

論文番号 : 001

著者名 : 沖 和哉・間瀬 肇・酒井哲郎

討論者 田島芳満 (東京大学)

質疑

透過率 K_{tr} を周期に依存させない一定値で与えておりますが、スペクトルの再現精度に影響はないのでしょうか。

回答

実験結果と計算結果を比較した図-4 のスペクトル分布より、再現精度には大きな影響はないと考えます。

討論者 柿沼太郎 (港湾空港技術研究所)

質疑

計算対象の砕波帯の領域を述べられたし、砕波点が離岸堤より沖側にあり、離岸堤前面に反射波が存在する場合でも、砕波モデルを含む本数値解析手法による結果は、良好でしょうか。

回答

捨石防波堤周辺の波浪場解析において砕波帯の位置を確認したところ、離岸堤背後の汀線付近でした。

今回の条件では確認できませんでしたが、ご質問の条件においては、通常、砕波後の反射波のエネルギーは小さいと考えられるため、エネルギーの伝播を計算する本手法ではおおよそ妥当な結果が得られると考えます。

論文番号 : 3

著者名 : 五十里洋行・後藤仁志・酒井哲郎・奥田一弘

論文題目 : 三次元数値波動水槽のための粒子法と Boussinesq モデルとのハイブリッド化

討論者 柴木秀之 (株エコー環境水工部)

質疑

1. 粒子法とブシネスクモデルのように、質の異なる計算を結合する場合、領域内で発生する反射等により、入射波と異なる周波数の成分波が発生しないか？
2. 領域内の反射波を自由透過させるような接続境界処理を行っているのか？

回答

御指摘有難うございます。少なくとも本計算における水位時系列の一致を見る限り、反射波の影響が顕著に出ることはなく、したがって、反射波に対する特別な処理も行っておりません。反射波の有無やそれに対する対応に関するより詳細な項目については、今後の課題とさせていただきます。なお、境界では壁面の越波を許して反射波の発生を抑制しています。

討論者 木原直人 (電力中央研究所)

質疑

1. MPS 中において、下流側 (岸側) の壁にもブシネスクモデルの結果を入れているのか？
2. 構造物まわりの計算をする際、ブシネスクモデルの計算でも、構造物を含んだ計算をしないではいけないのか？

回答

1. はい。本計算では、下流側の壁にも入れております。
2. 構造物からの反射の影響が無視できないケースでは **two-way** の計算をする必要があり、本手法は適用できないと考えています。そうでないケースは **one-way** で対応が可能であり、その場合 MPS の計算領域ではブシネスクモデルの計算は行いません。

討論者 山口 洋 (若築建設(株))

質疑

結論にありました接続境界における鉛直方向運動など、鉛直積分型の平面波動場モデルである Boussinesq モデルと、高精度 3 次元モデルである粒子法との間には、計算精度の相違以上に、計算モデルの構造に根本的な違があり、これはハイブリッド化への大きな障壁となると思われる。現在考えておられる解決策もしくは発展の方針などありましたら、教えてください。

回答

従来のネスティングを用いた計算においても、グリッドの大きさの異なる領域の境界では何らかのデータ補間が必要です。本計算手法ではそれが鉛直方向に必要となり、断面での流速分布を仮定するなど不足する情報を与えてカップリングする必要があります。

論文番号 5

著者名 古山彰一・堀達明・作道真紀・青木伸一

論文題目 適応格子を利用した沿岸域での高精度シミュレーションの実現

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

干潟の冠水を表現する際、水陸境界の格子の作り方を教えていただきたい。

回答

現在は、冠水の可能性のある領域については想定しているもっとも細かいサイズの格子をあらかじめ生成している。このようにすることで、干潟のエリアのそれぞれの格子で、水が存在する格子は水域と認識し、水深よりも水位が小さくなってしまう場合は陸域とみなして計算を行っている。

今後、津波や高潮被害で冠水エリアがあらかじめ特定できない場合には、水陸境界部分を追いかけて動的に細分化格子を生成していく必要がある。その際には、計算ステップごとに水陸境界を特定し、そのエリアで細分化格子を貼るような手続きをとる必要がある。この手法については現在開発中である。

討論者 重松孝昌（大阪市大）

質疑

汽水域で有効な手法であると思いますが、密度などの鉛直勾配はできている、あるいは計算できるのでしょうか？

回答

ご存知のとおり、今回発したものは2次元モデルになるため鉛直方向での物理量の計算は行っておりませんが、塩水楔の遡上範囲や、成層状態の詳細な把握を行う場合に本手法は非常に有効であると考えています。現在3次元化を検討しておりますが、適応格子の生成はできており、今後、数値解法部分の検討を行っていく予定です。もちろん、ご質問のとおり、密度などの鉛直勾配の計算は可能であると考えております。

討議者 田島芳満（東京大学）

質疑

干潟モデルを導入することによって、（浜名湖の計算で）高水時の潮位が、干潟モデルを導入しなかった場合に比べて高く計算されるのは何故でしょうか？

回答

干潟モデルを用いる場合は、仮想的に干潟中央部で水深が浅く、干潟端部に行くに従い深くなる水深が入っております。この背景については発表させていただいたとおりです。

非干潟モデルの場合は、明らかに陸である部分以外は水域とみなして計算を行っていたため、浜名湖の地形の評価の仕方によってこのような違いが現れたのではないかと考えています。また流動場の様子も、干潟モデルのあるなしでは変化があるので、ST2への水の供給がどのエリアからなされているかの検討も今後必要であると考えております。

論文番号 7

著者名 鄭 金海・間瀬 肇・目見田 哲

論文題目 流れの場における砕波減衰モデルの多方向不規則波浪変形理論への導入とその
検証

討論者 中村聡志（港湾空港技術研究所）

質疑

1. 重力波だけでなく表面張力波の分散関係も考慮すると、逆流が強いとき分散関係を満たす解がなくなることがないと思うが、波数 k が大きいとき、表面張力波を考える必要はないか？

2. また、重力波の分散関係を満たさなくなったとき、波作用量平衡式の計算ではどのような取り扱いをしているのか？

回答

1. 表面張力波を考慮すると、いつでも分散関係式の解は存在する。しかし、その波は入力条件として用いる波数に比べ大きすぎ、入力条件としてエネルギーが与えられない条件外のものである。言い換えれば、表面張力を考えない分散関係式を用いることに対応する。

2. ある地点まではエネルギーを持っている成分波があるとする。1ステップ進んだところでは逆流が強くて波が存在できない（分散関係式の解がない）とする。たった1ステップ進んだだけで解がなくなるというのは実際現象としてありえないと考え、計算プログラムでは、次のステップでは前のステップよりエネルギーが20%減少したものとしてエネルギーを与えている。別の例として、群速度と流れの測度の和をが約0となり、その結果エネルギーが極端に大きくなる場合、前のステップより20%エネルギーが増加するというようにリミッターを使うよう工夫している。

論文番号 8

著者名 小笠原敏記・若松明史・児玉烈・堺茂樹

論文題目 海底地震の地盤変動に伴う津波発生過程の物理特性

討論者 森信人 (大阪市立大学)

質疑

海底変化に伴うマッハ数はいくつですか？

回答

流れの速度を V 、音速を C とすると、マッハ数は $Ma=VC$ と表される。本研究では地盤隆起速度を最大で $V=0.3\text{m/s}$ と設定していることから、音速を $C = K\sqrt{T}$ (ただし、 $K=20.5$) を用いれば、マッハ数 Ma は 0.3 より小さな値となる。

討論者 木原直人 (電力中央研究所)

質疑

- ① 一般的に、地盤の隆起速度は実際にはどの程度のオーダーですか？
- ② 乱流を考慮していませんが、その影響を無視していいのでしょうか？

回答

- ① 地盤の隆起速度は実際のところよくわからないが、隆起幅がある程度の規模を超えると隆起速度によらず、最終隆起高に相当する波高になることが本研究で明らかとなった。
- ② 乱流の特徴として、時間的・空間的不規則性、偶然性、三次元性などを考慮すると、本研究では二次元性が強い運動と考えられ、乱流の影響は小さいものと推察される。

論文番号 11

著者名 津守博通, 志賀慧, 畠山文香, 杉原裕司, 芹澤重厚, 吉岡洋

論文題目 大気-海洋間における CO₂ 交換速度の波浪条件依存性

討論者 無記名 (アルファ水工コンサルタンツ)

質疑

既存のデータと本研究のデータとの関係は,

既存のデータを本研究の整理法で整理するとどのような関係が得られますか.

回答

本研究において得られた気体交換速度のデータは, 既存の推定式に比べて相対的に大きな値を示しています. この理由の一つとして, 本研究のデータが得られた際の波浪条件と推定式が得られた際の条件とが大きく異なることが考えられます. また, 既存の研究では波高や周期などの波浪情報の計測を行っていないことが多く, 既存のデータに対して本研究の整理法を適用することが難しい状況にあります. 風波特性量に対する気体交換速度の依存性を検討するためには, 波浪情報を備えた気体交換速度の取得が不可欠であり, このことが本研究を行った動機にもなっています.

論文番号:13

著者名 :森 信人・加島寛章

論文題目:砕波混入気泡運動の画像計測

討議者 佐藤公巳(シーテック)

質疑

塩分濃度と生成気泡径が簡易水槽実験と砕波模擬実験で傾向が違ってくる原因

回答

簡易水槽の実験では、静水中に気泡を多孔質体により生成していますが、砕波模擬実験では、滝落としにより水面から水中に気泡が取り込まれています。塩分濃度の影響は、簡易水槽実験では単に気泡海面の物性として働きますが、砕波模擬実験では、気泡生成時の気泡核の生成やイオン特性に影響を与えていると思われます。これが2つの実験で異なる傾向を示した鯨飲と推察されます。

論文番号:14

著者名 :森 信人他

論文題目:砕波帯における連行気泡特性とその推定

討議者 佐藤公巳(シーテック)

質疑

小規模, 大規模, 現地計測の乱流エネルギーとボイド率を比較する場合, スケール効果はどのように考慮しているのか.

回答

Froude の相似則に従うのものとしてスケール効果を比較しています. 勿論, 気泡そのものは **Froude** 相似に従いませんのでその差を見ようと試みたのが今回の結果です.

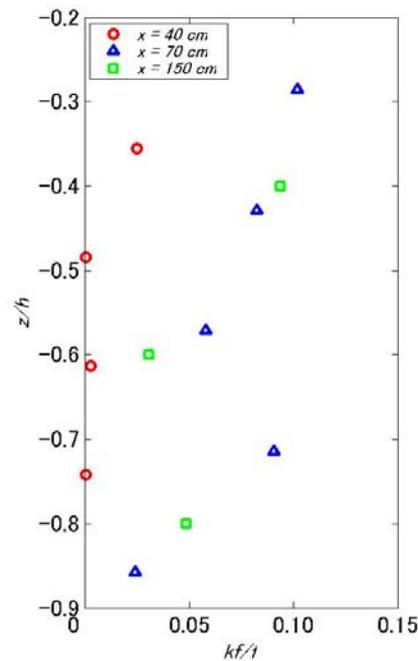
訂正

式(3)を以下の式に訂正する.

$$k_f \approx \left(\alpha \frac{l}{D} C_d\right)^{\frac{2}{3}} k_b$$

ここで、 α はボイド率(0.1)、 l は波高、 D は気泡径(1mm)、 C_d は抗力係数である.

なお、式(3)の訂正に伴い図-9を以下の図に訂正する.



19-9 気泡の運動が誘発する流体の乱れエネルギーと単位体積当たりの砕波によって生成された乱れエネルギーとの比 (CASE1)

討論者 岡安章夫 (東京海洋大学 海洋科学部)

質疑

海水の場合にはどのようなになるのか.

回答

気泡が誘発する乱れエネルギーを見積もる上で気泡・流体間の相対速度とボイド率は重要なパラメータとなる. 同一波浪条件のもと海水と真水で実験した場合, 海水は真水よりも表面張力が小さいため海水のほうが生成される気泡の径は小さい. 小径気泡のストークス数は相対的に小さく流体運動に容易に追従するため, 海水では真水よりも気泡・流体間の相対速度は小さいと考えられる. 一方, 砕波帯のボイド率の空間分布については海水, 真水ともに十分なデータが得られていないため, 現段階では海水と真水の違いによる気泡が誘発する乱れエネルギーの差異を定量的に見積もることは難しい. 今後の研究において同様な実験を海水で行うことにより明らかにしたい.

質疑

現地スケールではどのようなになっていると考えられるか。

回答

砕波ジェット着水時に生成される気泡および渦スケールはフルード数に依存する。したがって、実海域における砕波ジェット着水直後では気液間の相互作用は大規模なものとなり、気泡が誘発する乱れエネルギーも極めて大きいと考えられる。一方、渦の発達過程ではレイノルズ数が支配的となるが、その時空間変化については未解明な部分が多く、現段階では実海域の渦の発達過程において気泡が誘発する乱れエネルギーを適切に見積もることはできない。

討論者 加島寛章 (大阪市立大学大学院)

質疑

気泡の計測で PTV ではなく PIV を使っているのはなぜか。

回答

ボイド率が小さい領域において気泡の計測を PTV で行うことは可能である。しかし、砕波ジェット着水後のボイド率が高い領域において PTV を適用した場合、気泡密度が高いため十分な精度を得ることは難しいことから、本計測では PIV を適用した。

論文番号 24

著者名：山口正隆・大福 学・日野幹雄・畑田佳男・野中浩一・森 正憲

論文題目：内湾・内海における波浪の長期推算システムの構築—伊勢湾の場合—

討議者 永井紀彦（(独) 港湾空港技術研究所）

質疑

周期観測資料におけるスパイク状変化

回答

低波高時には記録上の問題によって有義波周期における不連続的变化は生じうる。

討議者 橋本典明（九州大学）

質疑 1

MT 局 中間高波高部でやや過大評価になっている。

回答

short fetch の場合におけるモデルの特性（癖）かもしれません。

質疑 2

仮想地点を設けたことによる波浪推算結果への影響

回答

あまり詳しくみていませんが、波浪推算精度が向上する方向にあると考えています。

論文番号：027

著者名：清水勝義・永井紀彦・里見茂・李在炯・富田雄一郎・久高将信・額田恭史

論文題目：：長期波浪観測値と気象データに基づく波候の変動解析

討議集原稿作成者：

氏名：永井紀彦

所属：港湾空港技術研究所 海洋・水工部長

tel： 046-844-5048

e-mail： nagai@pari.go.jp

討論者： 駒口友章（㈱碧浪技術研究所）

質疑：設計のための確率波を検討する際に、本論文で紹介された留萌港のように、大部分の主要な高波をもたらす気象擾乱が冬型気圧配置に伴うものの中で、既往最大観測高波だけが極めて稀な台風来襲によるものである場合には、どのような考え方で確率波を算出すればよいか？

回答：非常にむずかしい問題であり、設計実務上の対応も、まだ考え方が整理されていないのが現状です。

一般的には、高波出現の確率分布を検討する際には、気象擾乱の要因別に整理することが望ましいというのが、既往の研究成果です。例えば、下記の論文を参考にしてください。

①合田良実・小長谷 修・永井紀彦：極値波浪統計の母分布関数に関する実証的研究、海岸工学論文集第45巻，土木学会，pp. 211-215，1998.

②合田良実・竹下直樹・永井紀彦：太平洋南岸の極値波高統計の母分布関数について、海洋開発論文集第15巻，土木学会，pp. 311-315，1999.

しかしながら、留萌港の場合、台風に起因する高波は、今までの出現数が極めて少なく、信頼性の高い極値統計解析は、事実上困難です。

そもそも、確率波算定の前提条件としての、過去の50年間と将来の50年間との極大波浪の出現期待値は統計的に同じであるとする既往の確率波算定の考え方そのものが、本論文で紹介したような地球温暖化等による台風経路の北上現象などによって、修正が求められているものと著者は考えております。

しかしながら、現状では、どのように考え方を修正すればよいかの指針はまだ確立されていません。したがって、実務としての設計にあたっては、台風を含めてのすべての気象擾乱について、一括して既往の観測高波をとりまとめ、極値統計解析を実施せざるを得ないのが現状です。

ご指摘の疑問に、どのように対応するかは、今後の海岸工学に課せられた大きな課題の一つであると考えておりますので、今後とも、関係者が情報交換と連携をはかりながら、課題解決に取り組んでいきたいと思っております。

論文番号 30

著者名：野中浩一・山口正隆・大福 学・畑田佳男

論文題目：確率的台風モデルを用いた波高の極値推定システムの相互比較

討議者 柴木秀之（(株) エコー環境水工部）

質疑 1

台風属性に関する経験的確率分布関数を設定する場合、使用するデータの個数の閾値（最低個数）をどの程度とされているか。

回答

本研究のモデルでは小境界別あるいは小領域別に1年を4季節として定式化しているので、各境界あるいは領域に含まれる台風属性データの個数は、季節特性を反映して必然的に少なくなる場合も十分に生じうる。最低データ個数として8~10個を目安としている。

質疑 2

経験的確率分布関数が未定義の区域（範囲）について、設定する適切な方法はないでしょうか。

回答

適切な方法を示唆できませんが、設定が是非とも必要な区域については、隣接する小領域の一部のデータを使用する方法を取る場合もあります。

論文番号 31

著者名：畑田 佳男・山口 正隆・大福 学・野中 浩一

論文題目 観測風を入力条件とした瀬戸内海における 2004 年台風時波浪の推定

討論者 柴木秀之 ((株)エコー環境水工部)

質疑

海域の中央に設定した仮想点の海上風の風向・風速を推定するに当たり、どのような方法を採用されたか(多数の試行計算結果から設定されたのか)?

回答

風速については、海上観測結果(例えば苅田)と近くの陸上観測結果との比較から、経験的に海上風への補正係数を決め、これを仮想海上地点の風速補間結果に乗じて推定した。風向については、仮想海上地点の補間結果をそのまま用いた。

討論者 吉野真史 ((財)漁港漁場漁村技術研究所)

質疑

大阪湾の周期の精度がでていないが、同様の現象は実務で波浪推算をやっているとよくあることである。それに対する見解をお教え戴きたい。

回答

この計算では、内海の計算を開始する約1週間前から外洋における波浪推算を行い、

この紀伊水道の計算結果を外洋から内海への伝播波浪として与えているので、うねりを評価する期間や対象領域は十分だったと考えている。一方、友ヶ島水道から大阪湾内に侵入するうねりの評価が、計算格子間隔(1km)による地形分解能の制約から、十分な精度で行えていなかった可能性が考えられる。また、うねりが存在する場、波形記録から直接求めた観測周期と推算スペクトルの積率から求めた平均周期の比較をすることに問題があるのかもしれない。

論文番号 032

著者名 山下隆男・加藤 茂・永田祐司

論文題目 大気安定度と波浪を考慮した海面せん断応力モデル

討論者 アルファ水工コンサルタント 宇治 豪

質疑

従来の決め方に対し、うねりの効果が入ってところが、この論文の新しい点だと思いますが、その正しさを実測で確かめることが重要だと思いますが如何でしょうか？

回答

波浪の効果と、大気安定度の効果を取り込んで、海面せん断応力を決める方法を示すことが本研究の目的です。波浪の効果には、発達する波浪へのエネルギー輸送効果（wave stress として導入）波浪が粗度として大気乱流に及ぼす効果の両者を入れました。これに関する検証は、杉原ら（2004）の観測結果と我々が実施してきた観測結果、実験室での結果を基にして、波齢と無次元粗度で比較してみたものが、論文の図-4 です。本論文の理論では、図中、右下がりの Toba の定式化と、右上がりの Kusaba&Masuda の定式化との交点（ $u^*/c_p=1$, $z_0:g/u^{*2}=0.01$ ）付近を通り（ $u^*/c_p=0.01$, $z_0:g/u^{*2}=0.1$ ）付近にピークのある下に突の結果となります。実験室での結果は交点付近に、観測結果は Toba の定式化と本論文の推定結果の中間にばらついてます。Phillips 定数 β を波齢の関数であるとして、 β を変えて観測値との適合性を調整できますが、 β を一定値にした結果が、観測値を最も的確に再現しているように見えます。しかしながら、対数座標ですの大変大きなバラツキです。このバラツキは観測での摩擦速度の測定精度に依存しているので、この点の改良から検討する必要があります。

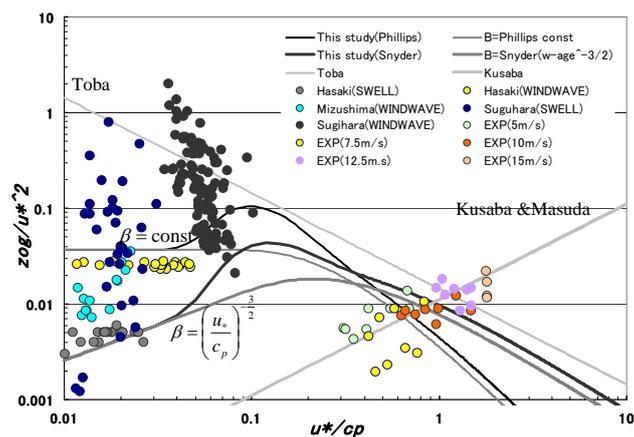


図-4 海面抵抗係数と波齢の関係

杉原裕司, 津守博通, 大賀崇史, 吉岡洋, 芹澤重厚(2004): 風波とうねりが混在する波浪場の海面抵抗則に関する研究, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.66-70.

連絡票

論文番号：033

著者名：橋本典明・松浦邦明・河合弘泰・川口浩二

論文題目：各種波浪データ同化手法の実海域への適用性に関する検討と波浪客観解析値の作成

討論者：宇治豪（アルファ水工コンサルタンツ）

質疑：

波の計算には気象データを用いるが、気象のデータには誤差が含まれる。したがって、気象の誤差が波浪に与える誤差を評価しないと結果の良し悪いえないのではないか。

回答：

海上風データは、ゾンデや衛星などいろいろなデータを同化して作成された再解析データを用いています。しかし、気象モデルの解像度や、基礎方程式の不十分さ等から必ず誤差が生じます。しかし、気象の誤差が波浪に与える誤差を評価するのは困難です。波浪の誤差を修正する海上風を同化により求めて、海上風の誤差を求めることは可能ですが、沿岸波浪観測計の配置には偏りがあり、この波高の誤差情報だけから海上風の誤差を修正するのは良い推定方法ではないと考えます。

そこで、境界値を補正することによってうねりを、初期値を補正することによって風波の誤差を直接修正しています。

論文番号: 34

著者名 : M. R. Akbarpour Jannat, 浅野敏之

論文題目 : バー型海浜における波群性長周期波の共振現象

討議者: G. M. Jahid Hasan (筑波大学)

質疑: What is the relation between the low frequency wave (0.02Hz) and the simulated 6 Sec. and 7 Sec. waves?

回答 : The low frequency waves have been generated by superposing of two sinusoidal waves with the same amplitude and closely neighboring wave periods, 6s and 7s. .

論文番号 35

著者名 関克己・長井良樹・野田祐貴・水口優

論文題目 不規則波の砕波に伴う発生自由長周期波と包絡波の関係について
訂正

式(1)の係数に訂正

$$\begin{array}{l} \text{誤)} \quad \eta_{BFLW,i} = K \tan \beta \Delta x_b(t) \\ \quad \quad K = 1 / (1 + 8 / 3 \gamma^2) \end{array} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{l} \text{正)} \quad \eta_{BFLW,i} = \frac{K}{2} \tan \beta \Delta x_b(t) \\ \quad \quad K = 1 / (1 + 8 / 3 \gamma^2) \end{array}$$

論文番号 36

著者名 伊東慎一・大町達夫・井上修作

論文題目 歩行者に作用する津波力の定式化とスマトラ沖地震津波のビデオによる検証

討論者 西畑剛(五洋建設株式会社)

質疑

ビデオ撮影画像から被災者周辺の津波水位・流速を推定していますが、誤差はどれくらいありますか。

回答

お尋ねの誤差について下記のように考えます。

津波水位の推定は人や物の水深の位置などから読み取っています。これらは、人体の各器官の計測データを基にしており、分散の小さい器官（座高，頭長等）から長さを割り出しています。分散値のデータをビデオ画像に変換したときの誤差は5%ほどと思います。

津波流速については人の流されている場面や漂流物が流れている場面から推定しています。人や漂流物の速度を津波の流速に置き換えましたが、これによる誤差は小さいと思います。

読み取り誤差に関しましてはコマ送り(30 フレーム)によって読み取っているため、誤差は小さいと思います。

流速の分散や水位の誤差を平均化するために、解析1場面ごとに3~5箇所の流速および水深を計測しています。流速のばらつきは1.1~9.4%，水深のばらつきは0.5~9.9%と推定されました。全場面の流速および水深のばらつきを平均すると、流速に関しては約5.8%，水深に関しては約4.1%になります。

質疑

安全係数を年齢・性別毎の筋力統計データより推定しております。討論者ら(2005)も筋力データから体力の推定を行っていましたが、統計資料自体、分散値を有した形で呈示されており、討論者の行った水中歩行実験においても、体力は個人差が大きい(同年代，同姓でも体力値は異なる)結果でした。

本論図-7の呈示に当たりこうした差がどのくらい影響するでしょうか(防災上安全側を見て弱体力の固体を考慮すると基準ラインがどのくらい低下するか)。

回答

ご指摘のように、筋力データは分散しており、本研究での筋力係数Aも分散値を有しています。この原因は主に身長や体重に影響される筋肉量と年齢・性別にあると考えます。仮に20代男性の筋肉量の分散のみを考慮し、安全側を取りますと筋力係数の分散率は約20%となり、図-7においても左下側にずれます(図の成人男性のラインが図の成人女性のラインより少し左下側にずれます)。しかし、筋肉量は体の大きさ(体重，身長)に依存しているため、元々体重や身長を考慮している式(6)での筋肉量の分散は小さくなると考えられます。この場合、年齢・性別・

身長・体重ごと筋肉量の分散値のデータがないので、現在の所、どの程度の誤差かとは具体的に
お答えできません。

論文番号 37

著者名 松富英夫・舟木真智・今井健太郎

論文題目 植生域氾濫流の数値計算法に関する研究

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

流体運動・流体力の評価が水平方向のみとなっているが、津波水位が樹冠部に達する場合は鉛直成分が重要となるのではないか？

回答

ご意見をいただき有難うございます。

ご指摘の通り、樹冠部では、水平方向の運動方程式であっても、水平方向成分を持った鉛直方向の流体運動成分が重要と考えております。この現象を考慮していないことが一因して、植生域通過後の実験値と計算値の一致度が悪い（図-7）と考えております。

また、氾濫流が樹冠部に達した場合、実験的にですが、鉛直方向にかなりの流体力が働くことを確認しております。

論文番号 39

著者名 柿沼太郎

論文題目 津波地震がもたらす幾つかの地変形態を対象とした津波形成過程の数値解析

討論者 行谷佑一（東京大学地震研究所）

質疑

B のケースで, rupture velocity を考慮したことにより, 津波が高くなったことを示したが, rupture velocity は, 通常 3 km/s 以下. これを考えると, 共振するためには, $C = 3 \text{ km/s} = \sqrt{gh} \rightarrow h \sim 9 \times 10^5 \text{ m}$ くらいの水深の所を仮定しているのか? 通常津波のおこる $h = 5 \text{ km}$ 程度だと, この共振現象は, どうなるか?

回答

口頭で御指摘いただいた文献(平田ら (2006): 宇宙から観た津波と地震断層モデル, 月刊地球/号外, No. 56, pp. 12-18.) では, 人工衛星が捉えた 2004 年インド洋大津波の外洋波高に基づく解析によって, 破壊伝播速度が 0.6 ~ 1.0 km/s であった可能性が指摘されている. これは, 断層の長軸方向の破壊伝播速度を考慮した解析であるが, 断層幅方向にも同様の速度で破壊が伝播したと考えられる. そうであるならば, 鉛直断面内の現象を対象とした本論文の計算条件の場合, すなわち, 静水深, 底面の隆起速度, 底面の永久変位 δ 及び地変領域の全幅 R がそれぞれ 4,000 m, 0.15 m/s, 3 m 及び 30 km の場合, 破壊伝播速度が 0.6 km/s であるとすると, 論文中の図-8 より, 波高が 0.8δ 程度の津波がこの海域を伝播することになる. すなわち, この場合, 本論文の B-2 形式の地変によって, 断層幅方向に進む津波も成長する. そして, 2004 年スマトラ島沖地震の場合, 推定されている断層幅は, 100 km を超えており, すべり量に比して, 大きく津波が成長したかも知れない.

また, 断層の滑り角が浅い場合や, 地盤表層の構成物が塑性体であって F 形式の非弾性的な地変が生じる場合には, 弾性地盤の破壊速度が 3 km/s 程度であっても, 底面に現れる地変の進展速度は, 非常に遅くなる可能性がある. また, E 形式の海底地滑りや, マグマの堆積層内貫入によって, いわゆる通常の断層運動に伴う地変速度よりも緩やかな進展速度を有する地変が現れるならば, 津波が大きく成長し得る.

質疑

R/τ の定義を教えてください. この値は, rupture 方向ですか? slip 方向ですか?

回答

R/τ は, 地変が発生する場所が水平方向に進展する速度であり, 通常の断層運動の場合には, rupture 方向の破壊伝播速度に相当する. ここで, τ は, 全幅 R を地変が進展するために要する時間である. 地変の進展方向には, 断層の長軸方向のみならず, 地変の進展が津波のポテンシャルを著しく高める可能性のある断層幅方向も含まれる. そして, 断層運動による地盤の弾性破壊以外の地変をも対象としていることは, 先の回答において述べた通りである.

論文番号 : 40

著者名 : 後藤仁志・五十里洋行・酒井哲郎・奥謙介

論文題目 : 浮体群を伴う津波氾濫流の 3D シミュレーション

討論者 勝井秀博 (大成建設株)

質疑

MPS 法において図 8 の浮体衝突力の絶対値はどの程度信用してよい値なのか. 定量化の検討は今後であるのならば設計を念頭に置いたパラメータ (例. 衝突力, 作用時間, 力積, インパルス応答, 部材の弾性 etc) の整理をして頂くと有難いと思います.

回答

御指摘の通り, 浮体衝突力に関する定量的な検討は今後の課題です. 一つの衝突イベントを通じての力積に関する再現性, 衝突力ピーク高さ (瞬間値) の再現性などに関して既往のデータの比較を順次進めたいと考えております.

