鈴木雅晴, 三村信男, 塚田光博  
 論文題目 3次元生態系・水質モデルによる東京湾の水質改善予測  
 討議者 和田明 (日本大学生産工学部)

**質疑**

湾内への負荷削減による結果は、私共が6年前海洋学会で発表した結果と整合性がとれていると感じます。ところで、負荷削減と表現されていますが何について削減されたのか教えてください。

**回答**

コメントをありがとうございました。

本モデルでは、河川からの流入負荷としてCOD, 全窒素, 全リンを与えているので、これらの流入濃度を所定の割合で削減しました。元々の流入濃度は、河川協会編「日本河川水質年鑑 1994」のデータを用いました。

討議者 内山雄介 (運輸省港湾技術研究所)

**質疑**

大規模な対策 (流入負荷の削減と覆砂) をとったにもかかわらず、貧酸素水塊が低減しないのは、なぜでしょうか。

**回答**

いくつかの原因が考えられます。(1) この規模の対策をとっても、有機物・栄養塩の流入負荷がプランクトンの増殖やDO消費を促進するレベル(閾値)を超えていること、(2) 湾奥底層での海水の停滞が予想以上に強いこと、(3) 生態系の物質循環が、負荷削減に比例した栄養塩レベルの低下を阻害するような緩衝作用を持っていること、などです。この説明のためには、現地観測とモデルの感度分析、両面からの検討が必要だと考えています。

**論文番号 204**

著者名 日比野忠史, 細川恭史, 鶴谷広一  
 論文題目 三浦半島沿岸での赤潮の発生と久里浜湾周辺での水塊移動  
 討論者 二瓶泰雄 (東京工業大学)

**質疑**

現地でのゴミの分布状況は、スリーク状となっているのか？

**論文番号 205**

著者名 佐々木淳, 磯部雅彦, 今井 誠  
 論文題目 東京湾における赤潮の消長要因に関する考察  
 討議者 石川公敏 (通産省資源環境研)

**コメント**

風とクロロフィルの関係は、風の強さで10m/s、?時間吹くとクロロフィル濃度は約10mまで一様になり濃度??など観測があり、必ずしも、クロロフィルはそこにはとどまっていない。鉛直データを用いもっと風とクロロフィルの関係データを整理した方がよい(回答者柱:一部不鮮明のため誤読している可能性がある)。

**質疑**

1) モデルに用いるデータ不足は今後どうするのか？

共同観測態勢の確立。pl.分離固定はさらにそのサイズを求めると面白い。浮遊生態系モデルの中にサイズによるFeeding pressureを入れる試みが出来る。

2) 引用したデータ、例 zoo-pl では判りにくい。分類について今後どうしていくのか？

東京湾奥はFlagellatesもなく、採集、固定、係数には最大の注意必要。

**回答**

1) データ不足は誰もが憂慮していることかと思えます。東京大学海岸研におきまして1999年より係留系による水質観測を行っておりまして、データがまとまりしだい、webで公開する方向で考えております。東京湾に関しましては様々な機関が精力的に観測を行っておられますので、それらのデータが公開されればかなりのデータが集まるものと期待しております。とはいえ、土木系ですと生物項目の測定がほとんどなされていないのが実状かと思えます。生物・水産系の方々と共同研究が不可欠であると強く感じておりまして、そのような機会が得られることを切望いたしております。

- 2) ご指摘の通り、今回の整理の仕方は極めて不十分であったと認識しております。今後サイズを考慮したモデル化を行っていくことを考えますと、feeding の関係を考慮した分類を行っていく必要があると考えております。

**論文番号 206**

著者名 山下隆男，福神和興

論文題目 珪藻 渦鞭毛藻類の種間競争を考慮した田辺湾の赤潮モデル

討議者 天野邦彦（土木研究所）

**質疑**

- 1) 競合するプランクトンの一方が増加した場合に、他方の増加が抑制される形のモデルになっているが、栄養塩に対する競合が無い場合において、このようなモデルを作る積極的な理由があるのか？
- 2) 珪藻類と渦鞭毛藻を考慮するのであれば、これらが好む環境特性はかなり異なっており、表層混合や栄養塩成層の相違により、2種類の藻類がどのような反応を見せるかをデータにより検証してモデルに反映させるべきではないか？

**回答**

- 1) 本論文で対象としている和歌山県の田辺湾では、水産養殖が盛んで、ここでの栄養塩は常時過多の状況にあるため、栄養塩に対する競合は無いと考えた。実際に観測された珪藻類と渦鞭毛藻のセル数の変動には両者の競合があるように見えるので、ここでは種間競争を導入した数理モデルで観測結果をどの程度再現できるかを検討した。その結果、種間競争を考慮すれば、両者のセル数の変化が再現できることがわかった。もし、この項を導入しなければ、観測結果は再現できない。
- 2) 種間競争を導入した数理モデルには、環境要因の時間的な変化は考慮してあるが、珪藻類と渦鞭毛藻類とが好む環境特性が的確に導入できているがどうかはわからない。今後、環境要因変化との関係で観測例を積み重ね検討する必要がある。