論文番号 41

著者名 熊谷健蔵・市瀬友啓・平井住夫・辻尾大樹

論文題目 台風 0423 号による円山川河口部に位置する津居山港周辺の浸水原因について

討論者 柴木秀之（株式会社エコー）

質疑

観測潮位偏差の最大値の発生時刻（21 時）をみると、計算値は 15cm である。一方、検潮所の観測潮位を説明するためには、河口部で約 65cm 必要とされている。この差 0.40m の要因はどのように考えているのか。

回答

21 時の予測天文潮位は 0.44m であり、この天文潮位に 0.15m を加えた値が河口部での水位と考えられる。したがって、トライアルによる不等流計算で求めた河口部の水位とほぼ同程度と考えている。

質疑

沖と河口部の波浪の状況を教えていただきたい（沖波の数値と河口部で砕波は生じていなかったのか）。

回答

近傍の柴山港での波浪観測結果をみると 21 時は有義波高 6.0m、周期 10.2s（波向 NNE）を記録しており、この値が沖波の諸元と考えられる。波浪変形を考慮すると、その時の円山川河口部での波高は 3.1m と推定される。河口部での水深は約 9m であることから、砕波による水位上昇は小さいものと判断される。また、河口部付近での流れは相当速かったものと考えられることから、河川流による波浪の低減も生じており、波浪による上流側への影響は小さいものと考えられる。

論文番号 42

著者名 的場萌実・村上和男・柴木秀之

論文題目 Super Gradient Wind(SGW)を考慮した台風の風の推算と高潮数値計算

討論者 河合弘泰 (港湾空港技術研究所)

質疑

Myers モデルに比べて Holland($B=1.5$)の方が気圧の経時変化もよく合っているのか。様々な B の値の中で今回のケース (台風 0416 号, 9918 号) では $B=1.5$ が最も合うのか。
回答

Holland の気圧分布を用いた場合, 台風中心近傍での風速は大きく再現され, 気圧は低く再現される。従来の計算方法(Myers モデル)による気圧の計算値が実測値とほぼ一致していたため, Holland モデルでは気圧に関しては精度が向上したとはいえない。しかし, Myers と比べてもわずかな差なので, 風を合わせることを重視した。

今回の台風での計算では, $B=0.5\sim 2.0$ の範囲内で計算を行い, その結果どちらの台風においても 1.5 が最適値となった。今後より多くの台風で計算を行って検討したい。

討論者 稲垣聡 (鹿島技術研究所)

質疑

最後に紹介された 0418 号の宇部のケースは風速は計算値と推算値は合わなかったが, 潮位はあったというご紹介があった。なぜ潮位は合ったのか, 理由はあるのか。

回答

現段階では明確な原因はわからない。苅田の風速が小さいことに関しては, 台風 0418 号は 0416 号に比べて北側を通過しており, 関門海峡を挟んでいるため陸上地形の影響を大きく受けているのではないかと考えられる。今回は海上風測定値が苅田のみのデータしかなかったため苅田と宇部での計算結果を示したが, 苅田以外の点でも SGW を考慮して計算を行う方が潮位偏差の計算精度も向上すると考えられ, よって宇部での潮位は SGW を考慮して計算した結果合ったのではないかと考えられる。しかし推測なので, 今後は履行上地形の影響を考慮してさらに検討したい。

討論者 山本滋 ((有) シーマス)

質疑

最大風速を再現しようとして SGW を考慮しているが, 台風最接近時やその後の風速は逆に合わなくなっているように見える。この点に関してどう考えているか。

回答

今回は周防灘での各店での最大風速発生時刻と最大潮位偏差発生時刻が台風中心の通過前であったことから、最大風速のみを合わせるように計算を行った。つまり、周防灘での高潮発生の傾向として、台風通過前の風が高潮を発生させていると考えられる。しかしご指摘のあったとおり通過後の誤差が非常に大きいので、通過後の風速の再現性も高めようと試みた。

台風域内の風速は傾度風と場の風の合力によって算出していた。しかし傾度風が 30° の角度に吹き込むことから、進行方向右側後方で最も風が強くなることになる。つまり台風通過後の風速は通過前よりも大きく再現されてしまう。そこで合成風による計算では台風中心通過後の風速の過大評価を防ぐことはできないので、台風の移動座標系を用いた計算式を用いて計算を行った。このモデルは傾度風の指揮に台風の移動を考慮させるものである。その結果、台風中心通過後が通過前より風速が小さくなるように再現され、さらに SGW を考慮して気圧分布に Holland のモデル($B=1.5$)での計算も行ったところ、台風中心通過前後どちらも精度よく再現される結果となった。

論文番号 43

著者名 下元幸夫・山路昭彦・内田洋平・大西健二・上原謙太郎

論文題名 瀬戸内海沿岸における波浪と高潮の同時生起特性

討論者 高梨和光（清水建設（株））

質疑

同時生起確率が低いという内容を提体高さに反映させるとすると、設計時にはコストとして評価しても良いのか？

回答

本研究は、波浪と高潮の同時生起性について検討したものであり、設計高を低減できる可能性を示したものである。具体的に提体の設計に反映する方法については今後の検討課題である。同時生起性について再現期待値等による考え方等を適用できるかについてはご意見・ご指導いただければと考える。検討に用いたモデルの精度向上など課題が残るが、ある程度の精度が得られれば、設定高の検討に反映できる情報になりうると考えられる。

討議 河合弘泰（港湾空港技術研究所）

質疑

四国付近を通過する典型的な台風のコースと高潮と高波のどちらが顕著かを示す図を試作されましたが、台風の中心がどの辺りに達したときに高潮や高波がピークになるかということも加えると良いと思います。山陰に抜けてからピークになるというような場合もあるのでしょうか。一般の人は台風が最接近したときに危ないと思ひこんでいますが、必ずしもそうでないことを伝えることは防災上重要だと思います。

回答

まず、台風が山陰に抜けてからピークになる場合としては、「海域間の海水の流動」がみられるケースにおいて、台風が山陰に達した後に高潮のピークが生じる場合等がみられた。ご指摘のとおり、台風の中心位置と高波・高潮のピークの関係を示す図は、現象を理解する上、または防災上の知識として重要性が高いと考えられる。今後は、これらの図を作成していきたい。

論文番号 45

著者名 大家隆行・越村俊一・柳澤英明・今村文彦

論文題目 2004年インド洋大津波によるバンダ・アチェ市街地の津波氾濫解析と被害評価

討論者 高梨和光 (清水建設)

質疑

バンダ・アチェでは、地震・液状化の被害が津波被害に重なっていると考えられるが、どのように考慮、または分離しているのか？

回答

バンダ・アチェ市街地で観測された震度は、気象庁震度で震度5程度と報告されており、また海洋で起きた地震であるため、長周期成分が卓越し、市街地の大部分を占める低層住宅への地震動の影響も少ないと考えられます。従って、本論文では津波で破壊された家屋が、地震動で破壊された家屋に対して十分多いものとして、後者を考慮せずに結果をまとめました。

液状化に関しても、今回の浸水域内での発生の可能性は指摘されていますが、津波によりこれらの痕跡は消失しているため、今回の研究では考慮していません。ただし、地震前の地盤情報と震度が分かれば、今後推定は可能になると思われます。液状化の効果は、沿岸部での浸食状況に大きく影響した可能性は大きいので、今後、移動床の数値解析を行う際には、特に不可欠な情報になると考えられます。

討論者 泉宮尊司 (新潟大学)

質疑

Jason1の海面高度計のデータは水蒸気等による遅延の効果を補正したものとなっているか。赤道付近のS2°からN5°の間のデータにはばらつきがあり、積乱雲等の影響があるように思われる。衛星データの精度の検証も必要ではないか。

回答

Jason1では、マイクロ波放射計により衛星軌道下の水蒸気補正を行っています。(平田ら, 2006) ただし、データのばらつきや欠損等に関しては、現在検討中で課題とさせていただきます。

参考文献

平田ら (2006): 宇宙から観た津波と地震断層モデル, 月刊地球・スマトラ島沖地震とインド洋津波/2004, pp.12-18

論文番号 47

著者名 柳澤英明・越村俊一・後藤和久・今村文彦・宮城豊彦・林一成

論文題目 マングローブ林内を遡上した津波の挙動と樹木の破壊条件
-2004年インド洋大津波によるタイ Khao Lak での被害調査-

討論者 高梨和光 (清水建設)

質疑

マングローブを突出杭とした力学的検討を行ったのか.

回答

本研究では、マングローブ (*Rhizophora* sp.) を円柱とし、抗力によって回転モーメントを算定し、倒木限界の評価を行っています。その結果は、渡邊ら (1996) による日本の樹木に対する倒木試験と、ほぼ同程度の値を得ています。

参考文献

渡邊ら (1996) : 洪水時における河道内倒伏限界、土木学会遂行学論文集、第 40 巻、p169-174

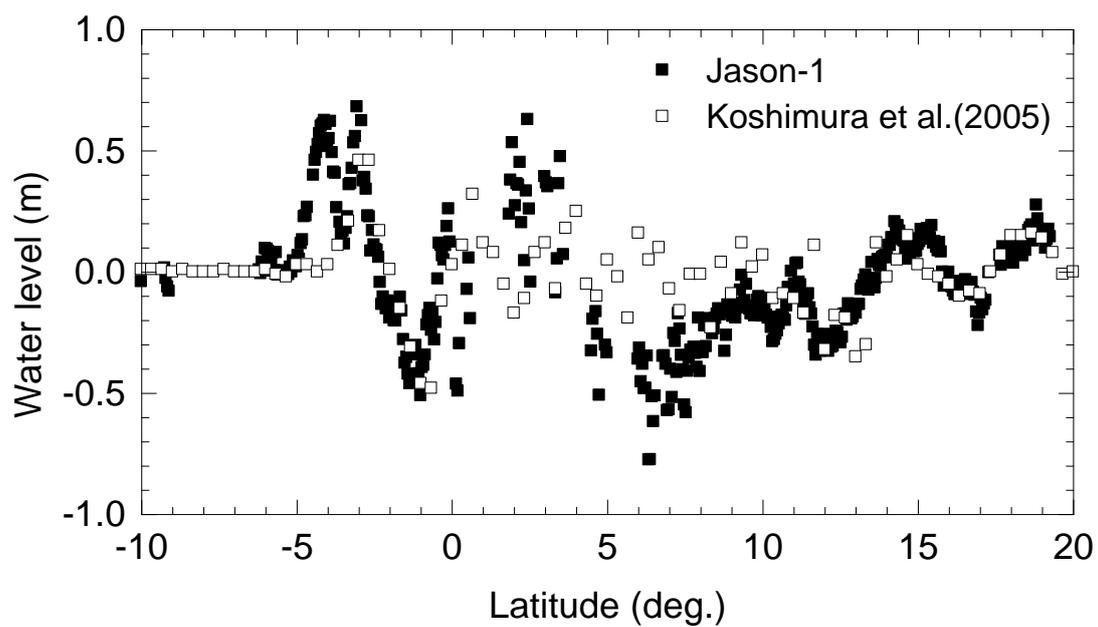
論文番号 48

著者名 松本浩幸・三ヶ田均・鈴木正憲

論文題目 2004年インド洋津波の発生メカニズムの数値解析的検討

追加

p. 240、図-8と同様に、人工衛星 Jason-1 と越村ら(2005) の断層モデルで model-A の仮定にしたがって計算した波形との比較を示す。



論文番号 49
著者名 熊谷兼太郎・小田勝也・藤井直樹
論文題目 津波によるコンテナの漂流挙動シミュレーションモデルの適用性

討論者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

実験および数値計算では長さ方向に一様な重量のコンテナを想定して行われていますが実際のコンテナでは一様な重量になっていないと思います。このような状態について検討されたのでしょうか。

回答

コンテナ内の重量バランスが不均一な場合については検討していない。不均一な場合には、コンテナが底面の一部だけでエプロンと接触する等の特徴的な挙動が生じる可能性がある。そのため、今後、重量が不均一であることが及ぼす影響についても検討を行っていきたい。

討論者 高梨和光（清水建設（株））

質疑

2軸のレイのようなモデルでコンテナをモデル化した方が良いのではないかと？

回答

本モデルでは、漂流挙動だけでなく、衝突挙動に伴う比較的大きな変形についても考慮するため、個別要素法を利用して多数の円形要素を用いてコンテナ形状を表現している。また、今後、コンテナ以外の漂流物（例えば、小型船舶等）を表現する場合にもこの考え方が活用できると考えている。

論文番号 52

著 者：安田誠宏，高山知司，山本博紀

論文題目：ソリトン分裂津波の変形と波力特性に関する実験的研究

討議者：池野正明（電力中央研究所）

討 議：

ソリトン分裂波が充分発達しない海底地形条件で実験をされているのではないのでしょうか。その時の波圧は小さくなって当然ではないのでしょうか。

回 答：

浅水変形によってソリトン分裂が発達する影響を排するために、海底勾配を一様にして実験をしております。そのため、海底勾配を変化させた場合に比べて、必ずしもソリトン分裂波が発達した条件になっておらず、波圧も小さくなっている可能性がございます。本研究は、前面に広がる海底の断面地形がどのような条件の時に、ソリトン分裂波による災害ポテンシャルが沿岸に到達する津波に付加されるかを検討しようとしたものであり、ある水深になるとソリトン分裂波が発達しやすくなるということを明らかにし、その時の波圧を求めようと試みたということです。

論文番号 54

著者名 嶋原良典 藤間功司

論文題目 インド洋津波における波数分散効果について

訂正

特になし

討議者 松本浩幸 (海洋研究開発機構・海底地震・津波ネットワークシステム開発部)

質疑1

3.(4)海面高度計データとの比較の最後に、越村ら(2005)の断層モデルで0度〜北緯5度付近での海面高度は、第2波のもので分散効果の有無は関係ないと述べられています。確かに図9(b)の計算結果を見ると、0度以北では分散効果の有無の違いが小さく見えます。結局、分散効果は第1波のみに影響するのでしょうか？別の言い方をすると、第2波以降は分散効果は無視できるということでしょうか？回答をお願いいたします。

回答

深海での津波の分散現象は、波形勾配が大きく高波数帯のフーリエ成分波を多く含むほど顕著に見られる傾向にあります。第1波目に伝播する津波波形は初期波源のエネルギー成分の大半を含むため、高波数帯のフーリエ成分が分散効果に大きく寄与すると考えられます。一方、第2波目以降では波高が急激に減少し、波形勾配も小さくなるため、分散性は無視できうるほど小さくなるといえます。このことは論文中の図3中段(G2)および下段(G3)からも確認できます。

ただし、浅海域の伝播では非線形効果によってフーリエ成分が変化する(高波数成分が生成される)ため、第2波以降でも分散性の影響が無視できない可能性があります。

討議社 柴木秀之 ((株) エコー環境水工部)

質疑2

波源における動的な破壊(破壊時間の違い)の効果は、初期の津波波形に影響すると考えられる。このような波源条件は、伝播する津波の波数分散性に影響しないか？

回答

動的破壊による津波波形への影響としては、ライズタイムや破壊伝播速度を考慮することで津波の周期が長くなることや、初期水位のピークが低くなることが挙げられます。これにより、高波数帯の成分波は生成されにくくなるため、伝播に伴う波数分散効果は小さくなることが予想できます。本論文では海底地盤の永久変位が瞬時に初期水位分布を形成する場合であるため、最も分散性が大きいケースであるといえます。なお、断層の動的破壊を生成される津波波形と分散効果の定量的な関係については今後検討する必要があると考えております。

討論者 富田孝史（港湾空港技術研究所）

質疑 3

分散効果の寄与がスリランカ周辺においては複雑になっています（論文中の図-4）が、その原因は何でしょうか？例えば南岸では局所的に分散性が現れる地域が見られます。

回答

波源に面する東岸では、分散効果を受けた波が直接到達することで水位の減衰が大きくなっており、一方で波源の影に位置する西岸では、浅海域を回り込むことによる屈折効果が分散効果よりも相対的に大きくなるため、水位減衰が小さくなっていると考えられます。また、南岸については、以上の理由から分散効果は南岸東側に、屈折効果は南岸西側に強く現れています。なお、東岸の真ん中付近で減衰が小さくなっている理由ははっきりと分かりませんが、異なる断層パラメータでも今回と同様の傾向が見られており、今後の課題です。

水位減衰が小さくなっている所は、特に地形効果の影響が大きいです。例えば図4のモルディブでは津波が通過した後、分散効果は小さくなっています。

論文番号 55
著者名 藤井直樹・大森政則・池谷毅・稲垣聡
論文題目 石油タンクに作用する津波波力と被害予測手法

討論者 高梨和光（清水建設）

質疑

- (1)流速による津波波力式でなく、水位による津波波力式を考えたのはなぜですか？
- (2)具体的に対策工等の検討はしたのか？

回答

(1)最近、流速による波力評価の必要性が認識されているため、津波波力については、水位を基にした波力評価と流速を用いるモリソン式による波力評価方法について検討を進めてきました。その結果、水位による評価でも十分実験結果を再現していたため、今回は水位による結果を提案しました。今後は、複雑な流況場に対する適用性について検討し、流速による評価と比較していきたいと考えています。

(2)対策工については、検討しておりません。今後、早急に取り組まなければならないと考えています。

論文番号 56

著者名 池谷毅・稲垣聡・朝倉良介・福山貴子・藤井直樹・大森政則・武田智吉・柳沢賢

論文題目 津波による漂流物の衝突力の実験と評価方法の提案

討論者 池野正明（電力中央研究所）

質疑

- ①池谷ら(2005)で提案された津波波力の評価方法は使用されなかったのでしょうか？
- ②周波数領域の付加質量の与え方を教えてください。

回答

- ①本検討は、船舶の津波による衝突力を評価するための第1ステップである。最も単純なケースとして船舶を一質点として考えているために、船舶重心位置での波力を用いた。
- ②周波数と付加質量・付加減衰量の関係は、井島のポテンシャル接続法により事前に別途求めておく。海域部を移動しているときには周期 ∞ にあたる付加質量を、衝突時には船舶の衝突時の揺れの周期に対する付加質量を使用している。

討論者 高山 知司（京都大学防災研）

質疑

この計算方法はタンカー以外の他の船（漁船等）にも適用できるのでしょうか？

回答

本手法は図-6, 11 のような荷重変位特性が分かれば、他の漂流物にも適用できることが特徴である。これは、衝突力が本質的に衝突物の荷重変位特性により変化することに対応したもので、この関係なしに正確な評価はできない。ただし、実用的には、船のある程度の大きさ、形状等によりこの関係は代表的な値が知られていると考えている。

論文番号 57

著者名 田中規夫・武村武・佐々木寧・M.I.M. Mowjood

論文題目 スリランカ海岸林の樹種による破壊条件と津波到達遅延時間の相違

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

樹木の破断モーメントを算定する際の枝に作用する流大力、特に、枝の立体性はどのように考慮されているのか

回答

枝に作用する流体力のモーメントを、流下方向、横断方向、鉛直方向の3成分に分けて考えたとき、樹木が著しく非対称である場合を除けば、横断方向は平均的には0とみなせ、かつ流下方向より小さい。また、鉛直方向も流下方向よりは小さい。そのためここでは流下方向のモーメントは（抗力）×（破断点から分割断面の力の作用点まで下ろした垂線の距離）の積分値で計算し、破断モーメントと比較している。そのため、流下方向の投影面積を用いて抗力を定義している。枝と枝の重なりはそれほど大きくないことから重なり部分が考慮されていない影響はさほど大きくないこと、重なっていない部分の枝間距離は枝の直径にくらべて十分大きいのでその相互干渉も小さいこと、から本検討で示した方法で破断限界は説明できると考える。

論文番号 59

著者名 河田恵昭, 奥村与志弘, 越村俊一

論文題目 津波の発生に及ぼす断層破壊の動的特性の影響

討論者 嶋原良典 (防衛大学校建設環境工学科)

質疑 1

ライズタイムが 10min, 20min となるような地震は実際にあり得るのか.

回答

ライズタイムが 10min を超えるような物理現象は発生し得ないと認識している. しかし, 本研究の趣旨は, 海底の変位が有限時間で収束する場合, その時間によって, 発生する津波の周期などがどの程度変化するのかを示すことにある. 従って, 本研究で大きなライズタイムを想定している場合の結果については, 火山活動や海底地すべりなど, ゆっくりと海底面が変動する場合の津波発生特性を理解する目的で活用していただければ本望である.

討論者 行谷佑一 (東京大学地震研究所)

質疑

周期の増分はどれくらいですか.

回答

実地形を用いた検討において, ライズタイムが沿岸の津波の周期にどの程度影響するのか, 具体的な数値を示して欲しいということですが, 波源の長軸方向に位置する沿岸では影響が小さく, 1080 秒 (約 20 分) のライズタイムを想定した場合, 瞬時に海底面の変動を終了させるケースと比較して, 10 分以下の周期の増分となった. 一方, 短軸方向に位置する沿岸の津波に関しては相対的に影響が大きく, 周期は 20 分以上増大し, 場所によっては 50 分以上増大することもあることが分かった. しかし, この結果は, ライズタイムの影響だけでなく, 反射波や屈折, 群島など実地形を用いることによって発生する様々な効果が複雑に絡み合い, 得られたものである. ライズタイムのみの影響を示すために, 著者らは実地形でなく, 2 つのモデル地形を用いた検討も併せて実施した. 一つ目は, 海域の水深を一様に 4000m としたモデル地形, 二つ目は, さらに海岸線も考慮せず, 計算領域全体の水深を 4000m としたモデル地形である. それらを用いた検討結果も参照していただきたい.

論文番号:62

著者名 :森 信人他

論文題目:異常波浪の予測とその精度について

討議者 山下隆男(広島大学)

質疑

外部からのエネルギー授受 (S_{in} や S_{dis}) のバランスを仮定し、非線形効果だけで異常波浪の発生機構の理論的解析は可能であると思います が、実際には局所的に大きくなった波高は白波砕波の洗礼を受けると考えるのが自然であると思います。時間スケールの短い現象として、理論上の異常波浪を抽出しても、これが砕波の洗礼を(大きくは)受けないという理論的な裏付けがないと、異常波浪と定義できるのでしょうか？

回答

本研究のポイントは瞬時の波数スペクトルと最大波高の分布の関係を理論的に定式化を行ったことです。ご指摘の通り、大きな波高を持つ波は砕波を 伴うことが多く、その影響はスペクトルに影響を与えます。今回の成果は、砕波や非線形干渉などの影響を受けて変形したスペクトルから実態波の異常性を予測する というものです。波浪推算・予測モデルなどでは砕波、非線形エネルギー輸送、風からのエネルギー輸送を考慮してスペクトルの時間発展を解きますが、位相 平均操作を行っているため実際の波形を再現することはできません。そこで、本研究で用いた手法を用いることにより、実際の波形の非線形性(異常性)を求め るという応用例を想定しています。

論文番号 63

著 者：安田誠宏，高山知司，川村健太

論文題目：観測データを用いたグリーン関数重ね合わせ法によるリアルタイム津波波源域推定法

訂 正：

論文1 ページ目 (p.311) の右段 3 行目、「13.5km」は「27km」の間違いです。同様に、2 ページ目 (p.312) 左段下から 8 ～ 9 行目、「13.5km×13.5km」は「27km×27km」、左段下から 5 行目、「(13.5km×5) × (13.5km×5)」は「(27km×5) × (27km×5)」の間違いです。図-2 のキャプションも同様に間違っています。

論文番号 64

著者名 田中昌宏, 安達貴浩, Ghada El Serafy, Herman Gerritsen

論文題名 大阪湾湾奥を対象とした流況予測システムの精度向上に関する研究

討論者 山下隆男 (広島大学)

質疑

- (1) ここで言う「決定論モデル」とはどのようなモデルですか？
- (2) **Driving force** としては何を対象としていますか？
- (3) ここで開発されたモデルは、潮流と吹送流のみを対象とした、大阪湾湾奥での工事のためだけに適用できるモデルですか？

回答

- (1) ここで言う「決定論モデル (**Deterministic Model**)」とは、力学方程式に基づく通常のシミュレーションモデルを指します。具体的には、静水圧近似を仮定した運動量方程式、連続式、塩分、乱流モデル ($k-\epsilon$ モデル) の輸送方程式を基礎方程式としたモデルで **DELFT3D-FLOW** を使用しています。本論文では、カルマンフィルターを用いた同化 (**Assimilation**) モデルと区別するためにこの言葉を使用しています。
- (2) **Driving force** は、河川からの淡水流入による密度差 (密度流)、水面の風応力 (吹送流)、沖境界での潮汐 (潮流) で、河川流量は日単位、風は時間単位、潮汐は 12 分潮を与えています。
- (3) 本システムは、海上工事の環境管理を目的に開発されましたが、大阪湾全体の流れ予測及び水質項目を追加すれば水質予測が可能であり、必要なデータが入手可能であれば、当然他の海域への適用が可能です。

論文番号：065

著者：川西 澄他

論文題目：潮差と河川流量が河口域の成層強度と浮遊砂泥輸送量に与える影響

討論者：山下隆男（広島大学）

質疑事項：

ここで実施された観測の目的をお教えてください。

回答

広島県の太田川放水路には良好な河岸干潟が発達している。一方で放水路の下流域は堤防を強化する必要に迫られている。そこで、堤防強化工事が河岸干潟に与える影響を把握する一助とするために本観測を実施した。

論文番号 66
著者名 小松利光, 矢野真一郎, 齋田倫範, 田井明
論文題目 有明海の潮流ならびに物質輸送の変化に関する研究

討論者 田中昌宏 (鹿島建設)

質疑 有明海と諫早湾の海水交換量の変化については水平渦の影響も重要と考えられる。締め切りによって諫早湾のアスペクト比 (水平) が変化し, 水平渦の形成に影響を与えている可能性はないでしょうか。

回答 ご指摘の通り, 堤防建設前後で諫早湾口付近の流れのパターンが変わっていますので湾内外の水平渦が大きく異なっている可能性があります。このことを検証するには建設前後の諫早湾内の流動構造の把握が不可欠です。

諫早湾内の流動に関しては, 多田ら (2005) が現地観測を行ない, その結果を基に齋田ら (2006) が, 有明海本体との海水交換の支配要因を検討しております。しかし, 堤防建設前の諫早湾内の流動に関する知見は非常に乏しく, 数値シミュレーションにより検証するしかありません。その際, 本論文で示した大潮期と小潮期における湾口の流動パターンの違いを活用して, 数値シミュレーションでの現状の再現性を確認することにより, 堤防締め切りが水平渦の形成に与えた影響についても明らかにできると考えています。

討論者 山下隆男 (広島大学)

質疑 タイトルに「物質輸送の変化」とあるが, この点に関する説明が不明確です。補足説明をお願いいたします。

回答 ご指摘の通り物質輸送に関しては本文で明確に述べていませんでしたので補足させていただきます。

諫早湾およびその周辺の流動構造が有明海の物質輸送に与える影響は, 齋田ら (2005) によって示されたタイダルトラッピング現象や齋田ら (2006) により示された振動流境界層を伴う流速分布の非一様性による移流分散効果の増大, また最近, 稚仔魚が有明海中央部や湾口近くから流れに乗って諫早湾や有明海奥部に輸送されていることが指摘されていることなどの既往の研究により非常に重要であることが明らかになっています。

よって, 諫早湾湾口付近の流動構造の変化は北部有明海の物質輸送を大きく変化させたと考えております。物質輸送の変化の定量的な評価は, これからの課題として究明していきます。

論文番号 67
著者名 田井明, Mukhsan Putra HATTA, 矢野真一郎, 齋田倫範, 小松利光
論文題目 諫早湾湾奥の締切りが有明海の潮汐・潮流に与えた影響

討論者 田中昌宏 (鹿島建設)

質疑 非線形の影響をみるために開境界の潮位振幅を変化させた計算結果について、湾奥の干潟の干出の違いの影響が大きくないでしょうか。

回答 本論文では、開境界に与える潮汐振幅が 0.2m と 1.4m の場合で、堤防締切りの影響が大きく異なることを示しました。各ケースで堤防締切り前後の干潟の干出面積にはそれほど大きな差は生じないため、締切りの影響が異なる要因として、湾口の流動構造の違いと海底摩擦を考えました。

開境界の潮位振幅が 0.2m と 1.4m の場合では干潟の干出面積は大幅に異なります。よってご指摘の通り、共振潮汐に大きな変化が生じていると考えられますが、干潟の存在と共振潮汐の関係は未だに明確な知見が得られていません。例えば、近年の有明海における潮汐振幅の減少に関する理由に、灘岡・花田 (2002) が指摘した平均水深の増大があります。一方で、塚本・柳 (2002) は有明海には広大な干潟が存在するため、平均水深の増大は潮汐振幅を増大させる働きがあると指摘しています。

また、干潟が存在する場の共振潮汐の解を解析的に求めることは非常に困難です。干潟上の平面的な流動による非線形作用も有明海全体の潮汐・潮流に影響を与える可能性があります。今後、干潟の地形を精密に再現した数値計算により、干潟の存在が内湾の物理場にどのような影響を与えているのか検討したいと思います。

論文番号 68

著者名 齋田倫範, 矢野真一郎, 田井明, 小松利光

論文題目 夏季小潮期の現地観測による諫早湾の海水交換に関する検討

討論者 村上和男 (武蔵工業大学)

質疑

断面平均残差流による浮力の輸送量が大きいとされているが、(一周期間の) 断面平均流速が大きいということは、水位の下降があるのか? それとも大きな河川流量の流入があるのか?

回答

残差流を算定する際には、験潮所(大浦)の潮汐データを基準として一周期を定義(ある時刻からその時刻と同潮位になる時刻までを便宜上一周期と定義)し、平均処理しています。

つまり、一周期間での水位の上昇・下降はないものとしてデータ処理を行なっています。

実際には潮位が空間的に分布を持ちますので、水位が上昇あるいは下降していた可能性はありますが、本研究においては評価を行なっていません。

なお、断面平均残差流による浮力の輸送量が他の効果による浮力の輸送量と比較して相対的に大きくなっていますが、これは断面平均流速が大きいことによるものではなく、浮力の一潮汐平均値が他の項と比較して相対的に大きいことによるものです。

討論者 速水祐一 (佐賀大学)

質疑

(1) 残差流の水平シアが大きいですが、その原因は何か?

(2) 断面平均した潮流による浮力フラックスがかなり大きくなっているが、そのように大きなフラックスになった原因は何か?

回答

(1) 観測実施時には鉛直循環(エスチャリー循環)が明瞭に現れておらず、密度効果が顕著に現れるような状況ではなかったと考えられます。また、観測当日は風が0~3mと弱かったことから、残差流の水平シアは地形の影響によるものであると推測されます。ただし、本研究で求めた残差流速はADCP曳航観測によって取得された一周期間のデータから算出しているため、諫早湾口における長期的な残差流特性を現しているものではありません。今後、長期的な連続観測によって検証を行なう必要があると考えています。

(2) 本研究では浮力フラックスを用いて検討を行なっているため、断面平均した潮流による浮力フラックスが大きくなった一因として、海面の加熱による影響が考えられます。観測実施日は晴天であり、日中の水温上昇も顕著でした。このような場合、潮位(潮流)の変動と水温の日周期変動の位相の関係によって、断面平均した潮流による浮力フラックスは大きく変化します。

論文番号 071

著者名 李 漢洙・山下隆男・山口弘誠・大城亨太

論文題目 MITgcm による内部潮汐波の変形，台風通過後の海面水温低下の数値実験

討論者 神戸大学自然科学研究科 中山照彦

質疑

台風による水温低下を計算する目的に台風の強度を制御するというのが論文のほうにかかれてあるが実際はどういう方法でせいぎよするのか？

回答

台風通過に伴い海水の湧昇が発生し，海面温度を低下させる．これにより，台風の雨量強度が減少したり，台風自身が減衰することが数値的に再現されるかどうかの実験を行うのが目的です．実際の台風を制御するわけではありません．

気象じょう乱によって誘発される海水の三次元循環が MITgcm の非静水圧モードで再現できることを示す数値実験が，本論文の目的のひとつです．

論文番号 72

著者名 多田彰秀, 竹之内健太, 坂井伸一, 染矢真作, 水沼道博, 中村武弘

論文題目 DBF海洋レーダによる諫早湾湾口部の流況観測

討論者 水産工学研究所

質疑

①DBF海洋レーダの測得率はどの程度ですか？

②データが取れない時、あるいは精度が落ちる時の原因はわかっているのでしょうか？

回答

①例えば、DBF海洋レーダによるデータの測得率を次式のように定義することにします。

$$\text{【測得率】} = B/A \times 100 \%$$

ここで、B = 観測時刻にDBF海洋レーダによって測定された流速ベクトルの個数

(図-3(a)と図-3(b)にプロットされている流速ベクトルの個数に一致した数)

A = 観測対象領域内で流速ベクトルが描かれる格子点の総数 (1シーン当り 478 個)

論文に掲載しました9月20日の上げ潮最強時および下げ潮最強時を挟む3シーンの平均的な【測得率】は、表-Aに示すとおりです。

表-A 2005年9月20日の上げ潮最強時および下げ潮最強時における【測得率】

月日 潮汐条件	観測時刻 15分毎のBの値			【測得率】	備考
2005年9月20日 上げ潮最強時	07:00 431個	07:15 400個	07:30 395個	$1226/(478 \times 3) \times 100 \% = 85.5 \%$	図-3(a)
2005年9月20日 上げ潮最強時	19:15 383個	19:30 383個	19:45 373個	$1139/(478 \times 3) \times 100 \% = 79.4 \%$	
2005年9月20日 下げ潮最強時	07:00 405個	07:15 396個	07:30 399個	$1200/(478 \times 3) \times 100 \% = 83.7 \%$	
2005年9月20日 下げ潮最強時	13:30 446個	13:45 446個	14:00 446個	$1338/(478 \times 3) \times 100 \% = 93.3 \%$	図-3(b)

②上記の【測得率】が著しく低下する時間帯が毎日存在しています。それらは、概ね08:00~10:00および20:00~22:00です。原因は不明ですが、テレビや携帯電話など電化製品の利用度が上昇し、ノイズレベルが高くなるために、波から反射される電波の一次散乱ピークが検出しづらくなるものと考えられます。

論文番号 73
著者名 柿沼太郎・中山恵介
論文題目 台風により大陸棚近傍に生成される内部波の数値解析
討論者 山下隆男 (広島大学)
質疑

ここで対象としている内部波は、long-crested な波ですか？ スポットの同心円状の波ですか？

回答

後者である。台風によって表層内に形成される水平循環が、Coriolis 力を受けて発散を生じ、界面を貫く鉛直循環を伴う結果、論文中的図-4 のようなスポット的な界面上昇が生じる。台風を中心より後方に最高水位が、その後方に水平循環の中心が位置し、界面が更に後方で上昇する。界面の高まりは、本論文の条件の場合、台風の進路方向に約 900 km の波長で連鎖的に現れた。そして、これらの界面上昇域は、台風の進行と共に外洋を岸向きに移動し、その後、大陸棚外縁近傍において、二つの成分波、すなわち、沖向きの反射波成分と、大陸棚外縁に沿う成分とが発生した。これら後者の 2 成分は、台風を追隨する流れ場に拘束されて移動する前者の界面上昇域と異なり、内部波の位相速度を有する進行波が主要部をなすと考えられる。特に、大陸棚外縁に沿う成分は、エネルギーが狭い幅に集中した short-crested な内部波である。

なお、本質疑と共に、Australia 北西岸において、long-crested な内部波の発達が観測されていることを御指摘いただいた。これには、潮汐、地形、そして、強風の影響が関与していると考えられるが、この発生メカニズムを考察し、このような現象が特異的であるか否かについても調べたい。

質疑

上昇流を発生させる初期条件として、計算初期に、台風のある程度の停滞時間が必要ですか？

回答

いいえ。本論文における条件の場合、上昇流を伴う鉛直断面内の循環流が上記のメカニズムによって発生するに十分大きな台風が遅い速度で進行するため、停滞することなく一定の進行速度を保つ台風が、循環流と界面上昇を出現させた。循環流及び界面上昇は、台風の規模や、本質疑でも示唆されている進行速度に依存すると考えられる。例として、本論文と同一の規模の台風が、一様静水深が 1,000 m である 2 層水域の、ある場所に停滞する場合、すなわち、この台風の進行速度が 0 である場合、時刻 $t = 0$ h に発生した台風によって、 $t = 12$ h, 24 h, 36 h 及び 48 h の各時刻において、図 73 のように界面上昇が発達する。

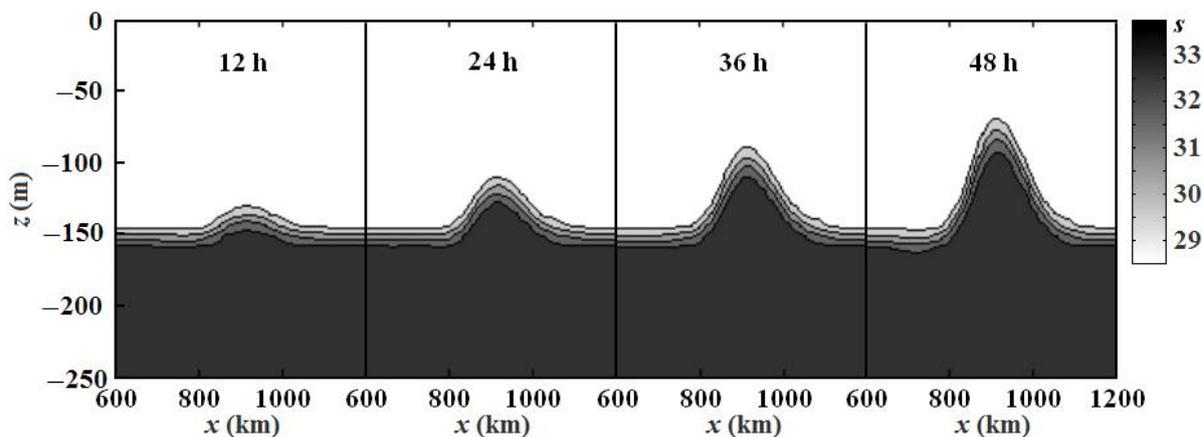


図 73 各時刻における鉛直断面内の密度分布 ($x_c = 900$ km, $h_1 = 150$ m, $y = 250$ km)

論文番号 74

著者名 入江政安・佐々木昇平・和田伸也・中辻啓二・西田修三

論文題目 大阪湾北部港湾域の流動特性と水質への影響

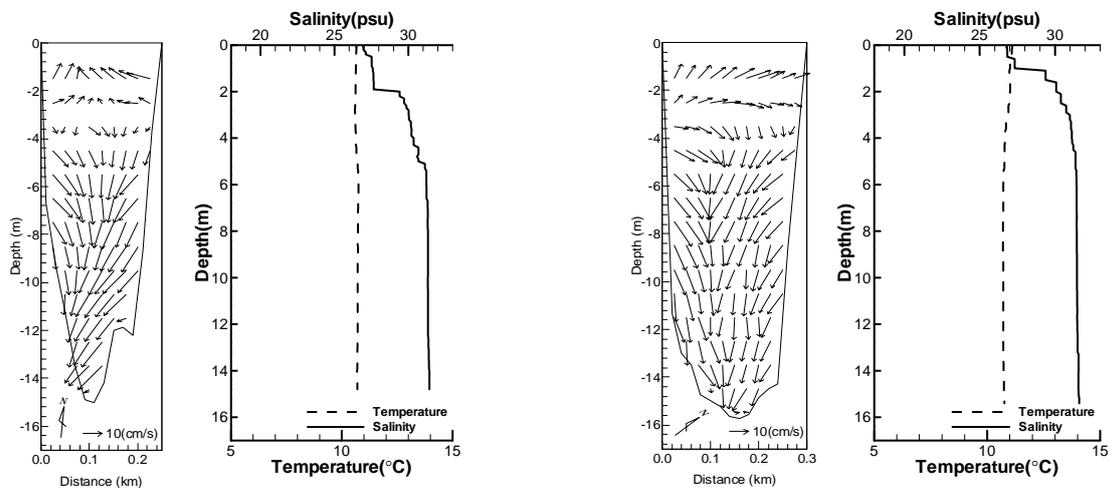
討論者 小林 智尚 (岐阜大学)

質疑

神戸港西部では下げ潮時、水深 1m で流入傾向を示しているが、どうしてでしょうか。このときの鉛直流速分布、成層の様子などを含めてお教え下さい。

回答

この断面では上層流入・下層流出となっています。(下図参考)
断面通過フラックスの観点から考えますと、結局はこの断面も下げ潮時には流出傾向を示しています。上層から流入している理由を考えますと、ひとつには本文中にも述べました南風による吹送流という考え方があると思います。また、明石海峡の東流の影響を受けている可能性もあります。ただ、概略の神戸港の潮汐と明石海峡の潮流の応答は分かっていますが、観測日の潮時に応じて明石海峡部の潮流がどのようになっているかまでは分からないので、正確なお答えをすることができません。



(a) Line1

(b) Line2

図 74-1 下げ潮時の流れの断面分布と水温・塩分の鉛直分布

論文番号 075

著者名 橋本彰博・川合良昌・有田正光

論文題目 潮汐場における河川水の拡がり特性に関する基礎実験

討論者 山下隆男（広島大学）

質疑

河口部の流れを対象としているが、実験地形の設定が極めてシンプルですが、河口テラスを考慮したモデル地形を設定しなくても、河口水理現象が再現出来ますか？

回答

ご指摘の通り、河口テラスの地形は河口部の流況に影響を及ぼします。しかしながら、河口地形はその勾配、底面粗度等、それ自体が実験においてパラメーターとなることが予想されます。従いまして、今回は最も単純な地形を対象としてその影響を排除し、潮汐が河川水の拡がりにも及ぼす影響に着目した、ケーススタディという位置付けで研究を行いました。先生にご指摘頂いた河口地形については次のステップとして今後実験を行い、その影響を明らかにしていこうと思っております。

論文番号：077

著者：河合弘泰・中野俊夫・川口浩二・松浦邦明

論文題目：IAU データ同化手法のメソ気象モデルへの導入と台風 9918 号の海上風・波浪・高潮の追算

討議者：(株) エコー環境水工部 柴木秀之

質疑事項：

1. 提案された手法を用いることにより、台風の非対称性が再現され、その結果、海上風・波浪・高潮の再現性が向上したと確認できるか？
2. 台風の非対称性はどのような要因により発生すると考えられる？
3. 提案された手法を、想定台風による予測計算でも適用可能であるか？

1. 台風 9918 号は、進行方向前方に強風域のある非対称な構造を持っていた。本手法の結果も、進行方向前方の非対称な強風域を再現しており、再現性は向上したと考えられる。

2. 台風の非対称性は、以下の要因から発生すると考えられる。

- ① 一般風の鉛直シア
- ② 対流活動
- ③ 中緯度帯に特有の前線との相互作用

3. 本手法は、解析値や観測値の持つ有効な情報を引き出し、より精度の高い推算を行う手法である。したがって、想定台風による予測計算に適用することは現段階では考えていない。

討議者：(株) 碧浪技術研究所 駒口友章

質疑事項

1. 図-10 でピークの出現時間が改善されているのに、高潮の大きさが合わないのは何故か？
2. 以前、山下先生らが周防灘の高潮を T9918 で検証した論文では東寄りの強風の継続時間が効いているが、IAU では継続時間はどうなっているか？

1. 高潮計算は、大領域からネスティングしていくべきだが、本研究ではネスティングの手法を用いていない。その影響が大きいと考えられる。
2. 本計算では、瀬戸内海や豊後水道から周防灘西部に向かって吹走距離の長い風が周防灘に約 24 時間吹いていた。

論文番号 79

著者名 川西澄・塩崎遼平

論文題目 3次元乱流場における固体粒子の沈降速度の数値実験

討論者 小林智尚 (岐阜大学)

質疑

粒子沈降速度の変動はどの程度か。昨年の実験結果と合わせてどの程度であるか。

回答

昨年の実験、今年の数値計算ともに、粒子沈降速度の変動は乱流強度 σ_p で表示してある。昨年の実験では最大で粒子の静水中での終末沈降速度 w_0 の13倍程度となっている。今年の数値実験結果では、粒子沈降速度の変動 (乱流強度 σ_p) の増加とともに粒子平均沈降速度が増加する傾向を得ている (論文中図-2 参照)。

討論者 重松孝昌 (大阪市立大学)

質疑

- ① 本モデルで組織的渦構造はどのように考慮されているのか。
- ② 沈降粒子が隆起する流れが乱流に及ぼす影響について本モデルで検討することは可能か。

回答

- ① **Kinematic Simulation** はレイノルズ数の制限がない代わりに組織的渦構造を表現できないので、考慮していない。
- ② 本研究では、乱流中での粒子の挙動を対象としているため、乱流に及ぼす影響については考慮はしていない。

討論者 鈴木崇之 (港湾空港技術研究所・漂砂研究室)

質疑

沈降速度と乱流強度、 St 数の関係を示しているが、粒径の影響はどのように考慮されているか。また、本研究が適応できる粒径はどの程度の大きさまでなのか。

回答

本研究で沈降速度に関する無次元パラメータとして相対乱流強度、 St 数を挙げているがこれらは粒子の運動方程式を無次元化することにより導出される。これらの他にも、粒径 d と乱流の長さスケール l で表される無次元パラメータ d/l が導出されるが、本研究で対象としている粒子と乱流の長さスケールから、 d/l は無視できると考えられたため今回は考慮しなかった。したがって、扱う粒径 d が大きくなる (l の数%程度) と d/l の効果は無視できなくなると考えられる。

討論者 長尾正之

質疑

Kinematic Simulation に投入する粒子は何個以上あれば妥当な結果が得られるのか。

回答

粒子の個数は以下に示す $Ebar$ により決まると考えられる。

$$Ebar = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (w_i - \bar{w})^2}{N(N-1)}}$$

ここで、 N は粒子の総数、 σ は沈降速度の標準偏差、 W は沈降速度である。 $Ebar$ が大きすぎると統計量として不安定であるため、 $Ebar$ の値と粒子の終末沈降速度との比が 0.2~0.3 以下になるような N が望ましいと考えられる。

論文番号 80

著者名 松崎義孝・小笠原敏記・堺茂樹

論文題名 氷盤下に拡がった油の流れによる変形及び移動に関する数値計算

討論者 小林智尚 (岐阜大学)

質疑

論文中の図-8 などでは油塊がまとまって移動しているが、実際には氷盤への油の付着があると思うが、どうか。

回答

実験の際には氷盤下面への油の付着はなかった。これは水と油の界面張力の影響により油と氷盤との間に薄い水の層が存在するからと考えられる。

討論者 小林智尚 (岐阜大学)

質疑

氷盤下面には凹凸が存在すると思うが、この影響を粗度などの形で評価しているのか。

回答

凹凸の規模によって、2つのパターンがあると考えている。極小さな凹凸の場合は、通常の流れと同様に粗度として作用すると思われるが、本計算モデルではその影響は組み込まれていない。一方、大きな凹凸の場合には、凹部での油の貯留や凸部での油移動の遮断が想定されるが、計算において氷盤底面の深さを変化させることによって、本計算モデルでもその影響を反映させることができる。

83 高橋重雄 河合弘泰 平石哲也 小田勝也 高山知司
ハリケーンカトリーナの高潮災害

ご討議者 安田誠宏様

討議ありがとうございます。

日本における防災のレベルは、各地域で異なっており、東京湾の中でも地域によって同じではない。一般的に言えば、東京などの重要な地域で、これまで災害を受けたことがあるところは防災のレベルは高いが、地域によっては防災施設が破壊し、大きな浸水災害が危惧されることもある。各地域で、現実的に妥当なレベルのワーストケースを設定して、それに対してどのような災害が発生するかを調べ、災害のシナリオを作成しておくことが重要である。その結果、高山らが言うように防災施設が大きく破壊しないような対策など、被害を最小限にする有効な対策を検討するべきである。

論文番号 084

著者名 金 庚玉・李 漢洙・Mohammed Haggag・山下隆男

論文題目 大気・波浪・海洋結合モデルによるハリケーンカトリーナの高潮場のシミュレーション

討論者 東京大学 田島芳満

質疑

波の遡上を考慮した場合、計算結果にどの程度の影響が出るのでしょうか？

回答

高潮の内水氾濫流量が大きい場合には、これを考慮した場合と無視して場合では、沿岸水位変動には影響が出ますが、今回の計算では考慮していません。

ハリケーンカトリーナの場合には、ボーンユ湖岸での氾濫の影響は大きく、ニューオーリンズ市街地への氾濫によるポンチャートレイン湖の水位の変動にも少しは影響があるものと推測いたします。

論文番号 85

著者名 Tracey H. Tom・間瀬 肇・勝井伸悟・安田誠宏・小川和幸

論文題目 ハリカーン・カトリーナによる高波の解析

討論者 高橋重雄（港湾空港技術研究所）

質疑

米国でハリカーン・カトリーナなどの追算に利用されているプログラムと相違するところはどこか？

回答

波浪追算には SWAN を使っていないと思う。WAM あるいは Wave Watch III を使っていると思う。本研究では SWAN に、Lalbeharry, R., A. Behrens, H. Guenther and L. Wilson (2004), "An evaluation of wave model performances with linear and nonlinear dissipation source terms in Lake Erie," Proc. 8th Int. Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, Hawaii, USA. Lalberyharry のモデルを組み込んで使っている。

討論者 英語が読み取れない

質疑

Is there any other cases to be applied by the model? How is the accuracy of the model?

回答

適用および精度について、以下の論文を参考のこと。

- 1) 間瀬 肇・木村雄一郎・Tracey H. Tom・小川和幸：GFS-WRF-SWAN 援用波浪推算システムの構築と検証，海岸工学論文集，第 52 巻，pp.181-185，2005.
- 2) 間瀬 肇・安田誠宏：台風 0423 号による室戸の高波災害，沿岸域学会誌，第 18 巻，第 4 号，pp.23-31，2006.
- 3) 間瀬 肇・勝井伸悟・安田誠宏・Tracey H. Tom・小川和幸：GFS-WRF-SWAN システムによる 3 シーズンの波浪予測とシステムの検証，海洋開発論文集，第 22 巻，pp.109-114，2006.
- 4) Tom, T.H., Ogawa, K. and Mase, H.: Wave forecasting system for seas surrounding Japan, Proc. 5th Int. Symp. WAVES 2005, ASCE, Paper Numer 141, CD-ROM, 2005.
- 5) Tom, T.H., Ogawa, K. and Mase, H.: Wave forecasting system for seas off Japan, Proc. Asian and Pacific Coasts Conf., pp.1373-1385, 2005.

会場での質問

「濃度分布が考慮されているのか」

回答

考慮されている。

原著論文

河村龍馬(1951)：飛砂の研究，東京大学理工学研究所報告，第5巻，pp.95-112.

p106 式 (11.9)

p108 式 (12.1)

を参照ください。

海岸工学論文集，p434 の実験式 (4) および図-7 は間違っており，次の通り訂正いたします。

$$a = 1.88u_* + 210.0 \quad (4)$$

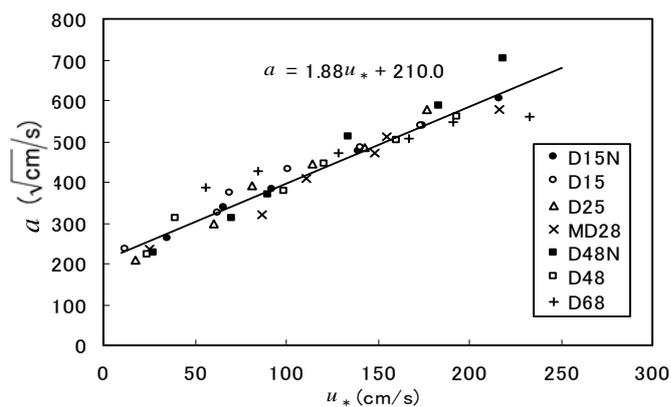


図-7 a と u_* の関係

論文番号 89

著者名 本田隆英・佐藤慎司

論文題目 砕波帯内の底質移動に対する拡張二層流モデルの適用

討論者 藤原隆一（東洋建設（株）鳴尾研究所）

質疑

モデルの比較を CADMAS-SURF で行っているが、砕波を再現するにはパラメータの合わせ込みが必要であり、水理模型実験結果と比較する必要があるのではないか。

回答

今回は拡張二層流モデルと CADMAS-SURF の結果比較を重点的に検討しており、両モデルのパラメータ条件は同一としたもの、砕波の再現性についてまでは詳細に検討していない。ただし今後、拡張二層流モデルの高度化を図る過程においては、砕波再現性に関する水理模型実験結果との比較は必要であると考えている。

論文番号 90

著者名 福濱方哉, 山本幸次, 宇多高明, 芹沢真澄, 石川仁憲

論文題目 混合粒径砂を用いた大型水路実験による縦断形変化の再現と予測

討議者 池野正明 (電力中央研究所)

質疑 1

モデルの平均粒径, 混合率変化の実験結果との再現性はいかがでしょうか?

回答 1

本文でも述べたように, 再現計算は以下の結果より実験結果との再現性はよいと判断した.

- ・ 混合率変化について, 本文図—4(a), (b)に示した細粒砂・粗粒砂の含有率 $\mu(1)$, $\mu(2)$ の変化より, 時間経過とともに前浜は粗粒砂のみ ($\mu(1)=0$, $\mu(2)=1.0$) で構成され, 沖合の斜面を含む緩勾配斜面上は細粒砂のみ ($\mu(1)=1.0$, $\mu(2)=0$) で覆われる. この結果は, 実験結果で, 前浜と沖浜の土砂がほぼ 1mm 以上と 1mm 以下にきれいに分かれる特徴とよい対応を示している.
- ・ 平均粒径について, 本文図—5 は平均粒径の岸沖分布を示すが, 前浜の急勾配部分とバーム部分は粒径が 3.0mm と大きく, 一方沖の海底面では 0.5mm と細くなる. この結果は, 実験結果 (図—1) に示した中央粒径の岸沖分布とよい対応を示している.

討議者 柴山知也 (横浜国立大学)

質疑 1

平衡地形が形成されたとのことであるが, どのような断面形状ですべての断面での漂砂 flux が 0 となったのか?

回答 1

計算ステップを進めても断面形状が変化しない状態を平衡地形が形成されたとした. 本計算では 200h の結果をもって, 断面形状が変化しないことからこれを平衡地形とみなしている.

討議者 堀口敬洋 (株式会社アイ・エヌ・エー)

質疑 1

日本国内で行われている養浜の規模はどのくらいのものでしょうか?

回答 1

日本国内の養浜規模は多くても年間数万単位であり、養浜単体が補助事業として認められていない現状もあり、大量養浜の実績は少ないと認識している。

質疑 2

それら養浜の粒径は、どのように検討されているのでしょうか？実務的な視点からの質問ですがわかる範囲で教えてください。

回答 2

従来型の養浜は、粒径を考慮していなかったため、侵食区域に浚渫土砂など細粒分のみを投入した場合、直ぐに拡散してしまい、多くの養浜事業は投入量に見合った効果が発揮されていないのが実情と認識している。今後は、対象海岸の汀線付近に留まることのできる粒径に対応した養浜材の選定が必要と考える。

討議者 浜上茂樹（鳥取大学大学院）

質疑 1

混合粒径砂を考える際に交換層厚をどのように設定したのか？

回答 1

本文でも示したように交換層幅 B は、Kraus (1985) を参考に混合層厚を砕波波高の 3% とし、それを海底勾配で割ったものを与えた。

論文番号 91

著者名 鵜崎賢一, 松永信博, 戸谷昭浩, 樋田操, 池端義人

論文題目 波・流れ共存場における浮遊砂フラックス定量的評価

討論者 山口洋 (若築建設 (株))

質疑

T=1.0s の比較的短い周期の場合においても,底層まで一様な平均流となるのでしょうか (波のみの場合).経験上,水平床においては底層で冲向きの補償流が生じていることが多かったと思うのですが.

回答

T=1.0s では,補償流はあまり顕著ではありません.底層でというわけではありませんが,補償流は周期が長くなると次第に大きくなります.しかしながら,本実験では波形勾配を統一するために,周期が長くなるにつれて波高も大きくしています.従って,T=1.0s では,波による質量輸送が小さいため,補償流も顕著ではないものと考えられます.

討論者 柴山知也 (横浜国立大学)

質疑

補償流について伺いたい.風を作用させると砕波が促進され,これも補償流を強くする要因のひとつとなるのではないか.

回答

ご指摘の通り,砕波による質量輸送によっても補償流が生じますが,本研究では,吹送流による補償流と比較して非常に小さいものと考え,それらは考慮していません.ただ,両者の割合がどれくらいになるか,それを踏まえた上で考慮する・しないを決めるべきで,今後詳細に検討しなくてはならない点だと思います.

論文番号 94

著者名 中川康之・三谷正人・友田伸明・松本英雄

論文題目 周防灘北部沿岸域における浮遊泥の輸送特性

討論者 金山進 (五洋建設(株))

質疑

- ① 対象海域での航路埋没は、高波浪などのイベント的な外力が主体なのか、潮汐流のみでの恒常的な堆積の進行が主体なのか？両者の比率はどの程度なのか？
- ② 航路埋没の対策案のようなものはあるのか？

回答

- ① 原因別の影響度を定量的に示すことはできないが、観測対象期間における航路内での水深変化量(図-4)をみると、泊地近傍の浅海域にある航路内では、高波浪の生じた前半期間のみに顕著な埋没がみられるのに対し、航路沖合部では比較的静穏な時期であった後半期間においても前半期間同様に継続的な埋没傾向がみられ、高波浪の影響だけでなく潮汐流による底泥の移動も埋没要因になっていると考えられる。
- ② 構造物(潜堤など)による流入土砂の遮断が検討対象として考えられる。

討論者 山田文彦 (熊本大学)

質疑

- ① 水深10~20m付近での巻き上がりは常に生じているのか？また、その理由は何か？
- ② 観測期間中での浮遊泥の移動範囲について教えてほしい。

回答

- ① 潮流による巻き上げが、大潮時の上げ・下げ最強流時付近で生じていることが、論文で示した観測時以外にも、2006年11月の調査時にも観測されている。
- ② たとえば、上げ潮等の最強流時に巻き上げられ、次の憩流時までの潮流により水平方向に輸送されたと仮定する。潮流による粒子の変位振幅 D は次式により見積もることができることから、

$$D = U \times T / (2\pi) \quad (\text{ここに、} U: \text{流速振幅, } T: \text{潮汐周期})$$

観測値を参考に $U=0.3\text{m/s}$ とし、半日周潮 ($T=12.5\text{hr}$) の潮汐流を対象とすると、変位振幅は約 2.15km となる。(ただし、移動限界等の制約は無視した見積もりなので、上記の数値は移動距離の上限側と考えられる。)

論文番号 096

著者名 Fitri Riandini・山下隆男・高山知司

論文題目 底泥の輸送・凝集・圧密モデルのマハカムエスチャリーへの適用

討論者 Mr. Bui Osaka University

質疑

- (1) What kind of cohesive sediment is considered in the model?
- (2) What is the relationship between salinity and cohesive sediment concentration?

回答

- (1) Fine sediments (silt and clay) in the estuary which are composed of flocs consisting of fine mineral matters supplied by river flow. We consider silt and clay as cohesive sediments in this research. In the floccuration module of this model, number of flocs, diameter of flocs and concentration (volumetric or weight) are unknown variables to be solved under the quasi-three dimensional turbulent flow condition simulated by time-averaged 2-equation turbulence model, k-e or Mellor-Yamada models.
- (2) High salinity increases buoyancy of cohesive sediment resulting in high sediment concentration in the well mixed region. When river-sea water stratification is formed in the river mouth, river water containing high sediment concentration transports and diffuses a large amount of cohesive sediment into the sea spreading out in the sea surface.

論文番号 097
著者名 湯浅城之・上野成三・高山百合子・織田幸伸
論文題名 干潟地形を対象とした地形と底質粒度に関する平面水理実験

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

漂砂の実験としては相似則を満たしていないと考えられるが、本実験の結果を實現象と対応してどう解釈されようとしていますか？

質問を変えると、本実験では何を見ようとしているのでしょうか？

回答

今回の実験スケールは1/25ですが、本実験よりも大きい縮尺（1/5～1/10）で行った実験結果（海講, 第52巻, pp. 436-440）と同様な傾向を得ています。また、人工干潟での現地データ（未公表）からも同様の結果を得ており、今回の実験は實現象をほぼ再現していると考えています。

論文番号 99

著者名 土田孝・浅海綾一・一井康二

論文題目 波浪による一次元水圧変動下のアマモ場海底地盤の安定性

討議者 田中昌宏（鹿島建設(株)技術研究所）

質疑

①アマモの消失は本研究のような引き抜きによる他に波浪による洗掘が考えられる。洗掘の状況の評価するためにシールズ数が用いられるので、今回対象とした波の条件（波高、周期）と水深、底質粒径を教えてください。

②アマモの引き抜き抵抗には根のカッ着が重要と考えられる。その影響を考慮した試験が必要と考える。

回答

①今回の実験は一次元水圧変動だけを加えているので洗掘の検討は行っていない。実験条件に示すように、水深 5m、波高 1m と 2m、周期は 2,4,6 秒の各条件で実験を行っている。底質の平均粒径は 0.34mm である。

②指摘の通り、水圧変動下で実アマモの引き抜き抵抗を測定するばあい試験機に試料をセットする際に根の周りの土を崩さないことが重要になる。養生した容器をそのまま試験機にセットできるように工夫したが、個体差が大きくその原因は根のカッ着の状態によると考えられる。カッ着の状態を評価して引き抜き抵抗に結びつけることは今後検討したい。

討議者 瀬戸口喜祥（総合科学株式会社海成環境部）

質疑

引き抜き荷重が波によるアマモへの負荷の変動を再現していないのではないか（水圧変動に対応した繰返し荷重）。

回答

本文中で述べているが、一次元水圧変動下では引き抜き抵抗は周期的に変化し、アマモ模型では水圧上昇過程に引き抜き抵抗が低下し、水圧下降過程で引き抜き抵抗が増加した。引き抜き抵抗の変化が水圧変動による地盤表層の液状化であるとする、液状化は水圧下降過程（位相 180° ～ 270° ）で顕著に発生し、水圧上昇過程では地盤の有効応力は増加するので両者は対応していない。この原因について現在よくわかっていないが、今回の実験ではバネばかりを用いたため、抵抗が増加するときはバネの伸びにより引き抜き速度が小さくなり、抵抗が小さいときは引き抜き速度が大きくなった。このことが実験結果に影響している可能性があり、引き続き検討したい。

論文番号 100
著者名 湯浅城之・上野成三・高山百合子・織田幸伸
論文題名 コアマモ場の干潟地形安定化効果に関する二次元水理実験

討論者 田中昌宏（鹿島建設 技術研究所）

質疑

図-3をみると、戻り流れのネットの量がコアマモがある場合にはかなり減少している。これは、岸向きのフラックスが減少、すなわち碎波の状況が変化していることが予想されますが、波の減衰の状況はどうだったか教えて下さい。

回答

碎波点および碎波状況は、大きく変化していないことを目視により確認しております。沖向きフラックス（under tow）の減少は、コアマモが有ることによって海底摩擦が増加したためと考えられます。

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

海藻の設置方法は？設置基盤によって底質移動が制御されるのではないかと？

回答

コアマモ模型は、針金による固定だけで現地のコアマモよりも抜けやすいように設置し、底質も動きやすい状態でしたが、侵食は起こっておりません。

質疑

海藻の設置開始点の海藻が砂で埋没することはないかと？

回答

設置開始点（設置範囲内の沖寄り部分）において、高波浪作用時には堆積が確認されています。しかし、完全に埋没する程ではありません。

討論者 島谷学（五洋建設）

質疑

軌道流速の低減には寄与するのか？

回答

コアマモの有無による軌道流速の変化は、コアマモ内部とコアマモ上方で大きく異なっていますが、コアマモ内部（底面軌道流速）については、大きく減少しております。

質疑

コアマモの模型はフルード則での縮尺、砂は現地砂のスケールの移動床実験だと、コアマモが相対的に密度が高くなる印象を受けるが、問題ないのか？

回答

コアマモは、フルード則で縮尺していることから流体力の評価に問題はなく、砂移動についても水理実験および現地調査結果から再現性を得ております。よって、少なくともコアマモの有無による相対評価は十分可能であると考えられます。

論文番号 101

著者名 李光浩・水谷法美

論文題目 矩形潜堤周辺に生じる局所洗掘とその時間領域数値解析手法の開発

討論者 榎木亭 (財) 災害科学研究所

質疑事項

漂砂モデルとして掃流砂モデルを用いておられるが、局所洗掘の場合浮遊砂が卓越するのではないか。

回答

本研究で対象とした底質は中央粒径 $D_{50}=0.2\text{mm}$ であることから波による軌道速度を考慮すると粗砂に該当します。粗砂の場合、浮遊モードより掃流モードが卓越するため、本研究の数値モデルには漂砂モデルとして掃流砂モデルを用いています。数値計算結果から分かるように掃流砂モデルを用いた本モデルは岸壁に対する Sumer・Fredsoe (2000) の水理実験の結果及び潜堤に対する李・水谷 (2006) の洗掘の特性を良く再現していると考えられるます。しかし、潜堤の場合、粗砂でも砕波に伴って発生する渦による浮遊モードが発生する可能性があり、今後浮遊モードも考慮した解析も行い、さらに検討をする予定であります。

○ 著者名

和田一範、福濱方哉、西川友幸

○ 論文題目

駿河海岸新型離岸堤とサンドバイパスの長期的効果に関する考察

○ 討論者

(財) 沿岸技術研究センター・加藤一正

○ 質疑事項

- 1) 離岸堤を建設すると、なぜ、沿岸漂砂の下手側数百mのところでは堆積が生じるのでしょうか？
- 2) 離岸堤の背後での最近の侵食原因として、論文で指摘する要因以外に、離岸堤の効果があまりないという要因も考えるのでは？
- 3) かつて激しかった大井川の河床低下は最近どのような状況でしょうか？

回答

- 1) 駿河海岸は卓越波向が SE と SSE の、汀線に対して斜めに入ってくる海岸で、特徴的な砂嘴状の海岸である。この波の効果で出来たトンボロが下手側に寄って成長したものと考えられる。
- 2) 離岸堤の整備と、サンドバイパスを同時に行っているため、しかも土砂の投入箇所を順次移動しているため、明確な区分けは出来ないが、離岸堤整備直後には概ね堆積が生じており、本論文では、離岸堤の効果はありと分析した。さらなる議論は、今後の長期的な推移と分析を待つ必要がある。
- 3) 大井川の河床低下は昭和 40,50 年代に著しかったが、その後、砂利採取の規制などにより安定している。日本の河川は概して同様の状況で、隣の安倍川では河床上昇が著しいため河床掘削を行って、この土砂を清水海岸へのサンドバイパスに使っている。

○ 著者名

和田一範、福濱方哉、西川友幸

○ 論文題目

駿河海岸新型離岸堤とサンドバイパスの長期的効果に関する考察

○ 討論者

横浜国立大学 柴山知也

○ 質疑事項

サンドバイパスは沿岸漂砂の連続性を復活させるものである。有脚式離岸堤はある程度の沿岸漂砂を許容し、連続性を復活させるものなのか。

回答

大井川河口の大井川港防波堤は、先端水深が 15m 以上あり、トレーサー調査の結果をみても、当該海岸の砂浜への漂砂供給はまったくない。これをトラックおよび海上輸送するのがこの海岸でのサンドバイパスである。その意味で、沿岸漂砂の連続性を確保するものと考えてよい。

有脚式離岸堤は、沿岸漂砂をコントロールし、砂を捕捉することにより、背後の侵食を押しさえよという設計思想である。

○ 著者名

和田一範、福濱方哉、木村嘉富

○ 論文題目

富士海岸沼津工区に設置された人工リーフの効果に関する考察

○ 討論者

東大・佐藤慎司

○ 質疑事項

沼津海岸は漂砂系の最東端に位置するので堆積域の海岸のはずである。そもそも侵食のメカニズムは何ですか。(堆積性の海岸なのだから)人工リーフを設置せずに養浜のみで対策する方法もあったのでは？

回答

沼津港が整備されて以降、防波堤の遮蔽域と考えられる当該区域の侵食が著しくなっ
て越波を起こすようになったことは、地元でも大きな問題になった事実である。過去の航
空写真の変遷などからもこれは確認できている。ただし対策実施前については、残念なが
ら侵食のメカニズムを論ずるだけの現地実測ベースの積み上げがないので、岸沖漂砂であ
るとか、防波堤の沿い波による局所的な影響だといった、安易な技術論議は出来ない。

現場では越波をしているとなると、侵食のメカニズムをじっくり研究しようなどとは
言っていられない。本論文のポイントは、緊急に実施した侵食対策として実施した人工リ
ーフと養浜の効果の評価という点にある。

港湾防波堤の遮蔽域とされる区域で侵食を起こしている事例が他の海岸にもあるので、
これらを含めて連携的に研究してゆくことが望ましい。

論文番号 104

著者名 森本精朗・久藤勝明・矢野慎二・鷺田正樹・赤川嘉幸

論文題目 直轄高知海岸の土砂動態解析と土砂管理計画

訂正

図-8の表題を【各ケースの汀線変化】と修正

討論者 合田良実 (株エコー)

質疑

維持養浜砂量が80~240万m³というのは、沿岸漂砂量1~2万m³/年に比べて過大と思いますが、その理由を教えてください。

回答

論文中の維持養浜砂量は30年間の総量であり、年当たりの土砂量は約3~8万m³/年となります。ヘッドランドを建設する場合、ヘッド部(島堤部)の回折効果による岸側に円弧状に堆積します。等深線モデルで算定した維持養浜量はヘッド部岸側の堆砂量も含まれています。また、維持養浜量には、本来防災上必要な砂浜幅70mを構築するための養浜量も含まれています。この2つの量も総括して“いくら土砂量が必要か”という観点から計算した量となっています。ヘッド部の規模によって、土砂量は変わりますので、ヘッド部の有無・規模について今後検討を進める予定です。

論文番号 105

著者名 中村友昭, 倉光泰樹, 水谷法美

論文題目 陸上遡上津波による矩形構造物周辺の洗掘と地盤の応力変動に関する研究

訂正

数式にミスがあります。下記のように訂正願います。

①式(5)の $\beta_{ij}v_i$ が $\beta_{ij}v_j$ となります。

②523 頁左列の下から 9 行目の $\hat{v} = Fv_w + (1-F)v_a$ について, v_w が v_w となります。

③式(7)の σ_κ が $\sigma\kappa$ となります。

討論者 金山進 (五洋建設 (株) 技術研究所)

質疑

Shields 数 θ の算定に用いられた(15)式 : Hoffmans・Verheij の公式は, ある程度, 定常性, 平衡性が保証された流速分布に対するもののお見受けしますが, 構造物隅角部などでの流速鉛直分布はどのような状況だったのでしょうか?