討論者 矢持進（大阪市立大学 環境都市工学科）

**コメント**

- 1) モデル作成者はフィールド調査に参加し、現場の状況を十分に理解した上で行うようにすべきであろう。
- 2) 用語の使用法の訂正  
個体数 > 細胞数（植物プランクトンだから。動物プランクトンは個体数。）  
渦鞭毛藻と珪藻との間の競合に種間競争は不適切。渦鞭毛藻と珪藻は「種」という定義からはずれる。
- 3) 増殖パターンについて（スケルトネマとギムノディウム）は既に知見が多くあるので水産学会誌、海洋学会誌等を参考にされたし。

**論文番号 207**

著者名 中村由行，井上徹教，足立義彦，石飛裕，嘉藤健二，山室真澄

論文題目 汽水湖沼における底層水質の急変現象と溶出の非正常過程

討議者 中川康之（運輸省 港湾技術研究所）

**質疑**

溶存酸素の時系列データにおいて、貧酸素の解消した後、溶存酸素濃度の変動が解消メカニズムの違いに応じて異なるが、何故か？

**回答**

図2のAで示される時点でのD0濃度の回復は中海表層水の侵入によるものであり、D0濃度回復と共に塩分成層が形成されるため、その後の底層水中のD0濃度は堆積物の酸素消費等により減少する。一方、Cで示される時点でのD0濃度の回復は風波の発達に伴う鉛直混合によるものであり、成層が破壊されるため底層の貧酸素化はおこらないためと考えられる。

**論文番号 208**

著者名 石塚正秀，中辻啓二

論文題目 紀淡海峡における海水交換と物質輸送過程の解明

質疑者 小田一紀（大阪市立大）

質疑

（発表時の）結論で述べられた「潮流の変動特性」とは具体的に何を意味しているのでしょうか？

回答

発表時に示した結論は「北流時と南流時の塩分の水平的・鉛直的な拡がり異なることから、潮流の変動特性が海水交換に大きな影響を与える。」でした。

図-4,5は、それぞれ北流終了時、南流終了時の塩分分布を示していますが、外洋の影響を受けた塩分32psu以上の水塊の影響範囲が潮時によって大きく変動しています。また、紀淡海峡は三つの瀬戸を有する複雑な地形を示し、北流終了時は紀伊水道側から全体的に大阪湾内に高塩分水塊が分布しているのに対して、南流終了時は由良瀬戸海域から高塩分水塊が流出しています。このように、北流・南流の変化だけではなく、地形の影響を受ける等の紀淡海峡に特有の潮流変動が紀淡海峡における海水交換に大きく影響するものと考えています。

論文番号 209

著者名 川西澄

論文題目 広島湾北部海域の流動構造と海水交換特性

討議者 日比野忠史（港湾技術研究所）

質疑

湾内での淡水はどのような働きをしているのか。これを説明できる計算結果になっているのか。境界での淡水の取り扱いはどうしているのか。

回答

湾内での淡水の働きにはいくつかあると思いますが、重要な働きの一つはエスチャリー循環を発生させることです。計算結果から求めた大野瀬戸、宮島・奈沙美瀬戸、呉湾を通過する循環流量は河川流入量の25倍に達しています。

河川流入境界では、河川水が海水と混合して塩分20psuになっていると仮定して、その濃度に見合った流量を与えています。開境界については、流入時の塩分は一定、流出時には境界のすぐ内側の塩分で湾外へ出て行く様にしています。

討議者 田中昌宏（鹿島建設・技研）

質疑

図8のHeterocapsaとGymnodiniumの分布特性の違いはどのような環境要因の差によるのか？

回答

Gymnodiniumと異なり、Heterocapsa赤潮が広島湾湾奥沿岸部であり発生しないのは、低塩分であることが第一の理由であると思います。また、栄養分が多いため競合する珪藻類が先に増殖し、場を独占してしまうという種間競合の問題も大きいと思います。Heterocapsaは珪藻類との競合を極端に嫌う生物です。

GymnodiniumはHeterocapsaより細胞が大きく（容積で3倍ぐらい）、赤潮になるのにより多くの栄養を必要とするため、河川水の流入がほとんどなく栄養分が少ない江田島湾では大規模な赤潮を形成することはありません。

討議者 上野成三（大成建設技術研究所）

質疑

計算結果では江田島湾の塩分が高くなっている。ヘテロカプササーキュラリスカーマは高塩分を好むと言われているが、江田島湾の高塩分とヘテロ赤潮の関連があるのでしょうか？

回答

関連はあると思います。江田島湾でヘテロカプサ赤潮が発生する主原因は、海水交換性の低さ、高塩分、および夏季水温の高さだと思います。

論文番号 210

著者名 中村武弘，福本正，多田彰秀

論文題目 大村湾湾口近傍における潮流現象の現地観測と数値計算

討議者 田中昌宏（鹿島建設・技研）

質疑

浅曽根を中心とした環流は、シミュレーションと観測で定量的にあっていますか？（湾内の密度分布も含めて） それ

が、針尾瀬戸からの噴流の特性を表現する上で重要と考えられます。

回答

数値計算による浅曽根を中心とする潮汐残差流（1 潮汐平均流）としての環流のパターンは、観測と一致しています。しかし、本文中でも述べていますように下げ潮時の宮浦側の流れが合っていないため、定量的には一致していません。密度分布は、これまでの観測で大崎半島側（湾内北側）の上層で軽く、南側ではほぼ一様となっていました。数値計算でも同じ分布となっています。今回の数値計算は計算諸元として夏期の代表値を用いて行っており、観測値のシミュレーションではありません。今後、数値モデルにおける格子幅、流入角度等に加え、この点についても検討していきたいと思えます。