回答

本研究では参考文献に挙げております Tonkin ら (2003) に倣い砂地盤表面の Shields 数の算定に Hoffmans・Verheij の公式を用いております。Tonkin ら (2003) による研究との比較という観点からこの式を用いましたが, ご指摘の通り, 構造物隅角部では流速鉛直分布が Hoffmans・Verheij の公式で仮定しております対数則分布にならないことがあると考えられます。しかしながら, 砂地盤表面から 0.5cm 上での流速を用いておりますことから Shields 数の算定精度はさほど悪いものと考えておりますが, Shields 数の算定に関しては問題を残していると認識しています。

討論者 中山哲巖 (水産工学研究所)

質疑

- ① 実験スケールで検討されていますが, 実際のスケールで御検討されているのでしょうか?
- ② シールド数で評価されていますが, 流れの面では渦の形成といった面から御検討はされているのでしょうか?

回答

- ① 実験装置の問題もありまして現地スケールでの検討は行っておりません。しかしながら, 相似則を考慮した実験模型と無次元量により検討を行っておりますので, 本研究の成果は有用であると考えられます。
- ② 本研究では検討していませんが, 洗掘にとって渦の形成は重要であると考えられますので今後検討していきたいと考えております。

討論者 榎木亨 ((財) 災害科学研究所)

質疑

- ① 洗掘対策はどのようにすればよいか.
- ② 洗掘状況は明石海峡大橋の橋脚周辺の洗掘によく似ているので、対策として参考にすれば？

回答

- ① 本研究では対策工法の提案にまでは至っておりません。しかしながら、本研究によって津波による構造物周辺の洗掘を考える際に砂地盤内部の応力状態まで考慮する必要性が明らかにできたことから、今後流速場に加えて応力場の観点からも洗掘対策を考えていく必要があるものと考えております。
- ② 貴重なご意見ありがとうございました。上記の件につきましては、今後洗掘対策を検討する上で参考とさせていただきたいと思っております。

論文番号 106

著者名 中山哲巖・牧野弘幸・新井雅之・大村智宏・小林学・田村仁・灘岡和夫・佐藤勝弘

論文題目 港内埋没対策技術と地形変化予測モデルの開発

討論者 森屋陽一（五洋建設(株)）

質疑

砕波モデルは何を用いているのですか。また、入射波としてサーフビート成分はどのように与えているのですか。

回答

砕波モデルは、佐藤・Kabiling(1993)と同様のモデルを用いており、砕波によって生じる乱れの運動量の割合を渦動粘性係数 ν で表し、砕波による運動量の拡散項を運動方程式に付加して波高減衰を計算している。なお、流動場計算は、港空研の「NOWT-PARI ver4.6c3」をベースとしており、砕波モデルについては変更していない。

入射波に関しては Bretschneider-光易型スペクトルを与えており、波群性を考慮してあるいは自由波としての長周期成分を与えていない。実際の海域では波群性や拘束波ではない長周期波が存在するため、そういった成分を考慮することも今後考えていきたい。

討論者 榎木亨（(財)災害科学研究所）

質疑

①内港部の堆積防止として、T型防波堤は外港における渦防止を期待するのか。

②T型のような頭首部の改良の他に渦発生部の底質を置き換えてアーマリング効果による防止効果を期待してもよいのではないか。

回答

①港内の突堤先端付近では波浪やサーフビートにより渦が発生する。この渦により底質が巻き上げられ、突堤近傍では洗掘が、内港・外港の泊地では堆積が生じる結果となったことから、T型突堤により渦を抑制することを期待した。

②港内で発生する渦に対しては、渦発生部の底質の置き換えは侵食に効果があると考えられるため、今後検討する際に対策の一つとして考慮していきたい。

論文番号 107

著者名 小野信幸, Nicholas C. Kraus, 山口洋, 入江功

訂正

論文集中の図-6, 図-7 で同じ図面となっているミスがあった.
次の図と図番号の組み合わせが正しい.

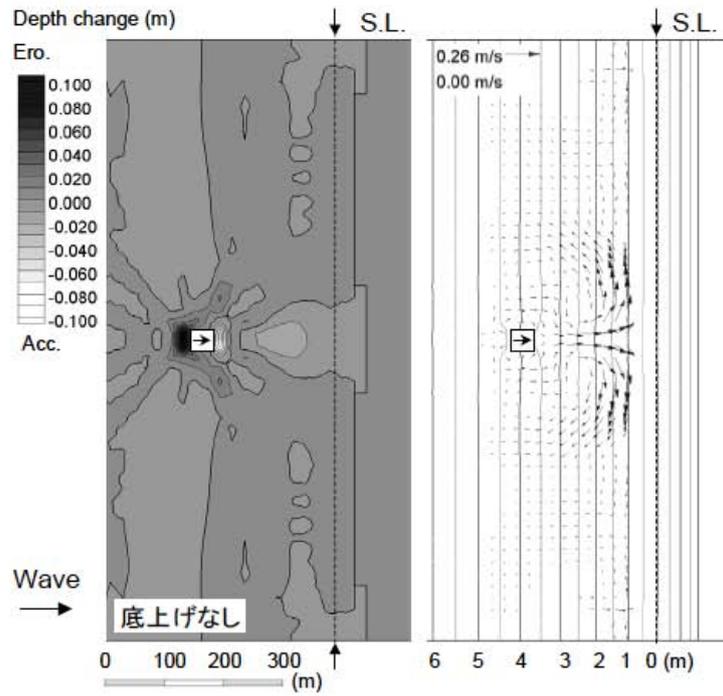


図-6 DRIM 設置時の地形変化量 (左, 初期地形と 5 日後の地形の差), 等深線と流れ場のパターン (右).
DRIM の底上げなし

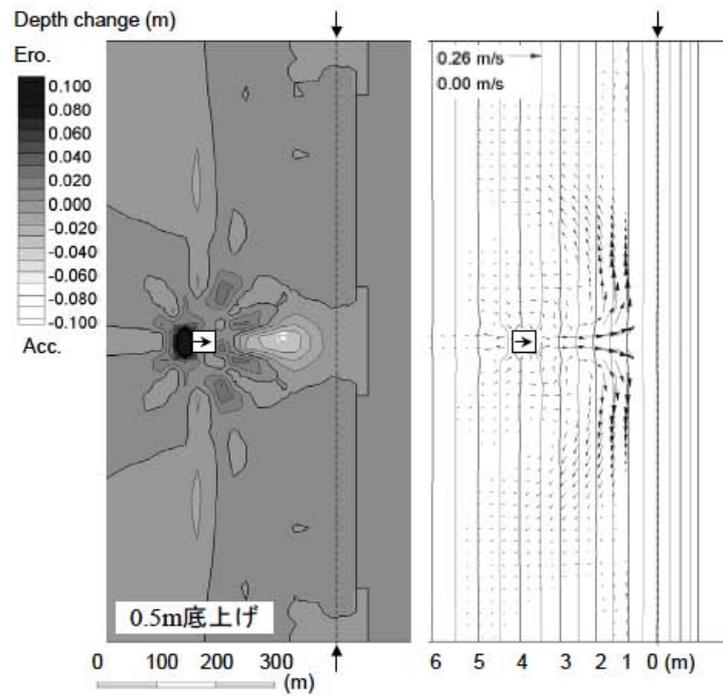


図-7 DRIM 設置時の地形変化量 (左, 初期地形と 5 日後の地形の差), 等深線と流れ場のパターン (右).
DRIM の底上げあり

討論者 中山哲蔵（水産工学研究所）

質疑

大きな波浪がきた場合での安定性の検討はされたのでしょうか？

回答

DRIMの安定性に関する検討は、固定床実験及び移動床実験によりおこなっております。固定床実験では、DRIMの組み合わせが外れる限界波高について検討し、相当大きな高波浪が来襲しても安定を保つという結果が得られています。また、移動床実験により、局部洗堀により安定性が落ちるといった現象が確認されましたが、洗堀防止のふとんかごを設置することで対処することが可能でした。

また、福岡県で実施された現地試験（2004年6月～2005年7月）では、この期間が台風の当り年で、相当数の台風が来襲したにもかかわらず、安定を保っていました。なお、このときには、ふとんかごの設置に加え、DRIMブロックを6基ずつロープで連結するという散乱防止対策を実施しました。

論文番号 109

著者名 中村聡志

論文題目 突堤群による掃流砂収支の数値検討

討論者 黒岩正光 (鳥取大学)

質疑

海浜流の計算について、Visser との比較において、沿岸流速のピークがあっていない。
→ローラーモデルを付加して修正され、沿岸流速の計算精度を向上させて、掃流砂の計算をしてもらいたい。沿岸流速のピークが変わったら、捕捉率も変わるのでは？

回答

サーフェスローラーによる起流力の付加については、碎波の状態や碎波減衰量によるパラメタが必要となるため、本計算では行わず、簡易な碎波変形とその波動量から計算される起流力のみを用いています。沿岸流速のピーク位置は、突堤を通過する掃流砂量に影響していますので、ご指摘のように碎波の状態と沿岸流の岸沖分布、漂砂量の岸沖分布についての精度向上を測る必要があると思います。計算の過程では、個々の波の碎波減衰量を計算しており、サーフェスローラーの効果や底面流の乱れの効果などを漂砂量計算に導入したい。

討論者 浅野敏之 (鹿児島大学)

質疑

N ラインへの応用を考えれば、領域間で総和した沿岸方向流送土砂量ではなく、水深ごとの q_y を出した方がよいのでは？

回答

N ライン地形変化モデルにおける岸沖・沿岸方向流砂量の水深分布関数に波と流れによる効果を明示的に導入し、構造物周辺の地形変化予測精度の向上を図りたい。

討論者 (株)エコー

質疑

モデルについては浮遊砂輸送が無視され、また、突堤先端からの沿岸流の剥離が再現されていないなどの点に不満がありますが、実用の観点から次の検討をお願いします。まず、特定の波浪条件について波高のレーリー分布を仮定して捕捉率の重ね合わせ計算をして頂くと、現実的な結果になるでしょう。さらに、年間の有義波高分布を適用することによって実際に使える捕捉率が得られると思います。

回答

波高の出現確率分布を用いた掃流砂量の期待値、突堤捕捉率の期待値、さらには、年間の有義波高出現確率分布等を用いた実用的な捕捉率の算定を行いたい。

論文番号：111

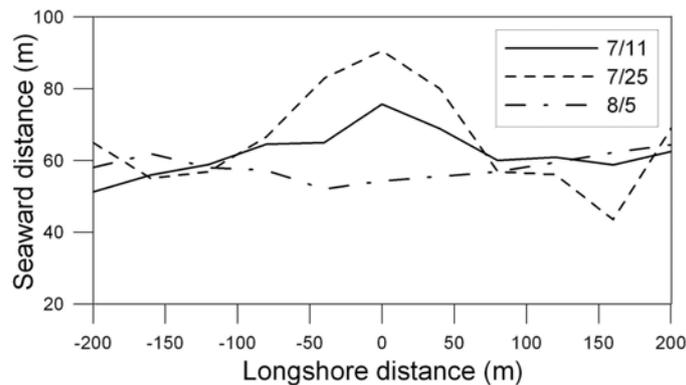
著者名：栗山善昭・友田尚貴

論文題目：汀線近傍地形の沿岸方向の変動特性

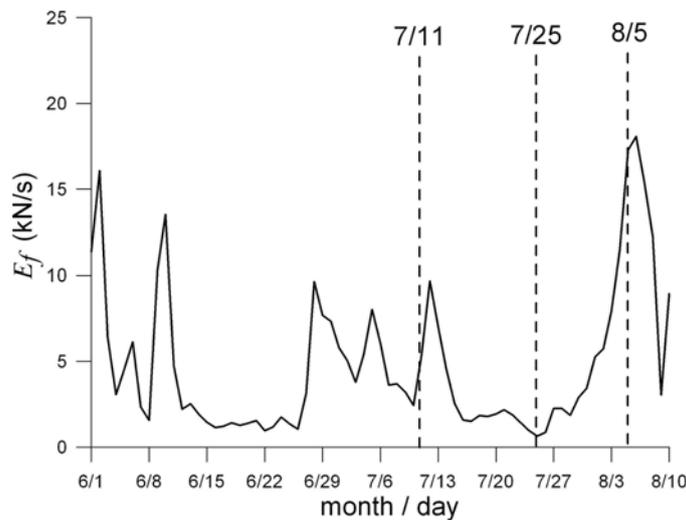
討論者：合田良実（株式会社エコー）

質疑：メガカスプが荒天時に消えて静穏時に次第に成長することを見せるような測定例があればそれを提示して下さい。

回答：カスプが発達した後に消滅した例として、1990年の7月11日、7月25日および8月5日のD.L.+0.2mのコンター位置の変化（図-1）と1990年6月1日～8月10日までの沖波エネルギーフラックスの時間変化（図-2）を示します。カスプが7月11日から25日にかけて発達した後、8月5日の荒天時に消滅している様子が図-1から見て取れます。



111-1 1990年7月11日、7月25日および8月5日のD.L.+0.2mのコンター位置



111-2 1990年6月1日～8月10日までの沖波エネルギーフラックスの時間変化

討論者：出口一郎（大阪大学）

質疑：一般に言われているリップカレントの発生間隔よりも実測結果は長いカスプ波長になっているようですが、リップカレントとカスプとどのような関係にあると考えておられるのでしょうか？

回答：本研究では、砂村（1985）の海浜変形モデルに示されているように、汀線の凹部からの

離岸流が卓越すると考え、離岸流の発生間隔と相関があることが示されている波の周期とカस्प波長との関係を調べました。

カस्प波長が離岸流の発生間隔よりも長くなった結果は、出口ら（2004）が示しているように、離岸流が必ずしも汀線の凹部からだけではなく、凸部からも発生することによって、その発生間隔がカस्प波長よりも短くなったためと解釈できるかも知れません。波崎海岸におけるメガカस्पと離岸流発生との関係は今後の検討課題であると考えます。

砂村継夫（1985）：海浜地形，海岸環境工学（本間仁監修，堀川清司編），pp.130-146.

出口一郎ら（2004）：浦富海岸で観測された地形性離岸流の特性とその予測について，海岸工学論文集，第 51 巻，pp.136-140.

論文番号 113

著者名 加藤 茂・竹内麻衣子・青木伸一・栗山善昭

論文題目 判別分析を用いた定性的汀線変動予測とその予測精度に関する考察

討論者 田中 仁（東北大学）

質疑

侵食時に汀線後退をするとき、汀線位置に応じて侵食量が異なる。このような事実を考慮した解析になっているか？

回答

本研究で用いた波崎海岸での汀線変動量に関する既往の研究（加藤ら，1987）でも、汀線変動は波浪条件だけでなく現状の汀線がどこに位置するかによって変わることが指摘されており、与えられた波浪条件に対してある安定な汀線位置が存在し、汀線はその平衡位置に向うように前進・後退すると考えられます。そこで、本研究でも判別分析の説明変数の1つとして、前回測量時の汀線位置を用いて、汀線位置に応じた汀線変化の傾向を考慮しています。

討論者 芹澤真澄（海岸研究室（有））

質疑

汀線の侵食・堆積の判別がうまく予測できるようですが、汀線変化量（前進量・後退量）を予測することも可能なのでしょうか？

回答

判別分析は定性的な特徴を判別（予測）する方法であり、汀線変化量（前進量・後退量）のような定量的な予測はできません。しかし、本研究では実施していませんが、変化量を0～1m, 1～2m, ... のように分割して、予測値がどの範囲に入るのか？などの簡易的な定量予測は可能かと思えます。

討議集原稿・連絡票

論文番号：115

著者名：木村 晃，大野賢一

論文題目 鳥取海岸における海底地形の短期変化について

討議者 佐藤慎司（東京大学）

波の高さとカスプの発達の関係が通常の他の観測とは逆になっているように見える。人工リーフの位置との関係が影響しているのではないのでしょうか？

回答

従来の汀線の形状に関する研究では、ストーム（高波浪）時には汀線は直線状になり、静穏化の過程でカスプ地形が現れることが報告されています（例えば砂村ら，1984）。しかしながら鳥取海岸の場合，12月頃からカスプ地形が出来始め，2月頃に最も発達して春から秋にかけて凹凸が小さくなっていきます。冬期でも波の小さな状態が数日続くことがあります，数日程度ではカスプ地形に大きな変化はないようです。このカスプ地形は春から秋まで約半年かけて消滅してゆきます。人工リーフの影響ですが，今回観測の対象とした鳥取砂丘海岸は鳥取港（千代川河口）と岩戸港の間約7.5kmの範囲です。本文の写真-2(a)，(b)は上記区間の西端から2kmの間の自然海浜の部分のものです。人工リーフは上の区間の東端から約3.5kmの間に6基設置されており，今回対象とした区間から2kmほど離れています。人工リーフとカスプ地形の関係は影響の有無も含めて分かりません。

論文番号： 116

著者名： 武若 聡・松本亮介・笹倉慎也・El Sayed Galal

論文題目： 汀線とバーの変動と沿岸方向移

討論者 佐藤慎司（東京大学）

質疑 沿岸漂砂量の方向と地形変化の移動方向は異なることもあるのではないのでしょうか？ 少なくとも，土砂の連続式を考える上ではあり得るはずですが。

回答 今回の研究で示したのは，波状パターンの移動速度と方向が沿岸流速と関連しているようだ，という見かけの関係です。ご指摘の点について回答するには，漂砂フラックス分布を調べる必要があります，現在その方法を検討しています。

討論者 鈴木崇之（港湾空港技術研究所）

質疑 カスピの移動速度はその大きさにより異なるのでしょうか？ また，その位置，例えば棧橋の南側と北側，による依存性はあるのでしょうか？

回答 興味深い観点ですが，残念ながらこれらの依存性については現在のところ不明です。

論文番号 119

著者名 池野正明, 清水隆夫

論文題目 河口模型を用いた流出土砂の周辺海域への粒径別移動に及ぼす波の影響検討

討論者 黒岩正光 (鳥取大学)

質疑

河口から流出した粗砂が流れと逆の方向に移動するメカニズムについて, 流れの3次元性が影響しているのでしょうか.

回答

海底面付近では, 砕波による戻り流れにより, 波の進行方向と逆の方向 (図-1 で, 河口から左斜め上の方向) の流れが生じ, 掃流砂として移動する粗砂がその方向に運ばれたものと推察しています.

討論者 山崎真一 (北海道開発局)

質疑

レキ・粗砂2粒径混合時に, 河道内が細粒化し, レキが多く流出するのは, どのような現象なのか.

回答

この実験条件では, 粗砂・レキとも掃流移動ですが, 両者の粒径は1オーダー違っております. 粗砂・レキ1:1混合の場合, 粗砂の周りには大きなレキがあり, レキによる遮蔽効果により守られ, 粗砂は一様な粗砂の場合よりも移動しにくくなると推察されます. 逆に, レキの周りには小さな粗砂があり, 一様なレキの場合より守りが脆くなって移動しやすくなると推察されます. その結果, 粗砂よりもレキが多く流出し河床は細粒化したと考えております. 芦田・道上の掃流砂量式(1972)で算定しても同様の傾向となるようです.

論文番号 120

著者名 西川友幸・高橋正行・加藤善明・中戸真一・高木利光・浅野剛・犬飼拓志

論文題目 粒径を考慮した大井川河口域土砂移動機構の研究

討議者 田中博通（東海大学海洋学部）

質疑

計算に際し、河川からの流出土砂量のある程度正確に把握することが大切である。2年確率(3,500m³/s)より小さな流出でも土砂流出は生じると考えられるのでご検討ください。

回答

大井川では、1年確率流量が設定されていなかったため検討しておりませんでした。しかし毎年発生する程度の洪水でも土砂は流出すると考えられますので、今後検討してみたいと思います。

討議者 加藤一正（(財)沿岸技術研究センター）

質疑

大井川港防波堤先端を通過する沿岸漂砂量が11.0万m³/年と推定されている。もしこれが正しければ大井川港は、航路・港内埋没の問題を抱えているであろう。

推定のプロセスにおいて、全ての誤差がこの部分にしわ寄せられて大きくなっているのではないか？航路埋没量や航路維持浚渫量の実績で11.0万m³/年の妥当性をCHECKしてはどうでしょうか？

回答

大井川港のデータとしては、近年の浚渫土砂のうち養浜材として3万m³/年程度を使っているというデータしか入手することが出来ませんでした。実際に掘削している量は把握しておりませんので、全てのデータを入手し、妥当性を確認すべきだと思います。また、沖への流出量などについてもさらに検討し、土砂収支の精度向上に努めたいと思います。

討議者 佐藤慎司（東京大学）

質疑

大井川港防波堤をまわりこむ土砂量が11万m³/年あるとされているが、根拠が希薄に思える。実際に下手海岸に供給されているのか？

回答

私共も全てが下手海岸へ供給されていると考えているわけではなく、防波堤を通過した土砂は、「1.大井川港航路に堆積」、「2.防波堤通過後、移動限界水深であるT.P.-10m以深へ流失」、「3.駿河海岸離岸堤沖を沿岸方向にそのまま移動」のいずれかであると考えております。大井川港航路への堆積量については、浚渫実績のデータ量を増やし精度向上に努めることでより正確な値が算出できるかと思いますが、その他の2点については現段階で不明確な点が多いことから、精度向上に向けて今後調査を進める必要があると思います。

討議者 清水隆夫（電力中央研究所）

質疑

大井川の河口位置より河口テラスの位置が右にずれているのは波や流れの影響でしょうか？あるいは河口の位置が動いたのでしょうか？

回答

波や流れの影響よりも、近年右岸側に開口していることが多いため、現在の右岸寄りの位置に土砂が堆積しテラスが発達しており、大井川河口の位置は近年動いていません。

論文番号 122

著者名 長林久夫・田中仁・Magnus Larson

論文題目 夏井川河口変動特性と河口開削工の効果に関する検討

討議集原稿作成者

氏名：長林久夫

所属：日本大学工学部土木工学科

Tel： 024-956-8724

討議者 佐藤慎司（東京大院 社会基盤工学）

質疑

夏井川の河口閉塞対策はバリア砂州を介してつながっている仁井田川の閉塞状況とセットで討議すべきでは。

回答

指摘のとおり、夏井川には夏井川本川の河口とその北約 4km 地点に仁井田川河口があり、両河口は横川を介して連結している。したがって、両河口の維持は水理、海象条件に加え、横川における流れが大きく関係している。しかし、1990 年から 1996 年における本学の夏井四倉海岸の河口調査¹⁾において、両河口は閉塞性が高く年間を通じて仁井田川は完全閉塞の期間が長いこと、仁井田川が開くときは夏井川河口が閉塞し、両河口が同時に開口することは極まれであることを確認している。そこで本論文では夏井川河口のみに着目した調査をもとに検討を行った。

しかし、発表時の質疑において回答したように、開削担当の地元業者の経験から、仁井田川が開いているときには夏井川河口を開削しても効果的でないなどの知見があり、加えて、出水時における河口近傍の低平地への浸水対策等に係る河口維持の検討に際しては、両河口と横川とを視野に入れた検討は必須であり、今後検討したい。

- 1) 山崎雅洋，長林久夫，木村喜代治：円弧状の海岸にある中小河川の河口特性に及ぼす海岸構造物の影響について，土木学会第 51 回年次学術講演会，pp.146-147，1996.9.

論文番号 123

著者名 金澤裕勝・笹倉伸男・中山真二・福濱方哉・山本幸次・橋本新・辺見聡

論文題目 黒部川河口の周辺海域における大規模な土砂崩落の実態

討議者 佐藤慎司（東京大学）

質疑

荒俣地先の離岸堤が海底谷への土砂流出を促進しているようにも見える。離岸堤と海浜の間の狭い領域をすり抜ける土砂移動が重要では？

回答

離岸堤による海底谷への土砂流出の助長も考えられるが、離岸堤は汀線後退による護岸倒壊を防ぐために必要な施設である。

下手側への土砂供給も含めた観点から離岸堤背後の領域の土砂移動が重要であると認識しており、離岸堤背後の土砂移動が促進されるよう、現在離岸堤の天端高の低減や離岸堤背後の掘削を実施している。

論文番号 124

著者名 TRUONG THIEN KHANG・田中 仁

論文題目 河口テラスの縮退が漂砂系の連続性に及ぼす影響について

討論者 BUI TRONG VINH (大阪大学)

質疑

How to asset the effect of season change in the research?

回答

In this research, we analyze a series of aerial photographs which were taken every 2 months. Then, the long-term shoreline changes are determined. Thus, the effect of season changes to morphology can be eliminated due to calculating in long-term changes.

質疑

How to calculate the distance between wave breaking and shoreline?

回答

In this research, the distance between wave breaking and shoreline is not considered. However, we can determine the breaking wave and shoreline base on HSL photographic processing. As we mentioned in the paper, although both the shoreline and breaking wave are white color, but the lightness of breaking wave is normally higher than shoreline. Thus, we can recognize whether it is breaking wave or shoreline by Hue and Lightness parameter.

論文番号 125

著者名 鈴木崇之・栗山善昭

論文題目 波崎海岸における汀線位置の長期変動特性

訂正

図-8のパワースペクトルの単位にミスがあり、 $m^2/s^2 \text{ day}$ ではなく $kN^2/s^2 \text{ day}$ が正しい。

討論者 近藤倅郎（アルファ水工コンサルタンツ（株））

質疑

エネルギーフラックス値として沖波の値を採用しているが、なるべく汀線に近い位置のエネルギーフラックス値を用いるのが良いのではないか。

回答

おっしゃる通り、汀線に近い位置での波浪データを用いる方が良いと考えられます。しかしながら、今回解析を行った15年間においては汀線近くでの波高観測を常には行っておりません。波崎観測栈橋にて観測されたデータおよび沖波データより、急激な汀線変化は長周期波による影響が大きいこと（加藤ら，1989）、長周期波と沖波とは相関が高いこと（加藤ら，1990）、また、短期的な汀線変動は沖波エネルギーフラックスを用いて評価できること（加藤ら，1987）がわかっております。そこで、これらの結果を考慮し、本研究では沖波の値を用いることとしました。

加藤一正・柳嶋慎一・村上裕幸・末次宏児：短期汀線変動のモデル化の試み，第34回海岸工学講演会論文集，pp.297-301，1987。

加藤一正・柳嶋慎一・栗山善昭・磯上知良：荒天時のバーム地形の侵食—長周期波に注目した現地観測—，海岸工学論文集，第36巻，pp.354-358，1989。

加藤一正・中村聡志・池田直太：波の連なりと長周期波の関連に関する現地観測，海岸工学論文集，第37巻，pp.101-105，1990。

討論者 芹沢真澄（海岸研究室（有））

質疑

外力との対応のほかに、当海岸の土砂収支（河川供給土砂，浚渫，養浜など）から見た場合の汀線変化はどのようになっているのでしょうか。

回答

利根川からの土砂量については把握しておりませんが、利根川には多くのダム、調整池、水門等が建設されていることから供給土砂量はそれほど多くないと考えられます。浚渫および養浜については、共に波崎漁港周辺で行われております。それぞれの量については把握しておりませんが、規模はそれほど大きくないと思われま。以上のことを考慮しますと、河川供給土砂、浚渫、養浜による汀線変化への影響は小さいと考えられます。

論文番号 126

著者名 芹沢真澄, 宇多高明, 熊田貴之, 三波俊郎, 古池 鋼, 石川仁憲, 野志保仁

論文題目 Bagnold 概念に基づく混合粒径海浜の予測モデル

討議者 柴山知也 (横浜国立大学)

質疑 1

Bagnold 以来 40 年が経過し, 砂漣近傍の渦, 砕波による渦, シートフローなど多くの検討がされてきた. 提案するモデルに, これらの成果が含まれていないのはなぜか.

回答 1

御指摘のように, 流体・流砂力学の観点からみた場合, 漂砂現象は非常に複雑な現象から成ることは筆者らも認識しています. しかし, 本研究は, 現在日本各地で問題になっている海岸の侵食・堆積問題の解決に役立てるために, 実務の現場での海浜変形の長期予測に使用するモデル開発を目的としています. この場合, 理論的厳密性は犠牲にしても, 実務での適用が容易であること, かつ, 実用上確度ある予測ができることが必要です. この立場から, 本研究では, Bagnold の原点に立ち帰り, 漂砂および海浜変形を, 巨視的にとらえて, 沿岸漂砂と平衡勾配の 2 点にのみ着目して徹底的な単純化をはかりモデル化しました. 計算を行った結果, このような単純化を施しているにもかかわらず, 良好な結果が得られ, 実務の現場の予測にすぐに使用できると判断しました. 結果的に本研究のモデルには御指摘の検討成果を含まないものとなりました.

質疑 2

平衡勾配が, 基礎概念となっているが, この妥当性の検証はどのように行われたか.

回答 2

以下, 海工発表後の芹沢ら (2006) の論文より抜粋して転載することで, 回答とさせていただきます.

「本研究にあつては, ここでは, 平衡勾配を既知量として与えるという考え方を取っているが, その理由は, 海底形状は長い年月にわたる波の作用によりそれなりに安定した姿に近づいているとの考え方によるものである. もちろん海浜は波浪の季節変動に応じた変動を繰り返しているのも事実であるが, 海浜の長期的変化を予測するモデルの開発という主眼からすれば, まずは平均的な姿の予測を可能とすることが第 1 である. それにのる変動は perturbation として扱うことは大局的に見て正しいものと考えられる. 例えば, ある自

然海浜を考えれば、そこで観察される海浜特性は工学的時間スケールと比較してはるかに長い時間その状態が続いてきている。そこに近年の人為的改変の影響が重なって工学的には長い時間スケール（季節変動よりは長い例えば数十年スケール）の変動が起こるとすれば、人為改変の与えられる前の姿はある種の平衡状態にあったと見てもよいと考えられる。もちろん、その海浜の縦断形や海底勾配が長期的に見て真に安定していたものかどうかについて実測データをもとに検証することは、現実には困難であろう。この点については、むしろ、このような仮定をしたとき、それらの影響が十分な確度で持って予測可能となることによりその妥当性の検証がされると考えることが合理的である。本研究で構築したモデルおよび等深線変化モデルの最も基本的な考え方はこの点にある。」

○芹沢真澄，宇多高明，三波俊郎，古池 鋼（2006）：Bagnold 概念に基づく海浜変形予測モデル，土木学会論文集 B, Vol. 62, No. 4, pp. 330-347.

討議者 黒岩正光（鳥取大学）

質疑

交換層厚の設定法について，含有率 μ の計算において B と Δt との関係， B の与え方， Δt の与え方によっては μ の計算が発散する場合があると思う．何か計算上のテクニックがあれば教えてください．（特に現地スケールを計算する．長期変化を計算する場合）．

回答

小さい B に対しては， Δt も小さく与える必要があります．そうしないと御指摘のように μ の計算が発散します．

計算上のテクニックとしては，本研究では，粒径別の漂砂フラックスの係数 $G^{(k)}$ （式 16）に用いる $\mu^{(k)}$ の値には，漂砂上手側の値を与えるという方式（風上差分）を用いています．こうしないと Δt を小さくしても（ μ の計算で μ に負の値が発生して）発散しました．

本研究で示した計算例は実験スケールのものですが，同じ方法で，現地スケール・長期の計算もいくつか行いましたが，支障なく計算できました．

条件にもよるでしょうが，経験的には，混合粒径の計算では単一粒径の計算に比べて Δt を 1〜2 オーダー小さくとる必要があるようです．

論文番号 128

著者名 吉河秀郎・村上文敏・根元謙次

論文題目 地中探査レーダーによる三保半島の地形発達過程

討論者 松本晃治 ((株) 阿土建設コンサルタント)

質疑

GPR 記録の地層の傾斜角度と侵食・堆積のスピードの関係

回答

地層の連続性が良く、傾斜が緩やかな事は、その地層が長期的にゆっくりと堆積したものと考えている。また、文中に述べているように、調査域の北部と南部における反射形態の違いは、連続した地層の形成域と、侵食・堆積をくり返した地域との地下構造の違いを反映したものと考えられる。なお、原稿に記載した GPR 断面は海岸線に直交方向のみであるため、反射面の傾斜勾配は見かけ上である (原稿に記載済)。

論文番号 129
著者名 安本善征○・宇多高明・松原雄平
論文題目 鳥取沿岸の侵食実態と総合的な土砂管理の検討 ―千代川右岸流砂系の例―

討議者名 (株) エコー 合田良実

質疑事項 土砂収支のうち、沖へ流出する量の見積もりがあれば教えてください。年間8万 m³ の供給が続いたとすると、1947～1987 の間に海岸線がかなり前進したことになりませんか。

回答 今回テーマとした鳥取砂丘を含む千代川右岸流砂系および隣接海岸でも同様であるが、河口から流出した土砂が海中に溜まってドンドン前進していくというのではなく、北西の季節風等によって飛砂となって陸上に上がっているため、何も手を入れない状態ではほぼ定常状態にある。つまり、自然の土砂供給量と飛砂によって陸上に吹き上げられる量がバランスしていると考えられる。

その理由を説明するために、簡単な試算結果を示す。

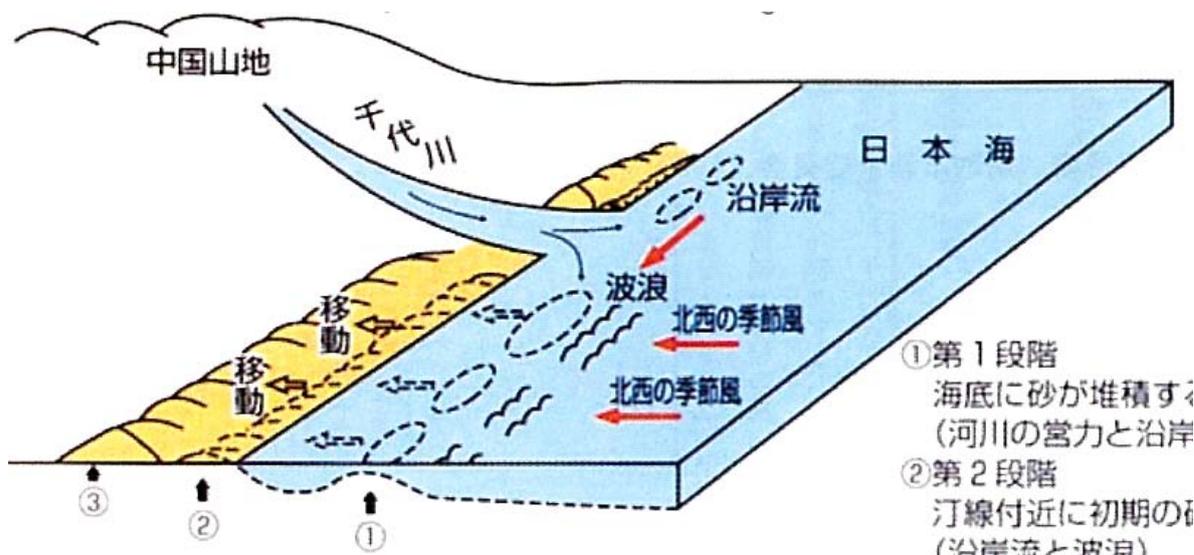
①鳥取砂丘を含む千代川右岸の砂浜等の体積 (V) = $8.0 \times 10^3 \times 2.0 \times 10^3 \times 60 \times 1/3 = 3.2 \times 10^8$
・東西延長=約 8km
・幅(鳥取砂丘を含む背後の砂丘地) =約 2km
・高さ=約 60m

②鳥取砂丘の形成に要した期間 (T) =約 6000 年

③上記①②より、鳥取砂丘を含む千代川右岸の砂浜等形成に必要な年間当たりの砂量は約 5 万 m³/年を推計できる。

$$V/T = 3.2 \times 10^8 / 6.0 \times 10^3 = 3.2 / 6.0 \times 10^5 = 0.53 \times 10^5 \approx 5.0 \times 10^4$$

④一方、千代川河口流出量は、約 8 万 m³/年(海浜形成に寄与しない Wash Load を除いた海浜形成に寄与する粒径 (0.15～4.75mm)) であり、河口から左右に漂砂が流れるとすると片方には約 4 万 m³/年となり、上記③の結果とほぼ同じとなる。



- ①第1段階
海底に砂が堆積する
(河川の営力と沿岸
- ②第2段階
汀線付近に初期の砂
(沿岸流と波浪)

以上 2006. 1. 26

鳥取県 総務部 財政課 安本 善征
〒680-8570 鳥取県鳥取市東町1丁目220番地
TEL 0857-26-7049 FAX 0857-26-8124
e-mail yasumoto-y@pref.tottori.jp

論文番号 130

著者名 山崎真一・山下俊彦・江里口知己

論文題目 石狩湾の土砂収支と底質の移動特性

討論者 (株) エコー 合田良実

質疑

この研究の主旨から外れると思いますが、海岸沿いの砂の起源をどう考えるか教えてください。近年は石狩川からの砂の流出が減ったのでしょうか。

回答

石狩湾沿岸では石狩川の他に大きな河川が流入していないことから、石狩湾沿いの海岸の砂の起源は当然石狩川であると考えています。論文中の図-4 に粒度分布を示した洪水時のSSは水面付近で採取したことからはほとんどがウオッシュロード（細粒成分）で、特に海岸形成に関わる流出土砂の粗粒成分ほとんど含まれていないと考えられます。粗粒成分の土砂流出量の推移については、河口部周辺での地形変化を考察した結果から推定すると、石狩川の河道改修、捷水路工事等が盛んに行われ、また流域の開発が進められた大正期から昭和10年頃までの海岸線の前進速度が2.6m/yと大きく、その後昭和12年～昭和48年、昭和48年～59年ではそれぞれ0.55m/y、0.45m/y程度まで低下しており、また平成期に入ると河道の浚渫などが行われ河道断面が拡大し河道の掃流力が低下していることから、流出土砂量は大正期以降減少傾向あるものと考えられます。

論文番号 131

著者名 宇多高明, 木下幸夫, 山野 巧, 吉岡 敦, 三波俊郎, 壺岐信二, 石川仁憲

論文題目 長期深浅測量データに基づく湘南海岸の海浜変形の実態分析

討議者 田中博通 (東海大学海洋学部)

質疑 1

ヘッドランドが漂砂を遮蔽し、引地川との間がポケットビーチ化している。このような場合、その中央部は侵食が進行するのではないか。またその対策として養浜しかないが、現在、ここでは養浜を行っているのですか。

回答 1

ヘッドランドがあっても細粒の土砂はヘッドランドの先端沖を通過して東側へと流れている。これに見合う上手側からの漂砂の供給が現在断たれている。したがって別の場所から運んできた砂の投入 (養浜) や江ノ島周辺に堆積した砂の再利用が行われている。

論文番号 133

著者名 宇多高明, 石井隆, 杉山喜一郎, 西谷誠, 荻原智, 芹沢真澄, 石川仁憲

論文題目 動的平衡海浜に建設されたヘッドランド群の漂砂制御効果の定量的評価

討議者 清水雄平 (東亜建設工業株式会社)

質疑 1

本文図-7(b)について、4基の離岸堤を50mずつ延伸するよりも、200mの離岸堤1基を離岸堤群Ⅰ、Ⅱの間に設置した方が汀線前進効果、施工性等の観点から有効なのではないか？

回答 1

確かにヘッドランド間に離岸堤を新たに設置すれば、そこでの汀線前進は図れるが、対象海岸は、安倍川からの砂嘴地形であり、沿岸漂砂が著しい当海岸で、構造物による沿岸漂砂の過度な抑制は下手側海岸へ影響を及ぼすことになり、問題を下手側海岸へシフトさせるにすぎない。下手側には国定公園の羽衣の松も位置することから、当海岸の保全施設には「ほどよい効果」が求められる。また、上手側からのSand bodyも年々近づいており、何れ十分な砂が供給される環境にある。以上のことから、既設離岸堤を延伸させることとした。

また、施工性については、新設による1地点での施工に対し、既設4基改良は4地点で行うことへの指摘と思われるが、単年度に4基の離岸堤を整備するのではなく、状況をモニタリングしつつ段階を踏んで実施するので、前者が有効とは限らない。

質疑 2

漂砂系全体のバランスを考えて対策するのはわかるが、越波で困っている当事者にはどのように説明すればよいのか？

回答 1

沿岸全域の最適化と局所最適化は保全計画の大きな問題の一つである。1方向沿岸漂砂が卓越する海岸においては、構造物による局所最適化は結果的に海岸線を構造物で覆う方向に繋がる。従来の多くの海岸保全事業はこのロジックに陥ってきた。越波で困っている当事者には沿岸全域の保全を理解して頂くとともに、越波防止を満足するための浜幅が確保できるよう、当面維持養浜を行うなどの対策をとる。

論文番号 134

著者名 宇多高明, 石井隆, 内田光一, 甲賀肇, 影山安秀, 古池鋼, 石川仁憲

論文題目 遠州灘海岸における長期的海浜変形予測と養浜の効果検討

討議者 磯部雅彦 (東京大学)

質疑 1

地形変化を計算する際に、波の多方向不規則性はどのように考慮していますか？

回答 1

長期的な地形変化を対象としており、実態解析より対象海岸の地形変化に影響を及ぼす代表 1 波（波高，周期，波向）を設定し，これを条件として計算を行っている．この条件は再現計算結果からも妥当であると判断した．質問の多方向不規則性については，構造物背後の回折計算に方向分散法を使用しているという点で，波浪外力を介して間接的に考慮されている．

論文番号 135
著者名 田中博通・本田秀樹・鈴木操・川口達矢
論文題目 潜堤式養浜工法の検討

討論者

質疑

初期の地形条件の適正について

回答

初期地形は、中央粒径 0.25mm で作成しており、海浜断面の分類では中間に相当する。今回の実験では、沖合養浜材の移動条件の把握を目的としているため、極端な海岸線の変動がない中間条件に設定した。

討論者 東亜建設工業(株) 清水雄平

質疑

- 1) 図-8 汀線変化について、沿岸漂砂が卓越する条件にも関わらず、Case4 の汀線番号⑪～⑭の漂砂上手側において最終汀線が後退傾向にならないのはなぜか。
- 2) 水砕スラグ材料特性について、固化や肌触りについては検討しているか。

回答

- 1) 今回の実験では、図-8 の右側から左側への沿岸漂砂が卓越するが、汀線番号⑪～⑭の沖合には消波工（離岸堤）があるため、汀線番号⑬のように堆積している。また、図-8 の Case2 より Case4 の方が後退量が少ないのは、Case4 の場合では消波工前で碎波しているためと考えている。
- 2) 沖合に設置した養浜材は、現地の海底の砂と混合しながら岸方向へ移動するため、固化しにくいと考えている。このことについては現地試験による検証が必要である。また、肌触りについては、海岸の砂とあまり変わらないとのアンケート調査結果を得ている。

論文番号 136

著者名 木村 泉・佐田明義・宇多高明・高橋 功・熊田貴之・大木康弘

論文題目 地形・粒径変化予測モデルによるヘッドランドの漂砂制御効果の定量評価

討議者 横木裕宗 (茨城大学)

質疑 1

沿岸漂砂量は求められていますか？

回答 1

本研究では、対象海岸全域の空間的な沿岸漂砂量の算定は行っていません。ただし、大洗港近傍では 25 万 m^3/yr 堆積し、銚田海岸では 5 万 m^3/yr 侵食していることは本研究の解析結果より分かっています。

質疑 2

沿岸漂砂への対策だと、ヘッドランドが何本も必要になると考えていいのでしょうか？

回答 2

海岸法改正に伴い、沿岸漂砂対策イコール突堤やヘッドランドという従来のハードな工法ではなく、今回のようなサンドリサイクル(サンドバックパス)のように、侵食されている場所へと砂を戻すようなソフトな工法へと移りつつあります。ただし、度合いの問題もあり、併用した工法も数多く提案されていますが、やはり基本は自然な砂浜に近づけることが重要なコンセプトであると考えています。

論文番号 137

著者名 石井秀雄・中村友和・宇多高明・高橋 功・大木康弘・熊田貴之

論文題目 粗粒材養浜による砂浜の安定化に関する現地実験

討議者 清水雄平（東亜建設工業（株））

質疑 1

粗粒材養浜の一般的な問題として、海水浴時の肌触りや前浜の急勾配化があるが、その他に注意点は何かあるか？

回答 1

粗粒材養浜、特に礫養浜の適用は侵食の最も激しい区域を対象としており、海水浴利用などを考えた場所には、粒径にもよるがあまり適さないので、適用時に注意が必要です。今回の趣旨は、消波ブロックなどによる対策の代替案として提案しています。もし、礫養浜で海水浴利用を考える場合は、当然、今回のような碎石のような角礫は用いるべきではなく、円礫を使用する必要があります。礫による怪我を防止するためです。今回の場合は、利用しないことが前提となっていますが、波の作用で数年で角礫が磨耗し円礫になることは想定しています。また、粗粒材養浜の場合、特に高潮位、高波浪時に背後地へ養浜材料が侵入しないか、十分な安全対策が必要です。

討議者 横木裕宗（茨城大学）

質疑 2

養浜によって前浜勾配を変化させることで、入射波の様子（碎波形状）が変化しませんか？

回答 2

養浜材料は、主に水深 1m 程度までしか分布せず、碎波はさらに沖で起こっているため、碎波形状の変化はありませんでした。

論文番号 138

著者名 熊谷隆・横木裕宗・三村信男

論文題目 阿字ヶ浦海岸汀線付近における礫出現に関する現地調査

討論者 田島芳満(東京大学)

質疑

礫出現条件と前浜勾配あるいは、高波浪の継続時間との間に何か相関があるのでしょうか。

回答

礫出現の条件としては、本研究で考察した高波浪イベントからの経過時間の他に、ご質問の前浜勾配や継続時間などいろいろ考えられますが、手元のデータの範囲内での考察に留まっております。前浜勾配は高波浪イベントあるいは継続時間と強く関係すると考えられますので、今後高波浪の継続時間については、手元の1時間毎のデータを用いて検討してみたいと思います。ご指摘ありがとうございました。

討論者 清水雄平(東亜建設工業(株))

質疑

今回の結果を受けて、礫の出現に対する対策としてどのようなものが考えられますか。

回答

本研究では、礫が出現するおおよそのタイミングについて考察を進めることができましたが、海中における礫の挙動については活発に移動していることは分かったものの、詳細はまだまだ不明です。今後、挙動に関する考察が進めば、海岸にうち上がることを阻止する方法などが検討できるものと考えております。

論文番号 139

著者名 茂木勇佑・谷本勝利・湯谷賢太郎

論文題目 斜面上の抽水植物群落による波高減衰に関する研究

訂正

式(11)にミスがあり、 $K_T = \frac{H_{Ti+1}^2}{H_{i0}}$ ではなく $K_T = \frac{H_{Ti+1}}{H_{i0}}$ が正しい。

討論者 合田良実(株式会社 エコー)

質疑

実際の植生に適用する際の抗力係数の設定方法を教えて下さい。また可とう性の影響について、海草による波高減衰など研究が多くなされていますが、その点どのように考慮されたのでしょうか。

回答

本研究は斜面上の植生群の波高減衰の基本的特性を把握する第一歩の研究と位置付けており、そのため植生については最も単純化した扱いとしています。すなわち、植生を固定の直円柱で模擬しており、可とう性による動揺の影響は考慮しておりません。したがって、抗力係数は固定円柱に対するレイノルズ数と抗力係数の関係から与えております。

実際の植生に適用する際には、植生の鉛直構造の特性を考慮し、その鉛直特性に応じた抗力係数の与え方を検討する必要があります。これについては現在研究を進めているところです。また、動揺や破損の影響も考慮する必要がありますが、これについては今後の課題としています。

討議集原稿・連絡表

論文番号：140

著者名：楨本一徳 中村孝幸

論文題目：傾斜版列を有する遊水室型海水交換防波堤の効果について

討議集原稿作成者

氏名：楨本一徳

所属：復建調査設計(株)松山支社設計課

tel：089-972-8800

討議者 合田良美 (株)エコー)

質疑①

反射率が非常に小さいことに感心しています。理論式で使う fc の決め方について教えてください。

回答①

基本的には、実験との整合性を考慮して、線形抵抗係数： fc を決定しています。今回、提案している下向き傾斜版列防波堤については、 $fc=0.35$ が一番実験値と、整合性が良いこと確認し使用しました。現時点で、杭式防波堤として一番多く使用されている、単一カーテン防波堤の場合 $fc=0.10\sim 0.15$ とすると、実験値と整合性が良いことも確認しています。

質疑②

実際、構造物として設計するとき、波高としてどのくらいまで可能でしょうか？

回答②

まず、当構造形式の防波堤は潮位差の大きい瀬戸内海を対象に提案しています。したがって、対象としては、周期が約 $7\sim 10\text{sec}$ 程度になろうかと思えます。ただし、現時点では耐波安定性に関する波圧実験を行っていませんので、詳細についてはご返答できません。今後、詳細実験を行い、部材に作用する波圧等を検討してから、より詳しい回答を行いたいと思えます。波浪制御・海水交換機能については、下向き傾斜版列の方が優位である結果になっていますが、全体の安定性を考慮すると、必ずしも下向き傾斜版列の方が経済的になるとも限りません。最終的には、経済性なども踏まえて優位な断面を提案していきたいと考えています。

質疑③

コメントですが、アメリカではマリーナ等の波除堤が、Wave Barrier の名前で数多く使われていますので、この防波堤にも関心が持たれると思えます。

回答③

貴重なコメント、大変ありがとうございます。反射低減効果にも優れた構造であると考えていますので、今後ぜひ国際会議等での発表も行い、当形式の防波堤について関心を持って頂くよう努力したいと考えています。

討議者 谷本勝利（埼玉大学）

質疑①

没水平版の海水交換量への影響はいかがでしょうか？できればメカニズムと関連して説明して下さい。

回答①

当防波堤は、前面傾斜版列と背面垂下版の間にある遊水室内のピストンモードにより前面傾斜版列下端に大規模な渦を発生させ、それに伴う港外方向への平均流により海水交換を行っています。この時没水平版は、通水部へのピストンモードの影響を抑制する役割を果たしています。したがって、没水平版が無い場合は、透過波の制御効果が格段に落ちるとともに、海水交換機能については沖向きでは無く、岸向きの平均流を発生することになります。これについては、実験でも確認しています。海水交換量の絶対値については、没水平版無しの方が大きくなりますが、防波堤の本来の機能である透過波低減を考慮すると、没水平版有の方が優位であると考えています。

論文番号 : 141

著者名 : 後藤仁志・五十里洋行・目見田哲・安岡恒人・望月貴文

論文題目 : 低天端護岸上部の大型排水路への越波過程に対する粒子法の適用性

討論者 山城 賢 (九州大学)

質疑

1. ブシネスクモデルと MPS 法との結合について、流速の受け渡し等具体的にはどのようにされているのか教えてください。
2. ブシネスクモデルとの結合は、計算時間の短縮を期待されてのことだと思いますが、今回の計算の例ですと、全領域を MPS 法で計算した場合に比べてどれくらい計算時間を短縮できたのでしょうか？
3. 越波量を実験値と比較すると非常に良く一致していますが、例えば打上げ高はどの程度再現できるものなのでしょうか？また、打上げを対象にした計算を行えば、より再現性は向上するのでしょうか？

回答

1. 既発表の内容ですので、参考文献に挙げた既報をご覧ください。
2. 本計算で用いた粒子数は約 13,000 個です。仮に全領域を MPS 法で解くとした場合、粒子数は約 13 倍増加します。本計算に要した計算時間は約 27 時間ですから、単純に計算時間が粒子数に比例するとすれば、全領域を MPS 法で解いた場合は、 $27 \times 13 = 350$ 時間かかることとなります。一方、ブシネスクモデルによる計算は 5 時間程度で済みますから、317 時間程度短縮できたとと言えます。
3. 本計算では、打上げ高に関しては必ずしも充分に実験結果と一致しません。原因は、越波の際に発生する水塊分裂において粒子径以下のスケールの水塊分裂を扱うことができないからです。したがって、より厳密な現象の再現計算を実施するならば、粒子径以下の水塊の追跡を可能にする何らかのサブモデルの導入が必要となります。また、気相の影響を考慮する必要が出てくると考えられます。

討論者 中村孝幸 (愛媛大学)

質疑

越波現象に及ぼす混入空気の影響は無視できるのでしょうか？

回答

本計算の結果や以前に我々が実施した MPS 法による越波解析の結果から、少なくとも越波量の計測においては気相の存在を無視しても一定の再現性を得ることが可能です。ただし、波圧分布の再現には混入空気の影響を無視できないと考えられます。

論文番号 142

著者名 平山克也・長谷川準三・長谷川巖

論文題目 越流を考慮したブシネスクモデルによる不規則波の越波量に関する数値計算

討論者 谷本勝利 (埼玉大学)

質疑

水位が合わないのを調整するために天端高を変えているようですが、具体的にはどのようにしているのですか？

回答

論文中の「越流公式を適用するときだけ仮想的に天端高を下げる」という表現に対して、説明が不十分でした。お詫びして以下に捕捉させていただきたいと存じます。

越波計算においても、連続式や運動方程式を解く際に、実際の天端高や地盤高を変更することはありません。ここで問題となるのは、弱非線形ブシネスク方程式を離散化したモデルで護岸前面の水位変動を算定する際に、近似誤差や差分誤差の影響によって、本来ならば天端高を越える水位を過小評価してしまい越波が計算されない事態をいかに回避するかということです。特に、本モデルでは越流フラックスの算定に越流公式を援用しているため、越波計算を行うためには、越波時に水位と天端高の差で表される越流水深が正でなければなりません。このとき、算定水位を割り増しして与えると連続式が満たされなくなる恐れがあるため、逆に仮想的に天端高を下げて正の越流水深が得られるようにして越流フラックスを算定することとしました。一方、越流係数は、護岸前面の相対天端高をパラメータとした推定式でかなり精度よく設定できることが実験結果から確認できました。そこで、ブシネスクモデルによる再現計算では、特に越流フラックス算定時の越流水深が再現できるよう配慮して、仮想的に天端高を下げるための補正係数 β_T 、 γ_T の推定式を提案しました。

討論者 森谷陽一 (五洋建設)

質疑

千鳥格子を使うと水位の出力点と越波壁境界が $\Delta x/2$ ズレると思いますが、越波量の算定にあたり、その位置のズレに対して、何か補正しているのでしょうか？

回答

この問題は、特に堤体前面での水面波形の曲率が大きい場合に顕著になると思われます。本モデルで対象としている風波やうねりはこの条件に当てはまることも少なくないと思われませんが、一方で、本モデルで行う越波計算では、津波の遡上解析などで多くの実績のあるレベルモデルと同様な考え方を援用し、ご指摘のような問題に対する補正は特に行っていません。代わりに、差分格子を小さくすることで水位の出力点と壁面位置が $\Delta x/2$ ズレる影響を小さくするよう配慮しています。ただし、本研究に用いたブシネスクモデルでは水面が鋭角となる強非線形な現象までは再現できないこと、および越流公式が適用できる越波状況では越波境界近傍で水面が滑らかに変化していることなどを考慮すると、越波量の計算結果においてこのズレに対する補正は、結果的に、仮想的に天端高を下げるための補正係数 β_T 、 γ_T に含まれていると考えられそうです。

論文番号 143

著者名 太田隆夫・松見吉晴・木村 晃

論文題目 傾斜堤体の被災変形に伴う消波性能変化について

討論者 荒木進歩（大阪大学）

質疑

2層めに被災が生じたあとの状況を観測されていたらお教え下さい。（急激に被災が進行し、天端が低下する、など）

回答

本研究ではさらに被災が進んだ状態までの実験を行いませんでした。今後検討したいと思います。

質疑

ほぼ平衡状態になったときに実験を終了するとのことですが、「ほぼ平衡状態」をどのように判断したかをお教え下さい。

回答

断面変化がほとんど無い状態が2回（40分間）続いた場合、「ほぼ平衡状態」に達したと判断しました。

討論者 半沢 稔（不動テトラ）

質疑

性能設計に向けて非常に重要な視点でのご研究であり、参考とさせていただきます。将来的には被害の程度（S）と消波性能（越波量 etc）との関係で整理することを考えておられると勝手に想像しておりますが、今後の見通し等について教えて下さい。

回答

例えばダメージパラメータ S と消波性能の指標との関係を、定量的に表すことができればよいのですが、特に越波量は、堤体形状のわずかな違いで大きく異なる可能性があり、浸食面積で一義的に決定できないように思われます。この点については、越波現象に直接関連する堤体前面における高波の連の統計的性質に及ぼす、堤体断面変化の影響も含めて、検討を進める予定です。

討論者 平石哲也（港湾空港技術研究所）

質疑

打ち上げ高が上昇せず、越波量が上がっていくのはなぜですか。R_{max}が増加するという意味ではないのですか？

回答

論文中には示していませんが、R_{max}はばらつきが大きく、減少、増加傾向とも見られませんでした。越波の様子については、堤体の変形が小さいときには数波の大きな波による越流であったのが、被災の進行に伴い飛沫状のものが多く見られるようになりました。容量式波高計を用いて打ち上げ高を計測しましたが、飛沫状の場合は正確に測れていない可能性もあります。

論文番号 144

著者名 泉宮尊司・濱田良平・石橋邦彦

論文題目 消波護岸の越波流量の確率分布特性に関する研究

討議者 合田良実 ((株)エコー顧問)

質疑

大変によくまとめられた貴重な現地データを発表されて有難うございます。なお、越波流量の測定方法をもう少し詳しく教えて下さい。

回答

越波流量の観測を行った護岸は、高架橋の橋脚とそのフーチングを磨耗から守るために設置した波浪対策護岸ですので、一般の海岸保全施設の護岸より天端が低く、T.P. 3.1mです。その波浪対策護岸の背後には、天端の高い旧護岸があり、そこから電波流速計で越流速を測定しています。また、越流水位の観測には空中発射式の超音波式水位計を高架橋の管理通路に設置して観測しております。観測された越流水深は5~10cm程度と極めて薄く、かつ流速は2~4m/sとかなり高流速でした。このことから、電波流速計で観測される表面流速をそのまま用いて、越流水深を乗じることにより越流量を算定しております。越流速が大きいので、Reynolds数およびFroude数共に大きく、流速分布として対数分布則を用いても流量は殆ど変わることはなく、その誤差はおよそ10%以内であると思われます。

討議者 平石哲也 (港湾空港研)

質疑

水位を超音波式で測定した場合には、飛沫によるノイズが出現する場合があります。越波流量が大きいときに、ノイズ等は生じていなかったでしょうか？

回答

超音波水位計を設置した場所は、護岸前面から数m岸側に入った所に設置していますので、飛沫が飛ぶ位置と少しずれていますので、ノイズは殆どありませんでした。飛沫が沢山飛んでいる場所に設置すると、言われるようにノイズが生じる可能性はあると思われます。

討議者 池谷 毅 (鹿島建設技術研究所)

質疑

現地観測されたサイトで、飛沫が高架橋のどこまで達しているか、分かれば教えて下さい。

回答

現場でビデオ撮影による飛沫観測も実施しております。目に見える飛沫の高さは、時化時の最頻値で6~7mで、最大値では12~13mにも及ぶことがあるようです。この観測結果は、参考文献にもありますように、海洋開発論文集20巻、2004年、pp119-124にありますので、ご覧下さい。

論文番号 145

著者名 加藤悠司・高橋敏彦・新井信一

論文題目 傾斜護岸への相対水深を考慮した波の打ち上げ高さの一推定法

討論者 合田良実（株）エコー

訂正

表-4に印刷ミスがあり $H_{3\%}$ ではなく $H_{2\%}$ が正しい。

質疑

- ① 欧米では打ち上げ高として $R_{2\%}$ を用いることが標準となっており $R_{2\%}/H_{1/3}$ を surf similarity parameter の関数として整理した成果が多く発表されています。今回のデータから $R_{2\%}$ を整理されて欧米のデータと比較されることを希望します。
- ② 堤脚水深が負の部分のデータについて教えてください。

回答

- ① ご助言ありがとうございます。表-2に示してありますように $R_{2\%}$ について整理を行っております。また、 $(H_{1/3})_0$ より表-2、表-3を用いて $R_{2\%}$ の計算も可能となっております。今後、欧米のデータ等と比較していきたいと思っております。また、surf similarity parameter の関数を用いた推定法も検討していきたいと考えています。
- ② 一部文中に記載しておりますが、堤脚水深が負の部分のデータは、堤体までほとんど波が遡上せず海底勾配 $1/20$ の波の打ち上げとなっておりますので割愛いたしました。

（文責：高橋）

論文番号 146
著者名 山城 賢, 吉田明德, 西井康浩, 橋本裕樹, 石堂 濯, 加嶋武志
論文題目 現地観測による越波飛沫特性について

討論者 谷本勝利 (埼玉大学)

質疑

第3回目の観測では風向きが異なっていたようですが, 飛沫の輸送距離にその影響はどのように現れていたのでしょうか.

回答

第3回目の観測における風向はNからNEと記録されており卓越風向はNNEです. これは打上げが生じている防波堤にほぼ平行な向きとなっています. したがって, 防波堤から陸域へ向かう風速成分を考えますと, ほぼ0もしくは逆向き(陸から海側へ向かう)となります. しかしながら, 飛沫輸送の観測記録(ビデオ映像)では, 海から陸へ風が吹いていた前2回の観測と同様に, 防波堤から陸側へ飛沫が運ばれています. そこで, 周辺のアメダス観測資料を調べたところ, 全3回の観測日にはWからNWの風が観測されていました. これらのことから, やはり3回目の風向については, 観測に手違いがあったと推測しています. 現在のところ, 3回目の風向の観測記録については, 前2回の記録およびアメダス観測資料などをもとに修正し, うまく修正できれば検討に利用しようと考えています.

討論者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑

現地において取るべき対策についてご検討されていれば教えてください.

回答

観測対象とした下関市和久漁港地区では, 地域住民が自治体へ塩害対策を要望しており, 今回の観測は対策のための実態調査として行われたものです. 現地観測に並行して自治体では, 「消波ブロックによる既存直立堤前面の被覆」, 「既存直立堤の沖に離岸堤(天端はL.W.L)を設置」, 「同じく人工リーフ(天端は-3.15m)を設置」の対策工を提案しており, この3案による飛沫対策効果について, 我々の研究室にて造波風洞水路による水理模型実験を行い検討しました. その結果, 消波ブロックで既存直立堤の前面を天端まで被覆することによって, 打上げを相当に抑えることができ, それによって飛沫の発生量を大幅に低減できるという結論が得られ, 対象地区では近い将来に, 消波ブロックによる飛沫対策が実施されることになっています. なお, 対策工の検討については第31回海洋開発シンポジウムで発表させていただきました(山城ら, 2006).

討論者 山田文則 (長岡技術科学大学)

質疑

飛沫粒径の測定方法について教えてください.

回答

飛沫粒径の測定については、当初、雨滴の粒径を計測する気象観測装置を利用できないか考えていました。しかし、装置が高額であり、また、精度良く飛沫の粒径を観測できるか分からなかったため、手始めに感潮紙を利用することにしました。これは飛沫が付着すると海水の塩分に反応し色が変わるものです。既に感潮紙を利用した飛沫の観測を行っており、ある地点に落下する飛沫サイズの頻度分布などのデータが得られつつあります。これらのデータを整理した結果については、機会をみて発表したいと考えています。

討論者 榎木亨（財団法人 災害科学研究所）

質疑

前の波の影響については以前に捨石の安定のときに **surf similarity parameter** が大きく影響することが明らかにされたが、その観点から検討すべきではないか。

回答

本実験では参照させていただいた論文よりも比較的、緩勾配斜面上での前の波との干渉が議論となっています。本実験の目的との対応を考えると **surf similarity parameter** の影響を考慮する必要性が十分あるかどうかわかりません。そういった意味でも今後、検討していくべきであると考えています。

質疑

波の連の効果については捨石の安定論で波の連の効果について論議しており、それを参照していただければ幸である。

回答

今後、不規則波での議論を進めていく際に参照させていただきます。

討論者 合田良美（株式会社エコー）

質疑

実験波高が 3~5cm と小さいので縮尺効果によって砕波現象が富永ら(1967)のものと違っている可能性はないでしょうか。

回答

ご指摘の通り、縮尺効果により富永ら(1967)の結果と差異がある可能性は考えられますが、その量は無視できるほど小さいものと考えています。少なくとも、本実験では目視によると表面張力が働いているようには見えませんでした。

論文番号 149
著者名 辻村太郎・京藤敏達
論文題名 風波の制御に関する実験的研究

討論者 合田良実 (株エコー)

質疑①

高さ9cmの壁の設置によって風波の発達が遅れるのは壁の背後に壁高さの10～15倍の範囲が反流域となるため、有効フェッチが短くなっていることに関係していませんか？

回答①

反流域の影響も有ると考えられます。

しかし、スペクトルを見ていただくとわかるように(論文中の図-8および図-9)発達している風波自体の性質が変化しており、単純な反流による有効フェッチの減少のみが原因とは考えづらい。

質疑② (コメント)

「風波の制御」という論文名は誤解を招きますので次回の発表の機会には題名を工夫してください。

回答②

次回から工夫いたします。

討議者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑①

外乱発生では周波数を変化させていますが、スリットを動かす距離を変化させた場合は、どのような結果になるか、ご検討されていれば教えて下さい。

回答①

実際にそのような実験は行っておりませんので詳細はわかりません。

予測では有りますが、スリットの変動幅を大きくすることによって気流の変動強度が大きくなり、風波の発達により大きな影響を与えられと考えられます。

論文番号 150

著者名 押川英夫, 國澤義則, 沖田翔吾, 吉田秀樹, 山内洋志, 黒田祐一, 藤田和夫, 小松利光
論文題目 非対称没水構造物による海底近傍の物質輸送の制御

討論者 合田良実 (株エコー)

質疑

波がない,あるいは周期が短くて底面粒子速度が小さい場合,潮流に対してどのような効果があると思われますか?

回答

潮流も往復流であるため,本研究で対象としているような小規模な非対称構造物の周りにも潮流の一周期で平均すると残差流は発生します.従って,残差流の物質輸送効果を考えると(波がない)潮流場においても,多少の底質輸送の促進効果はあるものと考えられます.しかしながら潮流場では,波の水粒子軌道振幅に相当する Tidal Excursion が著しく大きいため,例えば湾奥に航路が設置された状況での航路埋没の抑制を考えると,上げ潮の間に底質が航路まで達して航路内に落ち込んでしまうことになり,下げ潮時には輸送されるべき底質が既に航路内にあって湾外への底質輸送が困難になるというような状況が考えられます.航路内にも適切にブロックを設置することで湧昇流等も活用し,一旦溜まった底質を航路外へ輸送し,更に航路外のブロックで湾外へ輸送することも研究としては興味深いですが,現在までのところ,実際にそのような状況を想定した検討は行なわれておりません.このような理由により,本研究では,波浪による残差流が長周期の潮流(波から見れば,ほぼ定常流)によって受ける影響を検討しています.

潮流場に非対称構造物を設置して残差流を発生させることにより物質輸送を促進させる技術については,例えば小松ら(2000),小橋ら(2003)等を参照して頂きたい.

- 1) 底面粗度を用いた海域の水質改善技術の実用化へのアプローチ(2000):小松利光,小橋乃子,田嶋健太郎,藤田和夫,安達貴浩,矢野真一郎,末松吉生,甲斐一洋,水工学論文集,第44巻,pp.957-962.
- 2) 流況制御ブロックを用いた水質改善技術の適用事例(2003):小橋乃子,安達貴浩,多田彰秀,矢野真一郎,神山泰,小松利光,海洋開発論文集,第19巻,pp.297-302.

討論者 谷本勝利 (埼玉大学)

質疑

大変興味深く聞かせていただきました. BaNK ブロックの上では波の進行方向と逆の残差流がありますが, Fluid Mud による実験の場合,巻き上げられた Fluid Mud が航路を越えて反対側に運ばれるという現象は認められるのでしょうか.

回答

今回の実験(実験II)では, Fluid Mud の巻き上げが大きくないため,実験Iの結果に見られるような中層の逆向きの残差流によって,航路を越えて反対側まで Fluid Mud が輸送されることはありません.実際を考えてもブロックは比較的小さく,また濁度の分布が底面付近で大きくな

ることから、航路を飛び越えるような状況は少ないものと考えています。

討論者 山崎智弘（東洋建設㈱）

質疑

- 1) BaNK ブロックを設置した場合、航路と反対側（ブロックの航路と反対側）の濁度は設置しない場合と比較して増加するか？
- 2) 濁り発生点が航路内にある場合、または航路から外に向けての波流れがある場合、ブロックを設置した方が背後地での濁度が上昇し、環境負荷とならないか？

回答

- 1) 図-6 が示すように、今回の条件では、航路と反対側（Fluid Mud が侵入してくる側）の濁度は構造物の有無に因らずほぼ一致しています。また、流速分布を測定した実験 I の結果（図-2～図-4）をみても、対応するブロックの岸側の底面付近で上昇流が卓越する訳ではないので、BaNK ブロックの設置により巻き上げが顕著になることは無いと考えています。特に Fluid Mud は安定成層を形成しているので、底面付近での鉛直混合は抑制されているものと考えます。
- 2) 例えば航路浚渫を実際に行っている際には、航路が濁りのソースとなることはありえますが、そのような海洋工事ではある程度の対策が施されるとともに、工事は一時的なものなので、中長期的に見れば問題は小さいものと考えています。

論文番号 151

筆者名 Nguyen Danh Thao・高木泰士・柴山知也・岡安章夫

論文題目 3次元LESモデルによる傾斜式防波堤周辺の乱流特性の数値的検討

討論者 中山 昭彦 (神戸大学自然科学研究科)

質疑

水面の表現に密度関数 f を用いた場合、 f の式の空間平均にサブグリッド項が発生するがこの項について何か検討されているか.

回答

CIP法を用いて計算していますので、サブグリッド項についての特別な検討はしていません。

論文番号 152

著者名 榎田真也, 由比政年, 石田 啓

論文題目 直立円柱周辺の3次元流体場および局所洗掘の数値解析

討議者 氏名記載なし (柗エコー)

質疑

この成果を実際問題に応用する場合に限界シールズ数をどのように求めるか(砂)を教えてください。

回答

一様流下の水平河床上における砂の限界シールズ数 θ_c は Soulsby・Whitehouse(1997)によって無次元粒径 D_* の関数として次のように表現されています。

$$\theta_c = \frac{0.30}{1+1.2D_*} + 0.055[1 - \exp(-0.020D_*)]$$

$$D_* = \left[\frac{g(s-1)}{\nu^2} \right]^{1/3} d_{50}$$

上式を用いると砂の中央粒径 d_{50} , 水中比重 s , 動粘性係数 ν から θ_c を算定することが可能です。

参考文献: Soulsby, R. and Whitehouse, R., 1997. Threshold of sediment motion in coastal environments. Proc. Pacific Coasts and Ports 1997 Conf., Christchurch, New Zealand, vol. 1, pp. 149-154.

Soulsby, R., 1997. Dynamics of Marine Sands. Thomas Telford, London.

討議者 中山 昭彦 (神戸大)

質疑

層流計算なので流れの状況, 底面摩擦(掃流砂移動に大きく関連する)の機構が実際と異なるのではないかと?

回答

ご指摘の通り, 複雑な乱流現象を再現可能な流体解析モデルではありません。複雑形状物体周辺, 移動床上の乱流現象を厳密に解析するには数多くの課題があるため, 本研究では, まず, 局所洗掘の主要な原因と指摘されている馬蹄形渦, 後流渦, 縮流現象(円柱径程度のスケールをもつ)を捉えられる流体解析モデルを利用し, 局所洗掘地形の予測を試みたものです。今後, 乱流による底面摩擦や底質輸送の機構のモデル開発を検討したい。

論文番号 153

著者名 重松孝昌, 中條壮大, 辻本剛三

論文題目 多孔質体によって誘起される流れの時間的・空間的乱れ特性について

討論者 中山昭彦 (神戸大学)

質疑

渦動粘性係数の幾つかの定義式を比較しているが、それぞれの定義、すなわち時間平均か空間平均かなどをはっきりしてほしい。

回答

本研究では、渦動粘性係数を以下の三つの定義式より求めた。

1. Boussinesq モデル

$$\nu_{iB} = \frac{-\overline{u'_i w'_i}}{(\overline{\partial u_i / \partial z} + \overline{\partial w_i / \partial x})}$$

2. Smagorinsky モデル

$$\nu_{iS} = (C_s \Delta)^2 \left\{ 2 \left(\frac{\partial u_M}{\partial z} + \frac{\partial w_M}{\partial x} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

3. Macroscopic モデル

$$\nu_{iM} = \frac{F}{\sigma} \sqrt{\nu_i} \sqrt{K}$$

$$F = \frac{1.75}{\sqrt{150\phi^3}}, K = \frac{\phi^3 D^2}{150(1-\phi)^2}$$

Boussinesq モデル式中の、 u'_i, w'_i はそれぞれ距離荷重補間より得られた、格子点上の補間流速成分の時間平均からの偏差を表す。

Smagorinsky モデル式中の C_s はスマゴリンスキー定数であり、今回は 0.173 を用いている。 Δ は空間平均フィルターのサイズであり、今回は空間平均領域と同じ直径 1.0cm とし
て計算した。 $\left(\frac{\partial u_M}{\partial z} + \frac{\partial w_M}{\partial x} \right)$ は空間平均流速の速度勾配である。

Macroscopic モデル式中の、 σ はダルシー則の補正係数であり、今回は 2.0 を用いている。
 ν_i は補間流速を表し、式中ではその時間平均の RMS をとっている。 F, K はそれぞれ、
Forchheimer 抵抗の係数、多孔質体の浸透係数を示し、空隙率 ϕ 、代表径 D で表される多孔質体の特性係数である。

論文番号 154
著者名 藤原隆一・神野夏樹・小竹康夫・下迫健一郎・松村章子
論文題目 セルラーケーソン式波浪制御構造物による揚圧力低減工法

討論者 谷本勝利 (埼玉大学)

質疑

底版の開口率が揚圧力減に大きく影響すると思われませんが, 今回の場合はどの程度の開口率であれば揚圧力フリーとなりますか.

回答

論文中では, 設計を行う際の利便性も考慮して, 合田式を用いた場合に揚圧力をゼロと考えてもよい目安を表-2 で評価し, 開口率 20%以上であれば揚圧力を考慮しない構造として安全側の評価が可能であることを示しました. 鉛直方向の全波力が本当にゼロとなるかどうかについては, 詳細な検討は行っていませんが, 論文中の図-5 に示すように底版の開口率が 30%の場合においても, 僅かではあります上向きの波力は短時間作用します. ただし, 滑動が問題となる水平波力最大時においては下向きに作用しており, 今回の検討では位相差を含めて評価しました.

討論者 織田幸伸 (大成建設 (株) 技術センター)

質疑

揚力の評価をコンクリート部 (本体部) に働く圧力の積分のみで行っている様に思いますが, 中詰の石の重量も本体の安定性に関与していますので, 石に働く揚力 (この場合は抗力?) に付いても考慮すべきではないでしょうか.

回答

水理模型実験において測定した項目は, 堤体に配置した圧力計による圧力です. 波力特性はこの波圧を用いて堤体に働く力を評価したのですが, 堤体の滑動安定性についても水理模型実験で評価しています. 論文中に示す図-8 で実験時の滑動安全率と滑動量の関係を整理していますが, このときの滑動安全率は実験時の波圧を元に算出したものです. その結果, 滑動に対する評価は, 水平波力最大時の水平波力および鉛直波力を用いることで適切に行えることを確認しております. したがって, 滑動するか否かの評価に, ご質問でご指摘いただいた石に働く力も含まれております.

討論者 半沢 稔 ((株) 不動テトラ)

質疑

論文集図-3 に堤体形状が示されています. マウンドの沖側の幅が従来のケーソン堤と比べると広いと思われます. このマウンド幅と今回のセルラーケーソンとリンクしているわけではないと認識しています. 言いかえると, 今回の実験はこの断面で行ったと言うことでマウンド幅が変わってもセルラーケーソンの特性に影響はないものと理解してよろしいですか.

回答

そのようにご理解いただいて結構です。論文中に CADMAS-SURF を用いた再現計算の可能性を示しましたが、他の条件についても試計算を行ったところ、セルラーケーソン堤の特性は保持されることを確認しています。

討論者 不明 (恐らく、講演会の時のご質問内容と近いので合田先生と思われます) ((株) エコー)

質疑

揚圧力が働かないと説明されていますが、ケーソン内には底版下と同じ波圧が一様に働いており、その波圧が上版の下面に作用している筈です。鉛直壁内側の波圧記録で同時波圧の状況が確認できるでしょう。

見掛け上揚圧力が算定されたのは越波水塊の下向き波力によるものでしょうから、砕波が激しくて水塊が上に飛ぶようなときには上版の上下の波圧がキャンセルしなくなると考えられます。

回答

論文番号 155
著者名 高谷富也・Daniel Brooker
論文名 海底パイプラインの暴風時耐波安定性に関する一考察

討論者 大山 巧（清水建設（株）技術研究所）

質疑

パイプラインが沈下すると、流体力を受ける面積が変化するが、考慮されていますか。

回答

ご指摘のとおり、パイプラインが繰り返し载荷を受けて沈下するため、流体力を受ける面積が変化してパイプラインに作用する力は小さくなりますが、本研究ではパイプラインに作用するこれらの力は繰り返し载荷中は変化しないものとして応答解析を行っています。論文中に掲載されているパイプラインの沈下量があまり大きくないので、繰り返し载荷中は抗力および揚力を一定と仮定しました。海底地盤の条件によってはパイプラインの沈下量が大きくなることも予想されるため、今後の検討課題とさせていただきたい。

質疑

付加質量の影響は考慮されているのでしょうか。（質量係数を用いて評価することは難しくないと思います）

回答

本研究では付加質量は考慮していません。論文中に見られるように、周期 13.5s の規則波によるパイプラインの応答を検討しているため、付加質量の影響は小さいものと考えて応答解析を進めてきました。ご指摘の質量係数を用いた解析も可能であると思われるので、今後の検討課題とさせていただきたい。

論文番号 156

著者名 池野正明, 松山昌史, 榊山 勉, 柳沢 賢

論文題目 陸上に遡上したソリトン分裂津波の波力に関する実験的研究

討論者 平石哲也 (港湾空港技術研究所)

質疑

朝倉式の適用範囲と異なる部分はどこでしょうか. 越流水深が小さい場合の実験とのことです
が, 具体的な数値はどのくらいでしょうか.

回答

朝倉ら(2000)の実験では, 護岸上の越流水深が 5cm 程度の条件, これに対し, 本実験では, 1cm
程度の条件となっております. 朝倉ら(2000)の実験は, 本実験よりも津波波高に対して低天端高
の護岸を対象にしており, 護岸越流量が本実験よりも多くなっております. 本来ならば, 護岸遡
上流速を計測し, フルード数等のパラメータを用いた波圧算定式とすればよかったです. 当
時, 遡上流速を正確に測定できるセンサーが無かったため, 本論のような算定式としました. 今
後, 改良の余地があると考えております.

討論者 藤原隆一 (東洋建設鳴尾研究所)

質疑

今回の結果は, 沿岸域 (海に近い) の背の高いビルに遡上波が作用したときにも, そのような
衝撃力が作用するという可能性を示すものでしょうか.

回答

海底地形の影響により, 水面波形が発達し水位の前面がほぼ垂直に切り立ったような波形の津
波が遡上して構造物に衝突する場合には, 衝撃力が作用するという可能性があると思います.

討論者 大山 巧 (清水建設技術研究所)

質疑

衝撃的な波力を静的な外力として建物設計に適用することは現実的ではないと思います. 実務
設計への展開に向けて, 今後どのようなシナリオを考えているのか教えてください.

回答

これまで, 分裂を伴う津波の波圧分布特性がわかりませんでしたので, 今回提案したものは,
津波波力 (波圧) の最大値を漏らさず捉えることを目的とした波圧算定式となっております. 次
の段階として, これを直接静的な外力としてそのまま建物設計に考慮するのか否かは, また別の
議論が必要かと思います. また, ビルの受圧壁面では, 実際にはガラス窓の占める割合がありま
すので, 津波はガラス窓を突き破って進行波として作用すると考えられます. つまり, 開度のあ
る受圧壁が対象となり, 今回の実験のように開度が 0 パーセントで遡上津波が壁により進行を完
全に阻まれ上向きに跳ね上がる条件での波圧よりは小さくなると考えられます.

論文番号 157

著者名 齋藤武久・岩田秀樹・宮下雄太・石田 啓

論文題目 水面変動記録を用いた不規則変動波圧の算定法

討議者 平石哲也（港空研）

質疑

水圧から水面への逆解析も同様な式で可能ですか.

回答

水圧から水面への逆解析は、周波数応答関数の逆数を用いることで可能となります。変動波圧から水面波形を算定する種々の手法の中で、単一方向不規則波を対象とした場合、周波数領域での解析、時間領域で回帰式を用いる方法がありますが（小船・合田・成田・佐々木・森田（1988））、本研究で用いたリニアフィルター法は、時間領域で回帰式の係数をフーリエ逆変換によって算定する手法に相当しています。

質疑

水深によって伝達関数が増減しますが、このフィルターの水深方向の適用範囲はあるのですか.

回答

ご指摘のように、水深の増加に伴って伝達関数が減少し、伝達関数が極端に小さい場合、変動波圧の正確な算定は困難となります。本研究では、この適用限界までは明らかにしておりませんが、これまで議論されている圧力式波高計の場合と同様な適用限界が考えられます。

討議者 谷本勝則（埼玉大学）

質疑

有限振幅性が強くなっても適用できるのでしょうか.

回答

今回の実験では、一定水深 40cm に対して、有義周期 1.06~3.48s、有義波高 2.7~10.0cm の不規則波を対象としております。有限振幅性が比較的強いケースに関しても、変動波圧の算定値は、実験結果を良好に再現しておりました。ただし、実験では、有限振幅性によって発生する双山の変動波圧を計測するには至っていないため、適用限界に関して、追加実験も含めてさらに検討が必要と考えております。

論文番号 159

著者名 水谷法美・白石和睦・宇佐美敦浩・宮島正悟・富田孝史

論文題目 エプロン上のコンテナへの津波の作用と漂流衝突力に関する実験的研究

討論者 今村文彦（東北大学）

質疑

コンテナ群の氾濫対策として漂流物として背後地や港湾内に流出しない対応の考えをお教え下さい.

解答

対応としては、コンテナを津波により漂流させないことが重要と考えます。そのためには、来襲する津波のエネルギーを減少させる方策、漂流しにくい設置方法の検討などが必要であろうと考えます。その次の対応として、漂流した場合の被害軽減対策を考えることが望まれます。防護フェンスなども一例として挙げられると思いますが、外力の評価など課題は残されており、それらの解明などに貢献できるよう継続して検討して行く所存です。

論文番号 161

著者名 庄司学・森洋一郎

論文題目 桁橋の津波被害再現実験

討議者 稲垣聡（鹿島建設 技術研究所）

質疑 1

実験で桁の摩擦係数を模型で工夫されているとのことだが、現地の実物の摩擦係数を知る方法があったのでしょうか。

回答 1

実橋における摩擦係数を知る方法はなかった。ただし、分析対象とした橋梁は支承を有さない置き桁形式の橋梁のみであって、桁掛かり部は桁と橋台のコンクリート部材同士の接触となっていた。従って、既往の知見等で得られているコンクリート部材間の摩擦係数を狙って実験模型を設計した。

質疑 2

被害メカニズムとして滑動のみを扱っておられますが、揚力が働いて桁が持ち上がり（浮かび上がり）持っていかれるという被害形式が見られた所はなかったのでしょうか。実験ではそのような現象は起こらなかったのでしょうか。また、桁が薄いと、めくれ上がることがあれば、力の受け方は大きく変わるように思います。

回答 2

桁長や桁厚、桁下高等の橋梁の構造諸元と浸水深さや流速等の津波作用との関係性から、ご指摘のような被災メカニズムは当然想定されるものである。今回の論文においては論述し切れなかったが、現在、上記のご指摘のような観点から桁移動の被災メカニズムに関する定式化を実験結果の分析と併せて同時に試みており、それに関しては別途、ご報告できればと考えている。

論文番号 162

著者名 大山 巧, 嶋田健司, 石原 孟, ファバンフック, 宮川昌宏, 助川博之, 鈴木英之

論文題目: 洋上風力発電のための軽量セミサブ浮体構造物の波浪動揺特性

■ 討論者 平石哲也 (港空研)

質疑

実験は中立状態から開始されていると思います。実際は、風等の作用で、既に初期張力がかかっていると思われます。実験および計算での初期張力の影響はどのように考えておられるのですか。

□ 回答

ご指摘のように、模型実験では定常外力をかけていない状態（中立）で、バネ定数のみを実機に対応させて行っており、比較のための解析もこれに条件を合わせています。これに対して、実機の各設計条件下での動揺解析では、定常張力を以下のように求めています。まず、定常外力として、風車を受ける平均風荷重、浮体に作用する潮流力、波漂流力（グリーン関数法により算定）を評価します。次に、これら定常外力と係留力（カテナリー）が釣り合う浮体の位置を繰り返し計算により算出します。このときの変位をもとに各係留索に作用する張力を求めて、定常張力（初期張力）として動揺解析中で考慮しています。

■ 討論者 織田幸伸 (大成建設 (株) 技術センター)

質疑

1. 全体構造を軸力で構成するように考えていると思います。構造的に曲げ剛性が弱くなると思いますが、弾性体として取り扱う必要性はありますか？
2. 浮体自体の構造的な固有周期（浮体部、タワー部等）がお分かりでしたら教えて下さい。

□ 回答

1. 浮体の軽量化を図っていることに付随して、構造部材の弾性の影響は重要な要素と認識しています。本論文では、そのような検討に先立って、浮体-係留系の固有周期が入射波スペクトルのピーク周期よりも十分に長く設定できる浮体の提案、およびその波浪動揺特性を非線形減衰の影響を含めて十分な精度で予測できる動揺解析モデルの構築に目的を置きました。弾性の影響につきましては、検討を進めている段階です。
2. 上述のとおり、現在、検討中です。

論文番号： 164

著者名： 津田 宗男・青野 利夫・栗原 明夫・中屋 行雄・大木 泰憲・高山 知司

論文題目： 津波による大型係留船舶の動揺特性と係留施設への影響

討論者： 森屋 陽一（五洋建設（株））

質 疑：

津波による流体力としては、流速の2乗に比例するような抗力が支配的になります。そのため、特異点分布法により津波の流体力を評価するというのは無理があると思います。この流体力の評価手法の問題により図-4 に示されているような位相の不整合が生じているのではないかと思いますがいかがでしょうか？

回 答：

はじめに、係留船舶動揺における流体力は、付加質量力、造波減衰力および波強制力を含めて指し示すため、ご質問の趣旨を波力（あるいは流圧力）と解してご説明いたします。

（1）外力項の評価方法について

1）議論の対象としている周期帯としての妥当性

周期30分～60分の津波を水理模型実験で再現することは、現状では経済性を含め総合的に判断して困難であることをご承知の通りだと思われまます。したがって、本研究は、現地スケールで180秒～300秒の周期帯を議論の対象しております。これは、従来問題としてきた長周期波動の範疇と解釈することも可能です。

本研究で使用した特異点分布法は、従来の長周期波問題にも適用されており、実現象の高い再現性、および外力項評価の妥当性を既往の水理模型実験データや現地観測結果から判断しております。海岸工学の分野として捉えても、この点に関して論点がないことは、既往の研究成果から明らかです。

したがって、検証に用いた波周期帯を前提とすれば、特異点分布法によって得られる外力項に関し、津波外力は抗力が支配的になると解して、その手法を切り捨てる理由にはなりません。

外力項の算定手法は、今回比較対象とした実験条件（波周期帯など）を踏まえ、実務への応用性を視野に入れた上で、段階的な研究開発過程の1ステップとして試みております。

2）津波現象へ拡張して議論することの妥当性

今回設定した周期帯の結果をもとに津波の事象へ拡張して議論するためには、“長周期波による動揺”と“津波外力による動揺”のメカニズムについて相違点を認識しておく必要があります。概していえば、前者は係留系による固有周期との共振現象、後者は船体が直接受ける力による動

揺です。

本研究の評価値は、実験水路長の制約上、入射波の1波目あるいは2波目を対象（現実の津波問題も同様に最初の数波を問題とします）としております。つまり、実験および解析で得られた動揺量は、共振現象によって増幅した数値ではなく、船体が受けた外力によるものと解することができます。この点は、本研究成果が、津波の事象へ拡張して議論できる判断材料のひとつとなります。

また、今回応用した解析手法は、風波レベルからうねりまでの波周期帯を議論の対象とし、その手法の妥当性が確認されております。実務面においても、係留施設計画、荷役可否判断・作業限界条件の導出による稼働率の推定など、汎用化されるに至っております。

しかし、津波問題として適用し論旨展開する上では、浮体特有の流体力係数（造波減水係数および付加質量係数）について、各数値の大きさを分析しておく必要があります。各係数値は、波周期に対する変化が大きくなるからです。動揺解析手法を、津波を対象とした外力を入力項とし安全性の評価へ展開するためには、検証対象の周期帯と想定津波周期帯の各係数値の比較分析を行う必要があります。

船舶の運動速度に比例する造波減衰力係数は、評価対象とした波周期帯と、実際の津波を想定した数十分の周期帯について、いずれの数値も微少であり、動揺量に及ぼす影響が小さいことを確認しています。船舶の運動加速度に比例する付加質量係数は、波周期帯と比例関係にあり、両周期帯で大きな差が生じます。しかし、非常に長い波周期帯では、運動加速度が微量であり、結果として、判断指標とする動揺量および係留設備への作用荷重に影響を及ぼすものではないと判断することができます。つまり、実験値と解析値の係留バネ特性や粘性減衰項を適切に評価することができれば、得られた数値を評価することが可能と判断されます。モデル設定した防舷材バネのヒステリシス性や粘性減衰項の取扱いについては、論文中に記載のとおりです。

（2）位相の不整合について

位相の相違理由を確認したいというご質問内容ですが、その趣旨が、外力項の評価方法の疑義から派生したものです。この点については、前述の通りであり、位相の不整合についても外力の評価方法が主たる要因ではありません。

実験は2次元造波水路を用いているため、船体模型の下部および側面の通水面積が非常に小さく、船体のSway運動に対する抵抗となっていると考えられます。解析ではこの効果を考慮していないために、実験と解析で位相関係に不整合が生じているものと考えられます。

（3）今後の検討課題～流圧力としての外力項の評価～

前述した検討過程を踏まえた上で、本研究では、特異点分布法による外力項を採用し、動揺量进行评估しています。しかし、研究開発の側面からいえば、特異点分布法による再現性が良好であるという結果だけでは、抗力が卓越するという津波作用時の現象を包括的かつ十分な説明にはなりません。この点は、当然のことながら認識しております。

従来の動揺解析手法では、流れについては定常外力項として取り扱っておりました。そこで、本研究発表後、次の検討ステップとして、流速値および流向を時間的に変化する変動外力項として評価できる解析方法へ改良を試みております。これは、外力項の算定方法のみを改良するものであり、周波数毎に求められた流体力を算出し、これらと非線形係留バネ特性を運動方程式に代入し、時系列で数値的に解くシミュレーション方法に相違はありません。

この取り組みは、今回の発表成果を否定するものではなく、総合的な判断の上、より高い精度で現象を解明するための検討として位置付けているものです。

討 論 者： 大 山 巧（清水建設（株）技術研究所）

質 疑：

周波数領域の解析法である特異点分布法の結果から時刻歴応答を求めるプロセスを説明してください。非線形性の強い応答（例えば図-4）なので、単一周期の結果を時刻歴応答に用いるのは問題があるかと思えます。

回 答：

係留船舶の動揺は、周波数毎に求められた流体力および波浪強制力を算出し、これらと非線形係留バネ特性を運動方程式に代入し、時系列シミュレーションにより数値的に解く方法を使用しています。運動方程式を以下に示します。

$$\sum_{i=1}^6 (M_{ij} + A_{ij}(\sigma_0)) \ddot{X}_i(t) + \sum_{i=1}^6 \{B_{ij}(\sigma_0) \dot{X}_i(t) + D_i(t)\} \dot{X}_i(t) + \sum_{i=1}^6 (C_{ij} + G_{ij}) X_i(t) = F_j(t)$$

ここに、

M_{ij} : 船体質量および慣性モーメント

$A_{ij}(\sigma_0)$: 角周波数 σ_0 に対応した付加質量および付加慣性モーメント

$B_{ij}(\sigma_0)$: 角周波数 σ_0 に対応した造波減衰係数

$D_i(t)$: 粘性減衰係数

C_{ij} : 復元力係数

G_{ij} : 係留力係数

$F_j(t)$: 波浪強制力、変動漂流力および風荷重といった強制外力

t : 経過時間

$X_i(t)$: 船体変位および回転角

添え字 ij : j モードの運動によって i モードの運動に影響を与えることを意味する。1:左右揺 2:前後揺 3:上下揺 4:横揺 5:縦揺 6:船首揺

時刻歴応答を求めるプロセスについては、海岸工学の分野においても、周知のところであると認識しております。本研究に使用したプログラムのベースは、「上田茂：係留船舶の動揺解析手法とその応用に関する研究, 港湾技研資料, No. 504, 1984」に倣って作成したものでありますが、この他、長周期波、荷役限界、稼働率などをキーワードとして検索していただき、既往文献をご参照いただいた方がよろしいかと思えます。

評価項目の一つとしている Sway 動揺を含め浮体動揺問題は、非線形性が強い応答であり、周波数領域の応答で評価することはできません。特異点分布法による流体力係数については、津波周期で代表させたものを使用しています。

論文番号 165

著者名 渡部要一・下迫健一郎・浅沼丈夫・稲垣正芳・諫山太郎

論文題目 大規模水理模型実験結果に基づく防波堤マウンドの期待変形量の計算法と適用例

討論者 高山知司（京都大学 防災研）

質疑

論文の図-10で、マウンドに切れ目が入っているけれども、この原因は何故ですか？

回答

解析ではマウンドの水平方向引張領域が解析上発生してしまうことによる非現実的な内部応力の影響を軽減する必要があり、そこで、最大変形時のケーソン後趾の接触面下の引張応力を除くために、最大波力載荷時のマウンドとケーソン内の接触面端部に、マウンド中間深さまで鉛直方向亀裂線を配置しました。

討論者 谷本勝利（埼玉大学）

質疑

引き波の影響はどうでしょうか。

回答

押し波の水平波力5.7 kN/mに対して、引き波の水平波力2.4 kN/mに過ぎず、押し波時の沈下量解析結果（論文 図-11）から考えて、引き波時は弾性変形範囲にあるので、塑性変形量は発生しないので、沈下量の履歴等に与える影響はほとんどないと考えます。

討論者 半沢 稔（㈱不動テトラ）

質疑①

実験と数値シミュレーションそれぞれ、波とマウンド沈下量の関係について1波目を除いて、2波目～9波目を対象に検討（比較）されています。1波目を除く理由は実験とシミュレーションとで、物理的な意味合いは同じなのでしょうか？教えて下さい。

回答①

実験の結果は、何ケースか波を作用させた後の、実験ケースを取り扱っています。そのため、地盤もある程度載荷履歴を受けた後の状態になっていると考えられます。そこで、FEMでも同様に、弾性的な変形の卓越する1波目の載荷履歴を無視し、塑性的な変形が進行すると考えられる2波目以降を採用しました。

質疑②

今回の解析はマウンドの沈下が対象ですが、今後、ケーソンの滑動とマウンドの沈下と両方同時にシミュレーションする必要があると考えますが、いかがでしょうか？

回答②

個々のツールはでき上がっているので、ドッキングは可能と考えます。実用面からも重要なことと考えております。

討論者 高木泰士（横浜国立大学）

質疑

Newmark の方法で、円弧滑りによる変形量を時間領域で計算しているが、このときの揚圧力の時間変化の与え方を教えてください。

回答

揚圧力についても水平波力と同様に衝撃砕波作用時は三角波分布、重複波作用時は正弦波分布形状の時間変化を与えています。

補足すると、衝撃砕波（三角波）成分と重複波（正弦波）成分に分けて、それぞれの時刻歴の正味の起動モーメント $M(t)$ （円弧滑りの起動モーメント－抵抗モーメント）を求め

ます。正弦波では、 $M(t) = M_0 \left(\frac{H}{H_{cr}} \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) - 1 \right)$ と表され、時刻歴で積分して、沈下量

を算出します。起動モーメントを求める過程で、水平波力と揚圧力は一つの式にまとめられ、 \sin 式による時間変化を与えています。

ここで、限界波高（円弧滑りを発生させる波高）を H_{cr} 、限界波高を超えた場合のモーメント変化を表すための断面定数を M_0 とおきます。

論文番号 166

著者名 斎藤武久・藤井 誠・G.P.Miao・石田 啓

論文題目 不規則波の入射に伴うケーソン護岸連結目地内での流体共振特性

討議者 大山 巧（清水建設）

質疑

応答倍率を検討する際、共振時の減衰メカニズムは、模型と実物で対応させる必要があるのではないのでしょうか。

回答

ご指摘、ありがとうございます。共振時の減衰メカニズムに関しては多くの議論があろうかと思えます。さらに、模型と実物で対応させなければいけない多くの事項があることを認識しております。今回の研究では、ケーソン護岸連結目地部といった非常に狭い間隙内で、不規則波の進入によって流体共振が発生するかどうか、さらに、発生する場合に、その条件と共振発生時の増幅規模を、最も単純化した実験によって整理することへ力点を置きました。ご指摘の点に関しては、今後さらに、検討を進めたいと考えております。

論文番号 168

著者名 中村友昭, 許 東秀, 水谷法美

論文題目 護岸背後の地盤の陥没現象と裏込土砂の流出発生限界に関する研究

訂正

式(5)の右辺第4項と最終項にミスがあります。下記の式に修正願います。

$$\left(1 + C_A \frac{1-m}{m}\right) \frac{\partial v_i}{\partial t} + \frac{\partial (v_i v_j)}{\partial x_j} = -\frac{1}{\hat{\rho}} \frac{\partial p}{\partial x_i} - g_i + \frac{f_i^s}{\hat{\rho}} + \frac{\partial}{\partial x_j} (2v_i D_{ij}) - R_i^2 - R_i^1 + v_i \frac{q^*}{m} - \frac{2}{3} \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\hat{v} \frac{q^*}{m} \right) - \beta_{ij} v_j$$

討論者 市瀬友啓 (兵庫県富岡土木事務所)

質疑

- ①マウンド上面の計算条件は何か？捨石のように透過か、不透過か？
- ②冲向き流速 v_{off} について、捨石マウンドの場合は適用可能か？捨石マウンド上の重力式構造に適用できれば、同様の陥没現象が生じた箇所があったので適用したい。

回答

- ①本研究で対象とした現地におきまして護岸下部から前面にかけて岩の露出が認められたことから、数値計算におきましてもマウンド上面を不透過と設定致しました。
- ②捨石護岸につきましても地盤膨張時の砂地盤表面の流速により評価できることを確認致しております。したがいまして、捨石マウンド上の重力式構造に対しましても適用できるものと推測されます。なお、捨石護岸背後の裏込土砂の吸い出しにつきましては参考文献にあります中村ら(2006)を参考にして頂ければと思います。

論文番号 169

著者名 高山知司・高橋通夫

論文題目 ケーソンを単一要素とした個別要素法による混成堤の挙動計算

討論者 大山 巧 (清水建設 (株))

質疑

滑動に関しては、実験との一致が良好であるのに対して、傾斜については、現象が再現されない原因について教えて下さい。

回答

ケーソンの傾斜角については、図-5に示すように、実験値では、陸側に0.1度程度傾斜した後にはほとんど傾斜運動をしていませんが、ケーソン単一モデルでは波が作用するにつれて両振幅1度程度の傾斜運動を一波毎に繰り返しています。このように傾斜運動に関して実験値とモデルの値との間で一致がみられない原因については、捨石マウンド下の海底地盤についても弾性体として、地盤に捨石がめり込み易いようにばね定数を小さくしていることもあって、地盤の弾性変形が大きくなり、その挙動がケーソンの傾斜として出てしまったことによると考えられます。今回、海底地盤については、計算時間が大幅にかかるため、実際の地盤のように細かい砂の粒子で表現せず、地盤を一つの大きな粒子のように扱い、計算しています。今後は、海底地盤の効果とその表現方法について検討を行っていきたいと思います。

質疑

粒子間のバネ定数と減衰定数は、物性試験から決めているのでしょうか？あるいは、滑動量の結果から同定しているのでしょうか？

回答

粒子間のバネ定数や減衰定数については、物性試験から求めたものではありません。捨石が過剰に反発したり、めり込み量が過大になつたりしないように設定された高山ら(2004)の値を参考に、本研究ではケーソンを単一要素としているため、それに伴った定数の変更を行った上で計算に用いております。特に、ケーソンとマウンドの摩擦係数が設計で用いられている0.6になるように調整しています。また、実際の石やケーソンの接触では、弾性体にはならず、接触部が破壊したり磨耗したりする現象が起きることが考えられる。そのために、単に弾性体としてだけの表現では石やコンクリートの本当の性質を表現することができないかもわからない。もっと違った表現が必要かもわからない。これは今後の検討課題です。

論文番号 169

著者名 高山知司・高橋通夫

論文題目 ケーソンを単一要素とした個別要素法による混成堤の挙動計算

討論者 勝井秀博 (大成建設 (株))

質疑

DEM の進んだ計算ケースを見せて頂きありがとうございます。ケーソンの傾斜が滑動防止に効果ある可能性を述べられましたが、図4の CAL を EXP の一致（滑動シミュレーション）と図5のケーソン傾斜の不一致を比較すると、結論としてケーソンの傾斜の滑動阻止効果は無視してよいと考えられないでしょうか？

回答

本研究でケーソンの傾斜の影響を考慮する理由は、マウンドを剛体と仮定した場合には、実際には、ケーソンが傾斜し、マウンドにめり込むことによって、滑動が小さくなることが表現できないためです。今回、ケーソンの傾斜角がモデルと実験の間で一致していない理由は、マウンドを設置している海底地盤が弾性変形し、その挙動がケーソンの傾斜として出ていることが理由と考えています。ケーソンの滑動の計算にはケーソンが傾斜するという条件も考慮した上で、計算された滑動量なので、必ずしもケーソンの傾斜が滑動に影響しないとはいえません。ケーソンが滑動する時刻と傾斜が大きくなる時刻のずれにも考慮する必要がありそうです。実験では、マウンドを平らにすることを考えて、表面を少し叩いていることもあって、この影響が実験に出ているのかもわからない。今後検討をして行きたいと思っています。

論文番号：170

著者名：森ら

① 質疑事項

今回の微小な滑動事例を受けて今後どのような対応を取られるかよろしければ教えて下さい。

回答

現地では護岸背後の埋め立てが完了しており今後滑動の心配はありません。今回のケースは施工時の滑動安定性の検討に用いた波浪を上回る波浪により滑動したものであり、わずかな法線のズレが目立つような施設においては、施工中の安定性検討には十分配慮する必要があります。

② 質疑事項

H_{\max} の算定場所はどの水深でしょうか？

回答

H_{\max} の算定場所は波浪観測を実施している水深 - 8.0m 地点となります。

論文番号：171

著者名：姜 閔求・金 洪進・柳 青魯

論文題目：台風0314号による釜山新港東防波堤の被災メカニズムと安定性について

討論者 合田良実 (株) エコー)

質疑

堤頭部の捨石カウンター部による波高減衰があまり効かなかったようですがその理由をどのように考えられますか？また西防波堤に被災がなかったのはなぜでしょうか？

回答

堤頭部の捨石カウンター部による波高減衰があまり効かなかったのは、これについては詳細な検討を行っていないので明確にはいえませんが、波の波長（約180m）に比べてカウンター部の長さ（60m）が小さかったためと思われる。

西防波堤に被災がなかったのは、西防波堤では水深が東防波堤に比べて5mほど浅くなっているため碎波によって作用波高が減衰したためと思われる。

質疑

コメントですが、堤頭部の被覆ブロックを幹部の1.5~2.0倍重量とするという基準は一つの指針であって絶対的に正しい訳ではありません。細島港の沖防波堤では3次元安定性実験によって高比重80トンテトラを使うことにしています。

回答

釜山新港の防波堤は捨石カウンター部を設けている特殊な場合で、複雑な現象があつて堤頭部と堤幹部の破壊に大きな差があつたと思われる。ごコメントを参考します。

討論者 高山知司 (京都大学 防災研究所)

質疑

台風時の大きな波で堤頭部が沈下する原因が圧密によるといわれたが、圧密では時間がかかると思われます。本当に圧密によるもののでしょうか？

回答

台風時の急激な沈下は圧密よりも大きな波作用による急速沈下（破壊）のほうがより正しい表現と思われます。

論文番号 172

著者名 高山知司・辻尾大樹・安田誠宏

論文題目 ライフサイクルコストを考慮した護岸被覆材の最適設計

討論者 合田良実 (株エコー)

質疑

- ① 水深が比較的浅い地点での試算例で、安定計算用の $H_{1/3}$ が水深で規制され、沖波波高の差があまり反映されていないと思います。水深 10m～20m クラスで試算されるともっと分かりやすい結果がでるのでは、ないでしょうか。

回答： $H_{1/3}$ が水深で規制されていることは、事実だと考えております。しかし、水深 15m 程度でも試算を行いました。大水深になればなるほど、重量の重いブロックの初期建設費用が安くなり、重い重量なので補修費用が少なくなり、常に最大重量のブロックが最適になるという結果がありました。下記の質問にもあるように、2層被覆で検討することで、ブロック重量による工事費の差がよく分かると思います。今後、検討して行きたいと思いません。

- ② 最適重量の場合に耐用年数間の期待補修回数は、どれくらいになるのでしょうか。

回答：条件にも因りますが、2～3回程度の補修回数です。

- ③ 全断面ブロックでは、施工延長あたりの工費がブロック重量であまり変わりません。捨石マウンド上の2層積みのケースを検討されるとよろしいと思います。

回答：今回は、消波工被覆防波堤のような護岸を対象に行いましたが、護岸のような場合には被覆工として2層積みのものが多いので、今後、検討したいと考えております。貴重なコメントありがとうございます。

討論者 荒木進歩（大阪大学・大学院工学研究科）

質疑

- ① 初期建設費を考えない状態でのコスト算定は、可能でしょうか。

回答：波浪による被覆材の被災度から被災コストを算出することは、可能です。また、今後の補修費用を算定する際には、いくつかの要補修被災度を用いて現時点からの補修費用を算出し、要補修被災度をいくらに設定すれば、最適な補修ができるという議論は出来ます。しかし、その際には、安全性が担保されているという指標が必要になります。越波流量により要補修被災度を制限する方法と背後域への浸水による被害額を計上する方法があると考えております。

- ② 要補修基準の明確化のために、越波流量等の指標を用いることをお考えですが、これらの指標はコストに換算してライフサイクルコストに組み込むのでしょうか。

回答：上記にありますように、許容越波流量による要補修被災度の明確化の場合、要補修被災度を制限する指標になるため、何らかの上限值に設定することが考えられます。また、越波流量の増大から、背後域への浸水被害額を算出すれば、ライフサイクルコストに計上することも考えられます。しかしながら、越波による背後地の浸水被害を求めることは、背後地の状況（建物の種類や地盤の地形など）によって異なり、非常に煩雑になります。越波流量で制限するのが現状ではよい方法だと考えます。

討論者 真野泰人（㈱センク 21）

質疑

- ① 論文のタイトルでは、「護岸被覆材」と「護岸」に限定されていますが、発表の内容からは、消波ブロック全般に適用可能な内容とも考えられます。「護岸」に限定された理由がありましたら教えてください。

回答：補修基準と背後域と関係付けて、要補修被災度を明確化することを想定していた関係で、タイトルに護岸と限定しております。しかし、最適設計法自体は、消波工被覆堤や消波堤等はもちろんのこと、海岸分野に限らず、様々な分野の性能設計に適用できる設計法だと考えております。また、筆者らは、既に被覆石と被覆ブロックについても、最適設計を実施しており、消波ブロックに限らず、様々な被覆材を対象にしています。

論文番号 173

著者名 原田英治・青木伸一・後藤仁志・細田尚

論文題目 水中投入粒子群挙動および誘起流動過程

討論者 高山知司（京大・防災研）

質疑

投入粒子の運動と水の運動が非対称になっている原因は何か？

回答

投入粒子の初期配列が非対称になっていることが原因です。

質疑

この非対称性の影響は左右の水面変動にどのように影響するか？

回答

粒子の挙動が非対称になるため、水面変動に非対称性をもたらします。ただし、非対称の程度は顕著ではないので、水面変動の非対称性の程度も僅かです。

討論者 合田良実（株 エコー）

質疑

実務では土運船が水面下でホッパーの扉を開きますが、今回空中投入のケースを取り上げた理由を教えてください。

回答

実務では水面下よりの投入による施工であることは、理解しております。今回使用した数値シミュレーションコードでも水面下における粒子群挙動の検討は可能です。あえて空中投入を紹介した意図は、水中投入よりも計算実施対して厳しい条件である空中投入によるシミュレーションが上手く再現できることを確認し、本研究で使用したシミュレーションコードが安定に機能することを示すことにありました。

論文番号 174

著者名 押村嘉人・平石哲也・永瀬恭一

論文題目 数値波動水槽を用いた構造物に作用する流体力検討技術

討論者 押川英夫（九州大学大学院工学研究院）

質疑

計算においては乱流モデルを用いているのでしょうか。また、後流渦が出なかったということですが、乱流モデルと移流項の取り扱いを含めて、理由をお聞かせ下さい。

回答

解析では、乱流モデルとして $k-\varepsilon$ モデルを用いている。本研究では、水平部材や斜材を含んだ複雑な杭構造物を対象としており、波と流れが共存する状況を再現することに主眼をおいたので、計算機の能力の問題もあり、後流渦などの再現性についてまで詳細に検討することができなかった。今後、格子間隔を小さくして杭の詳細な形状を再現したり、乱流モデルの検討を行って、構造物の設計などでも活用可能な技術として確立させたい。

論文番号 175
著者名 木村克俊・古川諭・山本泰司・吉野大仁
論文題目 海岸覆道用防波板の高波による被災特性とその再現実験

討議者 五明美智男（東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター）

質疑

図-2の現地断面を見ると、岩礁の存在により静水面下の消波工厚が小さいように見える。当初設計にあたっては、こうした岩礁を考慮した消波工断面が確保されていたのか？

回答

ご指摘のように、図-2では、岩礁の水平部分の長さによっては、静水面下の消波工厚が十分確保できない箇所が存在するように見えます。施工から20年近く経過しているため詳細な資料は残っておりませんが、現地においては、こうした箇所に対して部分的に消波ブロックの拡幅を行っていたようです。ただし、現地では陸上から消波ブロックを設置したため、岩礁の形状によっては法先処理を十分行えなかった箇所があったものと考えられます。

論文番号 176

著者名 瀬戸口喜祥・吉村直孝・佐藤昭人・阿部龍介・藤井 浩・村上芳喜

論文題目 日本海における波浪を利用した海水導水工ケーソンの現地評価

討論者 合田良実（株式会社エコー）

質疑

導水孔の設定高を教えてください。平均潮位の季節変動の影響はいかがでしょうか？

回答

導水孔の設定高は、水理模型実験結果及び浜田測候所での1985年～1997年の12年間の潮位観測資料をもとに検討した結果、港外側の導水孔の中央が平均潮位になった場合に導水量が大きくなったことから、海水導水が必要となる夏（6月から9月）の平均潮位が港外側の導水孔の中央になるように設定した。

港外側の導水孔は径が1m、浜田漁港での潮位差はおよそ60cm（H.W.L.=+0.60、L.W.L.=+0.01）なので、海面が常に導水孔内にあり、導水能力低下への影響は小さいと考えている。

論文番号：177

著者名：横浜勝司，三浦清一，中野文裕

論文題目：繰返し応力レベルによる海洋構造物支持地盤の力学特性変化とその評価法

討議者：合田良美（株）エコー

質疑：

実際のケーソンは波を受けて10数cm級の振動をしています。新潟東港の西防波堤の上で体験したことがあります。なお、重要な防波堤については沈下量を長い間測定しているはずですので、北開局の関係者にたずねてみられることをおすすめします。

回答：

提案した解析法の妥当性を検証するために、現地観測結果と解析結果の比較は不可欠です。なお解析では、ケーソンを支持する地盤の情報（物性値，層厚，力学定数など）が必要となります。それらの情報を得た上で、本解析法の有効性の検証を試みたいと考えております。

討議者：平沼哲也（独）港湾空港技術研究所

質疑：

排水条件ですから、繰返し応力で液状化を発生させる訳ではないですね。液状化との大きな差はどこにあるのでしょうか。砂の構造が破壊する現象は同じなのですか。

回答：

土中水の排水速度に比べて周期が短い繰返しせん断応力が作用すると、土中の過剰間隙水圧が急激に上昇しせん断剛性率が失われます。その際、地盤は液体のような挙動を示す液状化現象が生じます。液状化が生じると、砂の体積変化が生じずに過剰間隙水圧の蓄積（有効応力の消失）が見られ、地盤の支持力の低下や構造物の沈下が誘発されることが明らかにされています。

一方、排水条件では、地盤内にせん断応力が与えられると土中の間隙部分の体積が変化するダイレイタンスー挙動が生じます。本研究では、これに起因するせん断剛性率の低下挙動を実験的に示しております。微視的に見ると、繰返しせん断によって砂粒子の配列が変化することで、砂供試体の構造が乱され、せん断剛性率の低下が生じたと推察されます。

通常の波によって振動するケーソンを支持する地盤は、本研究での要素試験と類似した条件下にあると考えられます。したがって、このような砂の変形挙動を適切に評価することはケーソン・地盤系の長期的な安定性を見極めるために有用と思われま。

討議者：武田将英（東亜建設工業（株））

質疑：

繰返し荷重によりせん断応力が低下するという事は、沈下により密度増加し、強度は増加しないのか？

回答：

本研究で実施した試験では、砂の試験前の密度を高く設定しております（相対密度80%以上）。さらに、一連の要素試験結果より、せん断を受けた密度の高い供試体は僅かに収縮した後に、その体積が増加し始める挙動（供試体の密度が減少する挙動）が確認されました。

実際には、地盤の静的支持力を確保しケーソン下部地盤のすべり破壊が生じないように、砂を締固めて地盤を作成することが一般的と考えられます。しかし、波-ケーソン-地盤間の相互作用によって生じる永続的に作用する繰返し応力により、締固められた地盤内でも過剰なせん断ひずみの累積による側方流動型の変形挙動のため、せん断剛性率の低下および強度低下が誘発される可能性があります。このような地盤の力学特性の変化を見極めることは、海洋構造物の維持・管理上必要になると考えております。

論文番号 178

著者名：前野 詩朗・小川 誠・Lechoslaw G. Bierawski

論文題目：VOF-DEM-FEM 連成モデルによる潜堤の挙動解析

討論者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

- ① 実験と計算がよく合っているようですが、実験の材料が通常の石であるなら、円形を使っている計算の方が動き易いのではないのか。
- ② 円形のものを使うより、楕円だとか矩形の形状のものを使うのがよいのではないか。

回答

- ① ご指摘のように円形の方が移動しやすいと思います。計算結果も実験結果よりも破壊が早く進行します。しかし、実験と時間スケールを同じにしようとすると、解析に長時間要することになり、実用的でなくなります。実際問題として、破壊がどのような場所で発生し、どのような崩壊形状を示すのかを予測できれば、破壊防止策を講じることが可能となるので、現段階では DEM に円形粒子を用いてもよいと考えています。
- ② ご指摘の通りです。しかし、楕円や矩形の形状の粒子を用いると粒子の接触判定や移動の追跡がかなり複雑になります。先にも述べましたが、破壊の有無や破壊形状を予測するという観点からは本研究の VOF-DEM-FEM 連成モデルはかなり有効なツールとなるものと考えています。

討論者 山城 賢（九州大学）

質疑

- ① 潜堤内の間隙率は DEM のタイムステップで更新されるのですか？

回答

- ① 間隙率を必要とするのは VOF の計算なので、VOF のステップで潜堤内の間隙率を更新しています。

論文番号 180
著者名 下迫健一郎・富本 正・中川恵美子・大寄菜々子・中野史丈
論文題目 消波ブロック被覆堤の滑動量予測を用いた性能照査型設計法の現地への適用

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑

水平波力とともに、揚圧力はどのように評価されたのでしょうか。

回答

揚圧力についても水平波力と同じく合田式による波力を用いています。時間変化のモデルも水平波力と同じものを用いており、水平波力との位相差は考慮していません。

討論者 高木泰士（横浜国立大学）

質疑

高知港の設計例は、期待滑動量による設計事例の第1号と考えてよいか。また、その他の実際の適用事例の動向等教えていただきたい。

回答

これまでも現地を対象として試設計等を行ったことはありますが、実際の設計において正式に適用された事例としては第1号となります。高知港以外にも、いくつかの現地において滑動量を考慮した設計の導入が検討されていると聞いておりますが、今のところまだ正式に決まった所はありません。

討論者 半沢 稔（(株) 不動テトラ）

質疑

今回ご提案の手法で、消波工のある場合のケーソンの挙動が的確に把握（検討）できるようになったということで参考にさせていただきます。高知港の例で、以前の方法（ $\alpha^*=0$ ）とした場合の計算結果がありましたらお教えください。どの程度必要堤体幅は大きくなったのでしょうか。

回答

以前の方法での必要堤体幅については詳細には検討しておりませんが、現行設計法における安全率1.2の堤体幅について計算した場合に期待滑動量が1 m以上となっており、当初断面でも堤体幅が不足するという結果となっておりました。

討論者 吉岡 健（電源開発（株））

質疑

①性能マトリックスにおける滑動量許容値超過確率 P_{fa} はどのようにして決定したのか。

②上記の P_{fa} は、設計因子の従う確率分布をどのように設定するか（たとえば平均値の偏りを考慮するかどうか）によって大きく変化するものと考えられる。 P_{fa} は設計因子の確率分布として

示す方がよろしいのではないのでしょうか。

回答

①Pfa は、特に根拠があるわけではないが、既存の防波堤の滑動安全率や期待滑動量との関係を参考に決定しました。

②ご指摘のとおり、確かに設計因子の確率分布に影響すると思いますが、現段階では種々の設計因子の確率分布があまり明らかになっていないため、現行設計法との整合を考慮して、各設計因子の偏りは考えず、変動係数を 0.1 とするこれまでの方法を前提として今回の数値を提案しました。

論文番号 181

筆者名 高木泰士・柴山知也

論文題目 大水深地点におけるケーソン式防波堤の信頼性設計手法の提案

訂正

1. 式(9)の左辺 $H_{1/3}(s)$ は、正しくは $T_{1/3}(s)$
2. 表-1の波力のバイアス・変動係数は、砕波時の場合である。非砕波時の波力に対しては、バイアス・変動係数をそれぞれ 0.00, 0.10 に設定した。

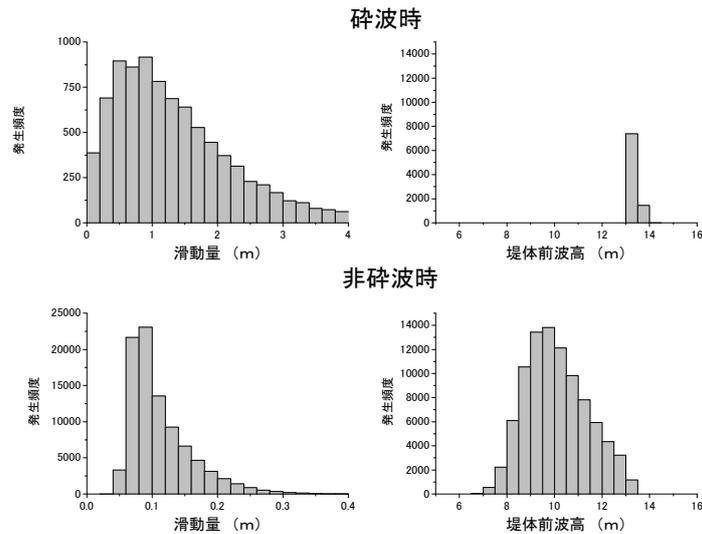
討論者 合田良実 ((株) エコー)

質疑

期待滑動量の平均値ではなく、各水深における砕波・重複波別の頻度分布のグラフがあれば見せて頂きたいと思います。重複波時のほうが度数分布の裾が広がるのではないのでしょうか。

回答

計算結果の一例を示します。砕波時と非砕波時では個々の滑動量にかなり大きな差異が生じているので単純な比較はできませんが、結果(図-1 左側)はご指摘とは反対、どちらかと言えば砕波時の方が度数分布の裾が長くなっています。これに対して、堤体位置での波高頻度(図-1 右側)の結果は、砕波時においては限界波高で制限されるため、非砕波時に比べて極めて狭い分布に集中しています。このように波高が狭い分布に集中するにもかかわらず、滑動量が広く分布する理由は、三角形パルスを仮定した滑動量モデル(下迫ら, 1994)によって計算される滑動量が今回のケースでは波力の2~4乗に比例して分布し、また有効作用時間の2乗に比例するため、波高頻度の分布と比較して、滑動量の頻度がかなり広範囲にばらついたためと推測します。関連して、本文中にも記載していますが、発生頻度としては非砕波による滑動に比べて100分の1程度にもかかわらず、1度の滑動で非砕波の数十倍の滑動を及ぼす可能性がある砕波に対しては、大水深域においてもこれまで同様慎重な対応を行っていく必要があると考えます。



181-1 滑動量と出現波高の頻度分布（水深 16m のケース）

質疑

造波減衰力が効かなかったとの結論ですが、捨石マウンドを弾性体としてモデル化するとケーソンの動きが大きくなって別の結論が出るのではないのでしょうか。

回答

今回検討を行った結果では、振動周期が数十秒程度とかなり長周期の場合を除いては造波減衰の影響が有意に現れていません。マウンドを弾性体と考えることにより、剛体時には発生しなかったケーソンの振動が発生することになりますが、そのときの振動周期は波浪の周期を超えることはないので、通常の波浪に対しては、造波減衰の影響は依然有意ではないと考えています。

討論者 半沢 稔 ((株) 不動テトラ)

質疑

今回のご提案の方法と従来の下迫さんらの方法とで、期待滑動量の比較をされていたら教えてください。当然水深が大きい場合に差が出てくると思いますが、今回の手法の方が大きいあるいは小さい、etc…。いかがでしょうか？

回答

下迫ら(1994)の方法からの大きな変更点は要約すると以下の2点です。

1. 非砕波時においては、下迫らの三角形パルスのモデルに代えて、有限振幅重複波理論に基づく第4次近似解を波力の計算に使用した。
2. 個々の波の発生方法として、下迫らが採用した砕波の影響を加味したレイリー分布(合田,1975)より直接堤体位置での波高を推定する方法に代えて、沖地点でのレイリー分布より個々の波を発生させ、単一規則波の波浪変形計算により堤体位置での波高を推定する方法に変更した。

詳細な検討はまだ行っておりませんが、大水深に設置されたケーソンに絞って答えるならば、1. の変更に伴って、下迫らの方法と比較して期待滑動量が小さくなる傾向にあると考えます。この理由は、下迫らの方法が砕波を前提にしたモデルであるということの他に、波形勾配の大きな波に顕著な双峰型の波力波形を考慮していないためと考えます。本文中にも記載していますが、双峰型の波力波形を考慮することで、滑動の緩和が期待されます。これに対して、2. の変更に伴っては、今回の方法による期待滑動量の方が大きく計算されるようです。相違の程度は、採用する砕波指標（今回は、合田(1975)の指標を使用）に大きく依存するものと考えられます。どちらの方法とも一長一短があり、どちらが適切か現時点では言及できませんが、今回の方法では個々の波が堤体位置において砕波するか否かの判断が必要不可欠であったため、上記2. のような方法を採用しています。

討論者 吉岡 健 （電源開発（株））

質疑

期待滑動量の計算フローの中で、砕波・非砕波の判定は確定的に行われているのでしょうか。

回答

現時点では砕波・非砕波の判定は確定的に行っています。計算の上では、砕波と非砕波それぞれの発生をある確率分布で遷移させるようなことも可能です。但し、そのためには現地や実験データなどを基にして有意な確率分布を設定する必要があります。

論文番号 182

著者名 吉岡 健, 長尾 毅

論文題目 消波ブロック被覆堤の施工時安定性照査に用いる目標安全性水準に関する研究

討論者 高木 泰士 (横浜国大)

質疑

施工時と完成時の目標信頼性指標を求めるためのキャリブレーションの方法の相違を教えてください。

回答

港湾構造物に適用可能な目標安全性水準（目標信頼性指標）の決定方法としては、以下の2点が考えられる。

- ① コードキャリブレーションに基づく方法
- ② LCC 最小化に基づく方法

①は過去の設計基準類へのキャリブレーションに基づく方法であり、具体的には既存構造物の平均安全性水準として決定される。この方法は、過去の設計方法の妥当性が十分明らかである場合についてのみ適用可能である。本研究で完成時照査に用いている目標信頼性指標 $\beta_T=2.4$ は、この方法により決定したものである。ただし、完成時の目標安全性水準として②の方法を適用することも可能であり、現在研究を進めている。

施工時に対しては論文中にも述べている通り、過去の設計方法の妥当性が明らかでないため①の方法を用いることは適切ではない。したがって、本研究では②LCC 最小化に基づく方法により検討を実施し、最適な目標信頼性指標の簡易推定式を提案したものである。

討議集原稿・連絡票

論文番号：184

著者名：鈴木高二朗・竹田晃・橋本典明・下司弘之・佐藤義博

論文題目：フェリーADCP データからの連続的な残差流成分の推定

討論者：八木宏（東工大 土木）

質疑

- 1) 本推定法で得られた残差流の周波数特性（フィルター特性）が分かっていたらおしえてください。
- 2) 図3の潮汐+残差流と実測値の差はすべて測定誤差と考えてよいでしょうか？

回答

- 1) 今のところ、フィルター特性は分かっておりませんが、重要な項目なので今後、検討したいと思います。
- 2) そのように考えています。

討論者：速水祐一（佐賀大 有明プロ）

質疑

フェリーによるモニタリングの場合、どうしてもサンプリング周期として、日周期が含まれてしまう。したがって、潮汐周期との間でエイリアジングが生じる可能性がある。その点について、何か評価されたのでしょうか？

回答

同時に計測している塩分水温に対して、スペクトル解析を行うと、エイリアジングがあり、日周期が含まれていますが、今回求めた残差流に対してスペクトル解析を実施したところ、日周期のあたりにピークがありませんでした。（港空研資料 No.1134 の図 3-31 にその図があります）

まだ、詳細なことはよく分かりませんが、どうもエイリアジング問題を避けられているようです。

論文番号 186

著者名 小野澤恵一・鯉渕幸生・古米弘明・呉海鍾・佐藤慎司

論文題目：韓国始華湖における堆積問題の現状

討議者 長尾正之（産総研）

質疑

採取コアの分析結果と堆積速度から、堆積の正常の年変動時系列が推定できると思います。（ただしかく乱の程度は大きいと思いますが）

COD時系列とコア分析結果の鉛直方向の年変化とを比べ、環境の長期変動などは検討していないでしょうか？

回答

結論から申しまして、底質コアから環境の長期変動についての検討は行っておりません。というのも、今回の数値実験では現状および発電所建設後における土砂堆積については考察したものの、防潮堤建設以前のケースでは計算しておらず、その堆積速度を算出していないためでありまして、今後の課題とさせていただきます。

ここではご質問に関連して、コア分析結果の鉛直分布に関しては堆積速度の違いを留意する必要があることを付記しておきます。例えばC2の20cmから50cmの部分は重金属濃度や炭素含有量が少なくなっていますが、この層は工事中の堆積層で、堆積速度が速かったことが推測できるので、濃度に堆積速度を掛け合わせたフラックスとして現状との比較をした場合、工事期間中の有機物負荷が少なかったという結果にはならないはずです。

討議者 未記入（水産工学研究所）

質疑

潮力発電所による海水交換促進によって湾億部の底質堆積量が増加するとありますが、その質については検討されたのでしょうか？

流動が大きくなるので底質は改善されるものと考えられるのでしょうか？

回答

質的な議論に関しましては、採取コアの炭素含有量分析結果より、過去の底質環境を推測しておりますが、潮力発電所運用後これがどう改善するかという点については検討しておりません。ただ、流動の計算結果から定性的ではありますが推測できるストーリーもございますのでそのことについて述べさせていただきます。

現状では成層の形成に伴い底質は嫌気状態にあるわけですが、流動の数値実験結果によると、潮力発電所運用後には上下の混合が起こるので、溶存酸素についても表層での再曝気による供給が底層にまで届きやすくなります。また本研究において河口付近での有機物堆積量が増えることが推測されたわけですが、好氣的分解が進みそれほど問題にならない可能性もあり得ます。また、潮受堤防建設前ほどではありませんが、干出域すなわち干潟が回復しますから、そのことによる水質浄化機能にも期待したいところです。

討議者 速水祐一（佐賀 有明プロジェクト）

質疑

干潟域の場合、懸濁粒子がフロックを形成したりミキシングによってフロックが崩壊したりすることにより、底質の沈降速度が変化するので粒子の沈降速度の評価が難しい。その点についてモデルではどのように扱われているのか教えてください。

土砂の沈降速度については、コア分析結果より粒径が平均的に $20\mu\text{m}$ であったので、粒径—沈降速度の関係式をを参考に常に一定値を与えた。もっとも、ご指摘の通りシルト・粘土質である始華湖の底泥は実際にはフロックを形成しているであろうことが想像できるので、今回の計算結果はその意味では沈降速度を少なく見積もっていることになるでしょう。

論文番号 187

著者名 金里 学・Purwanto Beki Santoso・田中 仁・金山 進・高崎みつる・山路弘人

論文題目 長面浦への流入塩分と浦内 DO の変動機構に関する研究

討議者 矢内栄二（千葉工業大学）

質疑

①浦への淡水流入が少ないのであれば、比較的塩分・DO の解析がし易いのではないかと？

②そうすると、ニューラルのような手法を使用しなくても解析がし易いのではないかと？

回答

①周辺流域からの流入はないが、北側に位置する北上川と追波湾の海水とが混合し、その度合いにより入って来る塩分が変化する。それに伴い貫入高さも変化する。

②その流入塩分を推定するためにニューラルを用いている。

討議者 長尾正之（産総研）

質疑

ニューラルネットワークと物理的考察に基づいた数値モデルを併用して研究を進めているが、ニューラルネットワークは何か標準的な手法の開発の一環に位置づけているのか？それとも予測に割り切って用いているのか？

回答

後者である。塩分の大小により貫入高さが変わる。塩分の実測は限られた時期しかないため、その推定に限定して使用している。このモデルに将来的な発展があるとは考えていない。

論文番号 191

著者名 矢野真一郎・田井明・大淵義剛・多田彰秀・松山明人・Rudolf Rajar

論文題目 水俣湾湾口におけるSS輸送の現地観測

訂正

SSの推定式(式(2))に誤りが有りました。それに従い、以下の通り図面と文章が変更になります。

p.953

左コラム

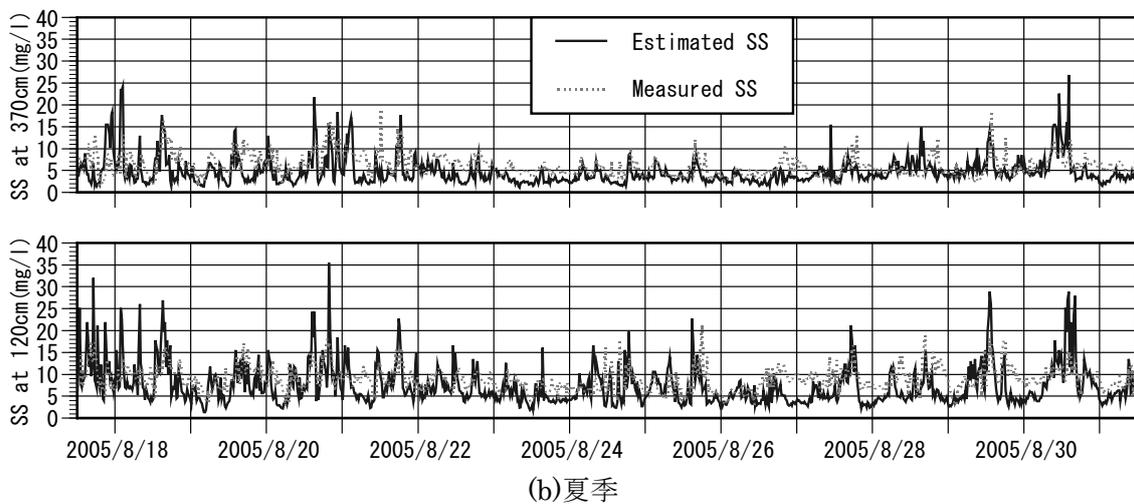
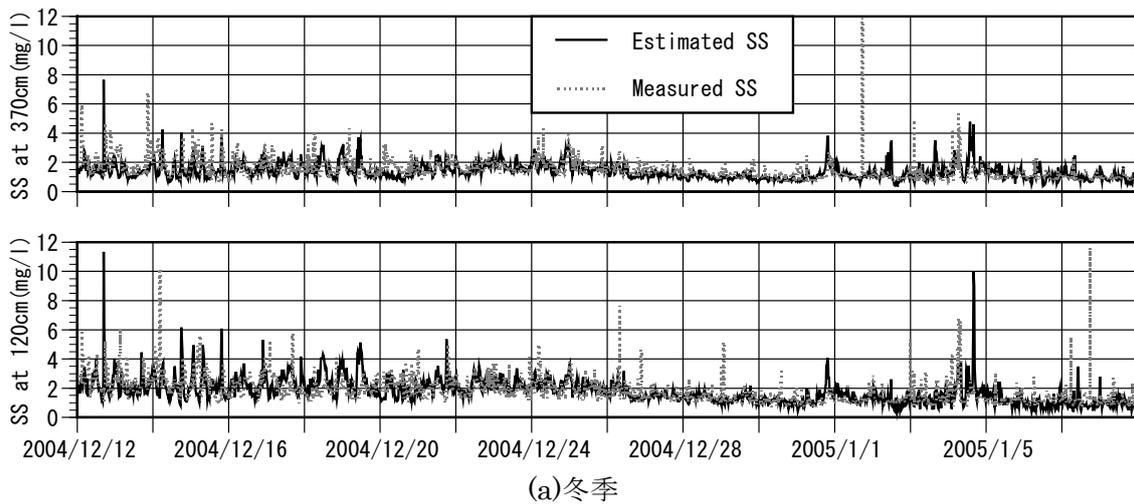
式(2) : $SS = \alpha \exp(0.23SV)$

8～9行目：それぞれ0.56, 0.37, 0.30を得た。

11～12行目：夏季観測時の α は, 1.42を得た。

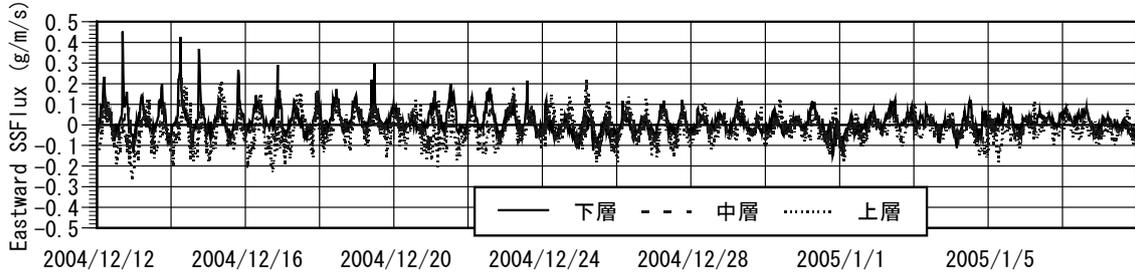
12～13行目：冬季と夏季の... 見られた. の文章を削除。

図-3を以下の図に差し替え：

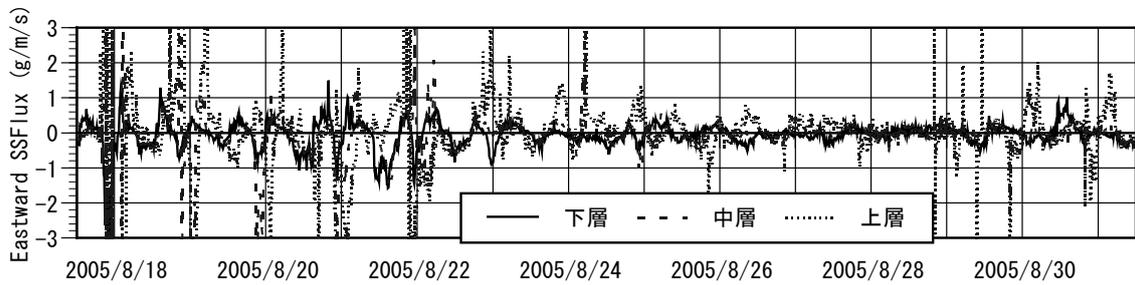


p.954

図-5 の SSFlux のグラフを以下の図に差し替え：



(a)冬季



(b)夏季

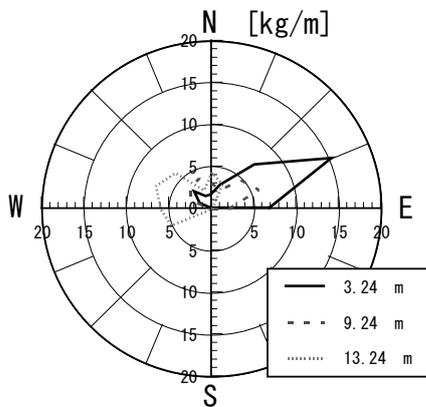
右コラム

16～17 行目：強い流出に加え、上層で北東・南南東向きの強い流入も見られた。

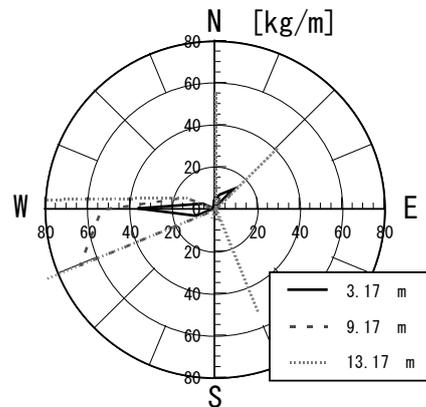
17 行目：両時期とも... 大きかった。 の文章を削除。

p.955

図-6 を以下の図に差し替え：

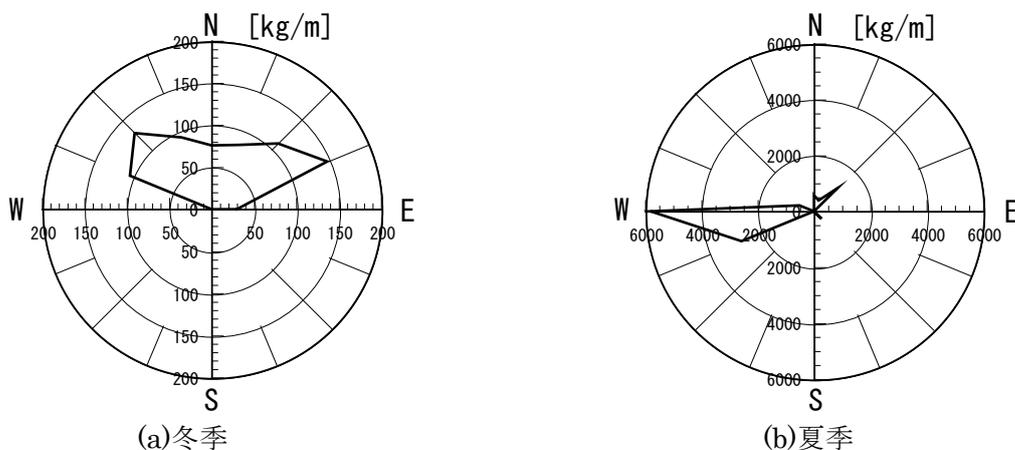


(a)冬季



(b)夏季

図-7 を以下の図に差し替え：



左コラム

6～7行目：上層では北東・南南東向きの流入傾向も見られたこと、

討論者 秋元和實（熊本大 沿岸域）

質疑

袋浦から水銀の流出の原因は？

回答

環境修復事業として行われた高濃度水銀が含まれる底泥の浚渫は総水銀 25ppm（乾重量）の底泥に対して実施されたが、袋浦は基準以下であったため浚渫されなかった。したがって、事業終了後において袋浦が最も水銀濃度が高い底泥を持つことになった。2002年に実施された水俣湾における底泥サンプリング調査 [Tomiyasu et al.(2006)] によっても、袋浦が最も水銀濃度が高い（max.8.9ppm）ことが分かっている。平面的な濃度分布は、袋浦から湾外（八代海）へ向けて減少していく形になっている。

また、袋浦には小さい河川の流入と地下水の湧昇があり、平均的には袋浦から水俣湾への流れが存在している。これらのことより、水銀のソースは袋浦にあると考えられる。

討論者 山崎智弘（東洋建設（株））

質疑

SSの物質収支において西側開境界に対する北側開境界の影響はどの程度か？

回答

北側湾口における観測が船舶の航行の関係で行えないため、推測となるが以下の通り回答する。まず、西側湾口の幅 1200m に対して、北側湾口幅は約 200m 程度と非常に狭い。さらに、北側湾口外側にはシルが存在し、断面積は非常に小さい。これらのことより、水

俣湾とその外海となる八代海の間の海水交換は西側湾口が主になると考えられる。

また、多田ら(2005)による水俣湾内の流動構造の現地観測結果から、西側と北側の湾口における流速には大きな差が見られていないことより、SSの収支についても西側湾口における交換が主になるものと考えられる。

討議集原稿・連絡票

論文番号：192

著者名：速水ら

論文題目：夏季の有明海奥部における懸濁物輸送とその水質への影響

討論者：長尾正之（産総研）

質問事項：観測ではないのですが、成層強度を除いた規格化ではD0の長期変動は注意してみると1993年以降、D0が回復傾向にあるように見えますが、1995年以降のデータを加えると今後D0は回復傾向にあると考えてよいのでしょうか？

回答：近年わずかに回復傾向にあるのは事実ですが、その原因が不明なため、これが将来も続く傾向なのかどうかはわかりません。

論文番号 193

著者名

山本浩一・速水祐一・笠置尚史・宮坂 仁・大串浩一郎・吉野健児・平川隆一

論文題目

有明海奥部における表層底質の分布特性と底質環境の形成要因

討論者 田井 明(九州大学)

質疑

分散材を入れてレーザー分析しているのか？

回答

分散剤は入れていないが、超音波で試料を分散させている。一般的な超音波ホモジナイザーに比べて弱く、破碎はされないことを確認している。

力学的考察をする際、実験室で試料を破碎するのは正しいのか？

回答

本研究は力学的考察を目的としておらず、底泥の組成のみに注目している。力学的考察を行うためには、粒径のみならず湿潤密度、含水率、粘度などの物性値がより重要となる。

論文番号 195

著者名 矢持進・新開理絵

論文題目 大阪府港湾海域における付着生物の出現特性

討論者 秋元和實

質疑

明らかに 2 クラスターにわけられる出現パターンの解釈について（中間が出てこない理由が説明されていないのでは？）

回答

窒素の水面積負荷については比較的連続した点であり、近似直線を引いても妥当であると判断した。その他のグラフについては、論文中では近似直線を引いているが相関がよくないことを示すためであり、発表中では除外した。2 クラスターにわかれることがあるのは、河口とそうでないエリアで淡水負荷量が大きく異なるためであると考えられる。

討論者 中瀬浩太（五洋建設㈱）

質疑

各地点の種類について検討しているが、一定の出現種の範囲内で種数が変化しているのか種の出現傾向（たとえば、特定の種が卓越して出現しているなど）はあるか

回答

空港連絡橋以南では出現種数は比較的豊富であるが、空港連絡橋以北の港湾海域においてはフジツボ、ムラサキイガイ、マガキを中心として1、2種しか観察されなかった地点が多くなっており、それらの種が卓越していた。

討論者 武田将英（東亜建設工業㈱）

質疑

地形はどの段階のものを利用しているのか。関空を含め、地形変化の大きなインパクトは10年の間に起こっているのでは。

回答

地形は2005年のものを利用した。関西国際空港が操業を始めたのは確かに付着生物調査の後であるが、埋立て工事はほぼ終了していたはずなので問題はないと考えた。また関西国際空港島の付着生物種の観察データは使用していない。

論文番号 196

著者名 鵜飼亮行, 村上智一, 安田孝志

論文題目 現地観測および数値解析による伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊形成要因の比較

討議者 武田将英 (東亜建設工業 (株))

質疑

三河湾等の閉鎖性水域は港湾にとってはよいが、生態系には悪いということであるが、どのようにバランスをとって対策すればよいかご意見をお願いします。

回答

本研究では、三河湾における貧酸素水塊の形成をとり上げ、それが河川水とそれに伴う湾内流動という大きなスケールの影響を受けていることを考察した。このことから、環境改善対策の難しさを感じている。港湾とのバランスというより、水質環境を悪化させている根本的な原因を把握し、有効な対策を考えていくことが重要と思う。

論文番号 197
著者名 陸眞姫・青木伸一・大谷聡
論文題目 閉鎖性内湾における夏期密度成層形成時の海水交換と鉛直混合に関する研究

討議者 日比野忠史 (広島大学)

質疑

- ①風がどのような現象を生起することによって流速との相関がよくなるのでしょうか？
- ②Box モデルで、Box の大きさは適当でしょうか？

回答

①ローカルな風による流れの誘起ではなく、風によって湖全体に流れが生じ、これが水路における湖水の交換にも関わっていると考えています。

②猪鼻湖を1つのBoxにするのはやはり少し無理があるようです。また、上層と下層を分ける水深の取り方によっても結果が変わるようで、現在の検討では、上層の水深を2mとした方が実測値に近づくことがわかりました。

討議者 速水祐一 (佐賀大学)

質疑

Box モデルで水位は一定なのか？一定でないのであれば、風による吹き寄せの可能性があるので、チェックしてみてください。

回答

水位勾配については、観測結果から明らかにすることが難しく、検討しておりませんが、それほど大きいものではないと思っています。潮汐による水位の変化(50cm程度)もありますが、Box モデルでは水位一定として取り扱っています。

論文番号 199

著者名 西田修三・入江政安・中辻啓二

論文題目 大阪湾奥部沿岸域における懸濁態物質の挙動と底泥特性

討議者 日比野忠史 (広島大学)

質疑

- ①陸起源の有機物が脱窒活性が大きいと考えてよいか。
- ②有機泥観測の期間についてどのように考えているか。

回答

- ①陸起源の有機物の脱窒活性が高いのではなく、「脱窒菌が多い」、「還元環境にある」、「硝酸態窒素濃度が高い」等の脱窒条件が整っているために淀川河口等で脱窒活性が高く現れたものと考えられます。
- ②「沈降物調査の捕集期間」と「底質調査の時期」に関する質問ととらえてお答えします。

沈降物の捕集に関しては、分析精度からは多く捕集されることが望ましいのですが、そのために長期間サンプラーを設置すると捕集した有機物の分解が進みその影響が無視できなくなります。薬剤の添加により分解を抑制する方法も考えられますが、今回用いた捕集方法における有効性はわかりません。そこで、今回は分析に十分な量の捕集が可能であり、かつ、捕集期間中の有機物の分解量が無視できる程度の捕集期間として、2昼夜（48時間）と設定しました。流れや水質の非定常性も関係し、最適な捕集期間の決定は難しい問題と考えています。

底質調査の時期に関しては、手配の都合や現地为天候等により12月初旬に実施しました（コアサンプリングは9月に実施）。底泥有機物の分解・溶出は季節的に変化しますが、堆積物の性状の平面分布はそれほど大きな変化はないと考えられ、論文に示した今回の観測結果は概ねこの水域の分布特性を示しているものと考えています。可能であれば、季節毎の調査を実施するべきと考えます。

論文番号 200

著者名 西田修三・金漢九・高地慶・入江政安・中辻啓二

論文題目 紀淡海峡における水質変動特性と栄養塩輸送

討議者 速水祐一（佐賀大学 有明プロジェクト）

質疑

過去に同様の研究があると思うのですが、今回の研究で新たにわかったことは何でしょうか。

回答

論文の結論にまとめて記載しています。「同様の研究がある」とのご指摘ですが、海峡部を通じての物質輸送に及ぼす季節変動や黒潮離接岸の影響について、長期にわたり現地観測を実施し解析を行った研究はこれまでにありません。なお、討議者のご指摘に従い、再度の文献調査と関係研究者への問い合わせを行いました。著者らがこれまで引用してきた研究以外には、討議者が発言されたような研究はありませんでした。

著者名：山木克則・新保裕美・田中昌宏・三富龍一・小河久朗

論文題目：アマモ場拡大の実態把握と種苗移植による新規群落形成の試み

討議者 秋元和實（熊本大）

質疑

近接地点でアマモ場が自然に増加しない原因

回答

アマモ場が自然に増加しないエリアは、水質の濁りによりアマモの生育に必要な光条件を満たしていない、波条件により草体または種子の定着が難しい場であること等の複数の要因が考えられます。今回移植を行った場所は、光条件は問題ないものの花穂の浮遊輸送および種子の輸送シミュレーションにより種子の定着・埋没が難しい地点と考えられました。

質疑

移植をその増加場所に行ったらどのように変化するか？

回答

シミュレーションにより種子の供給・定着が困難な地点への種苗移植を行った結果、アマモの定着、繁茂が観察されました。今後、この場を基点にした地下茎の生長・分岐による栄養繁殖、花穂・種子の輸送・拡散による有性繁殖が起ると考えられます。

討議者 島谷学（五洋建設）

質疑

種子埋没条件が適さないエリアに種苗を設置しても種子による再生産が行われないので移植株の寿命（3～5年）で衰退してしまわないか？

回答

移植後のモニタリング結果から翌年には種子の形成が見られていることより、ここを基点にした有性繁殖（再生産）が既に行われていると考えられます。更に、地下茎による増殖がみられることから移植株自体の寿命による藻場の衰退はないようです。

質疑

何かのイベントで天然群落が衰退したとしても、場が生育に適していれば淡水処理した種苗を移植しなくとも自然に群落が回復するのではないか？

回答

現在アマモ場の衰退は、台風等による一過性の衰退のみで考えることは難しく、水質環境や種子の供給等を含めた場のポテンシャルの低下が大きく影響しているため自然回復に期待することは難しいと考えられます。そこで、自然回復をサポートする意味でも種苗移植によるアプローチを行うことで、良い結果が期待できればと考えています。

論文番号 203

著者名 灘岡和夫・有坂和真・田村仁

論文題目 スリック形成に着目した造礁サンゴ幼生のリーフ内初期分散過程に関する数値解析

討論者 島谷学（五洋建設）

質疑

サンゴの有性生殖には放卵放精型と保育型があるが、このモデルではどちらでも評価可能なのか？また、実際現地ではどちらの型のサンゴが多いのか？

回答

保育型には、表層を浮遊する種もいれば、底層を浮遊する種もいるので、底層を浮遊する保育型については、より詳細なモデルが必要となる。白保海域に生息している造礁サンゴは、主に枝状コモンサンゴ類、枝状ミドリイシ類、塊状ハマサンゴ類、枝状ハマサンゴ類、アオサンゴ類であり、この中で保育型なのはアオサンゴ類である。その他、保育型としては、ハナヤサイサンゴも生息している。

討論者 二瓶泰雄（東京理科大学）

質疑

波の影響により幼生は大きく分散するものと考えられますが、計算結果では波の影響はどのように現れているのでしょうか？

回答

外力条件として波浪効果を考慮しない場合と比較して、考慮した場合のほうが上げ潮時のチャネルにおける急速な流向変化がより再現できている。つまり、波浪の影響として幼生がチャネル通過時に岸沖方向によりストレッチされている。

討論者 五明美智男（東亜建設工業 技術研究開発センター）

質疑

スリック形成・維持は100%流れ等に受動的なのですか？表層への浮上後、例えば、精子、卵で出来る水塊の粘性が上昇する等の生物的要因などは考えられませんか？

回答

スリック形成・維持に生物的要因も考えられるが、本研究では精子や卵、幼生は流れによってのみ輸送されるとして扱っている。

討論者 中野晋（徳島大学）

質疑

- (1) アオサンゴの放卵時期は分かっているのか？
- (2) 小潮期に放出された場合にアオサンゴの生息域に多く残存するとの報告があったが、こ

のことから考えて、この領域にアオサンゴの生息域が形成された理由として潮汐依存性が大きく影響しているといえるのか。

回答

(1) 白保海域のアオサンゴは6・7月に産卵が確認されているが、潮汐依存性については分かっていない。

(2) アオサンゴの生息域に多く残存しているという本結果とアオサンゴは放出後比較的早く定着できるという報告例から、同海域でのアオサンゴ群落の形成・維持メカニズムに潮汐依存性が影響している可能性があると考えている。

論文番号 204

著者名 高橋俊之・新井洋・陸田秀実・土井康明

論文題目 N分散相二流体モデルに基づく干潟土壌の粒径別挙動及び地下水面の数値解析

討論者 二瓶泰雄（東京理科大学）

質 疑

地下水位を特別に解く必要があるのか？単に二相計算するだけで自動的に計算できるのでは？

回 答

モードスプリット法を採用していますので、平面二次元場における連続式から水面と土壌界面が容易に計算可能です。ご指摘のような特別に解くという作業は特に行っておりません。また、液相の相体積率の時空間分布からも把握できるので、これらの比較も行ないと思います。

討論者 中野 晋（徳島大学）

質 疑

本モデルでの外部からの流入負荷などの取扱いはどうなっているか。その点についての今後の予定はいかがか？

回 答

現段階では連続液相及び粒子分散相ともに、自由流入流出の条件を課しています。ご指摘のとおり、計算領域境界を通じた流砂量は、計算対象領域の土砂収支に影響を及ぼす要因ですので、今後、実問題を対象にする場合には考慮すべきと考えています。また、流入負荷などを含めた物質循環や生態系モデルとのカップリングについては、現段階では具体的な予定はありませんが、今後検討していきたいと考えています。

論文番号 205

著者名 金澤 剛・鯉渕幸生・磯部雅彦

論文題目 アマモ生長予測モデルの開発と現地検証

討論者 田中昌宏 (鹿島 技術研究所)

質疑

栄養塩の吸収を水中と地下部の両方を考慮されていますが、両者のバランスはどうなっていますか。今回のモデルの場合と、実際はどうか両方からお答えいただければ幸いです。

回答

栄養塩の吸収は、葉部でアンモニア態窒素と硝酸態窒素、地下部ではアンモニア態窒素を取り扱っており、それぞれの吸収量は最大吸収量と半飽和乗数で規定した。これら係数の値は Bocci ら(1997)が現地観測に基づいて設定した値を使用した。

討議者 島谷 学 (五洋建設)

質疑

現地では同じエリアで同水深にもかかわらず、波あたりの程度で密度が高いアマモ場と低いアマモ場 (パッチ状など) が見られることがあるが、このモデルでは外力のストレス項が入っていないので上記の現象を説明できないのではないか。

回答

本研究では、光と水温と栄養塩が与えられたときに、アマモ場がどの程度の生物量まで生長するかを予測することを目的としており、ご指摘のとおり、光と水温と栄養塩がほぼ同一にもかかわらず密なところと疎なアマモ場が存在することは説明できない。アマモが存在できるか否かはシールズ数等で検討すればよいと考える。

質疑

外力ストレス項が入っていないモデルで現地の状況を検証できたということは、何らかのチューニングを行ったのか。もし、その場合、他地点に適用させるには、どのようなチューニングが必要なのか。

回答

本研究では、水温に関する生長制限を規定する好適水温と水温に依存する生長係数についてチューニングを行った。他地点への適用した場合、生長速度に関しては水温の影響が大きいことから、これらのチューニングを要する可能性がある。外力により十分発達できないアマモ場の場合、空間に関する生長制限項の検討が必要と考えられる。

討議者 中瀬浩太 (五洋建設)

質疑

生長モデルに個体の寿命を入れるべきである。

回答

本研究では、ある面積に存在するアマモ場が平均的にどう生長するかを対象としており、個体としては扱っていない。本モデルで取り扱っているアマモの成長率は葉の脱落、枯死をふくめた成長率であるといえる。

討議者 吉野真史 ((財)漁港漁場漁村技術研究所)

質疑

このモデルはスゲアマモにも適用可能か。係数のチューニングの範囲で適用できるか。それとも新たな方程式系を検討せねばならないのか。

回答

スゲアマモの生態によるが、光と水温と栄養塩が支配的な成長因子であれば、基本的には同じモデルで使用する係数を検討することで、適用可能と考えられる。

論文番号 206

著者名 篠崎 孝・羽原 浩史・山本 裕規・明瀬 一行・竹口 はや人
吉武 理恵・土田 孝

論文題目 造成干潟における機能発揮要因に関する研究

討論者 中瀬 浩太 (五洋建設株式会社)

質疑

底質の保水性についてサクションによるものと評価しているが、底質の保水性、つまり水分供給はタイドプール等からによるものではないか。

回答

ご指摘のとおり、干潟表面上のタイドプールからの供給も想定されるし、調査した造成干潟の場合、満潮時に冠水し水分で飽和された後浜から干出時に供給される水分もみられた。

討論者 五明 美智男 (東亜建設工業株式会社 技術研究開発センター)

質疑

覆砂層の下部に透水係数の小さい浚渫土砂を用いることが、干潟基盤の保水性に対して有利に働いているとの理解で良いか。

回答

そのような理解で良い。別途実施した干潟基盤表層の浸透流解析においても、覆砂の下部にシルト・粘土分を主体とした透水係数の小さい浚渫土砂が存在する場合の方が、一様に砂で造成された干潟よりも、干潟基盤表面からの地下水位の低下幅が小さいことを確認している。

討論者 桑江 朝比呂 (独立行政法人 港湾空港技術研究所)

質疑

電子顕微鏡による珪藻微化石の解析において、海老地区の堆積物表層中には中心目の珪藻が優先し、羽状目があまりみられないのは、他の一般的な干潟と異なると考えられるがその理由は何か考えられるか。

回答

電子顕微鏡による珪藻微化石の検体は、造成干潟表層のシルト・粘土分中から採取した。論文の記述のとおり、調査を行った造成干潟の干潟基盤表層のシルト・粘土分は、中詰めの浚渫土砂に由来するものである可能性が高いと考えられる。本造成干潟の中詰めの浚渫土砂は近隣の港湾工事の浚渫土砂であり、浚渫箇所の水深が 10m 程度あるため、潮間帯に存在する一般的な干潟と異なる傾向がみられた可能性が考えられる。しかし、本研究では、明かではないため今後の検討課題としたい。

討論者 石山 哲 (徳島大学)

質疑

多様な生物が生息しているから高い保水性が保たれているのではないか。

回答

干潟基盤表層の高い保水性は、覆砂下部の透水係数の小さい浚渫土砂の他、覆砂中のシルト・粘土分の含有量の影響も大きく受ける。本研究から、覆砂中へのシルト・粘土分の供給の要因の1つとして、バイオターベーションによる覆砂下部の浚渫土砂からの供給が挙げられるが、その意味では多様な生物が生息していることが、高い保水性が保たれている要因と考えて良いかも知れない。バイオターベーションによる覆砂中へのシルト・粘土分の供給については、定量的な評価が不十分であるので、今後の検討課題としたい。

論文番号 207

著者名 日比野忠史・中下慎也・花畑成志・水野雅光

論文題目 河口干潟で形成される土壌環境と底生生物の棲息要件

討論者名 田井 明(九州大学)

質疑

比較している9月と10月で、最も違う外的要因は？

回答

太田川放水路で形成される干潟には、海水の遡上とともに有機泥が輸送されている。放水路と海域にセディメントトラップを設置し、堆積した有機泥の粒度分布を比較すると、9月に海域では一次生産が活発であるため300 μm 以上の粒子が多く堆積している。放水路においても9月は海域で生産された一次生産起源の有機泥が輸送されているため、9月と10月では異なった傾向を示していると考えている。

論文番号 208
著者名 徳永貴久, 高橋篤, 増田壮佑, 松永信博
論文題目 有明海熊本沿岸の干潟底泥による NH_4^+ 吸着特性

討論者 佐々木 淳 (横浜国立大学大学院工学研究院)

【質問】

アンモニア態窒素の吸着濃度は有明海が良好であった頃に比較して増加しているのでしょうか？

【回答】

論文に掲載しているデータは熊本県沿岸砂質干潟における吸着量を示しています。この地域の過去のデータが無いため比較は困難な状況です。

【質問】

調査地点の底質は静的に堆積していると考えられる (例えば 1 年に 1cm ずつ層状に堆積) でしょうか, あるいは暴浪等によって動的に動いているのでしょうか？

【回答】

波浪による巻き上げが小さい地点においては, 基本的に静的に堆積していると思われませんが, 暴浪時や河川からの大規模な出水時には動的に動くのでは無いかと思われま。ただし, 底泥には様々な粒径の粒子が混合しているため, 個々の粒径の粒子についての輸送機構を明らかにする必要があると思われま。

【質問】

図 4 のご説明についてですが, 底質表面に近いほどアンモニア態窒素濃度が減少している主因は水中へ向かう拡散フラックスがきいているためではないでしょうか？

【回答】

ご質問の通り, 海水中への拡散が重要であることは容易に推察できます。さらに底泥粒子の巻き上げ・沈降も考察すると, 波浪等による底泥の巻き上げと粘土粒子によるアンモニア態窒素の溶脱機構も重要であると考えております。

討論者 日比野 (広大)

【質問】

粒径以外にアンモニアの吸着に影響を及ぼす因子はどのようなものがあるか

【回答】

粒径以外にアンモニアの吸着に影響を及ぼす因子として周囲水中のアンモニウムイオン濃度, 塩分, 酸化還元電位, 底泥の有機物量などが報告されています。

【質問】

吸脱着比がどの程度含泥率の影響を受けるか

【回答 3】

両者の相関係数は $r^2=1.3$ となり、吸脱着比としてみると含泥率の影響をあまり受けず、吸脱着比は 0.8~0.95 の間で分布する結果となりました。

討論者 桑江朝比呂（港湾空港技術研究所）

【質問】

間隙水中の NO_3 濃度が最表層においても低いのは、ご推察されているように、硝化があまり起きていないことが予想されます。それではなぜ、 O_2 制限がゆるい最表層で硝化が進まないのでしょうか？ほかの干潟堆積物では基本的に最表層の NO_3 濃度は高いのにどうして、この干潟ではそうではなかったのでしょうか？

【回答】

本研究結果からはその原因は明らかになっておりません。検討課題として今後の研究により明らかにしていきたいと考えています。

討論者 山崎智弘（東洋建設株）

質疑事項

【質問】

発表時に質問できなかったので本誌でコメントさせていただきます。今回の論文ではシルト粘土含有量を指標として整理されていますが、泥粒子の陽イオン交換容量（CEC）や電化零点（ pH_0 ）を併せて指標とするとより明確に整理できるのではないかと考えます。 NH_4^+ と泥粒子の吸着機構を考慮した上でご検討いただけると幸いです。

【回答】

貴重なご意見ありがとうございます。今後の研究を行う上で参考にさせていただきたいと考えています。

論文番号 210

著者名 佐々木 淳・前田 周作

論文題目 酸素消費速度に着目した干潟・浅瀬の環境評価

討議者 市村（日本ミクニヤ（株））

質疑

冠水した状態で実験を行っているが、干潟は冠水冠出するので冠出も考慮するとどうなるのか？

回答

現地実験は冠出時に行っておりますが、周辺の海水を用いてチャンバー内に水を満たし実験しております。用いた電極式溶存酸素濃度計は水がないと計測できないため、水なしでの実験は行っておりません。冠出時には懸濁物食者による摂餌はないと推察されますが、呼吸は常時行われているので、酸素消費速度に着目する限り、あまり気にしなくてもよいのではないかと考えておりますが、検討方法が見つかれば確認したいと考えております。一方、個体差や各固体の時間変動も小さくないので、全体の精度を常に考えておく必要があると認識しております。

論文番号 211
著者名 河内敦・笹嶋悠達・入江光輝・成瀬貫・石川忠晴
論文題目 石垣島アンパル干潟におけるカニ類優占 2 種の繁殖時期の推定及び幼生放出

討論者 秋元和實（熊本大学 沿岸域環境科学教育センター）

質疑①

ボックスサンプルの位置を決定した理由は？（平面での偏った場所と思えたので）

回答①

調査の目的の一つが対象種の産卵時期の特定であり、そのためには生物調査時にある程度多くの個体数を確保する必要があった。そのため、本文中（pp.1055 右段下から 4 行目以降）にもあるように入江ら（2005）の個体数分布調査を基に、干潟 30 地点で予備調査を行いその結果ある程度個体数が確保され、かつ空間分布がある程度均等になるように調査地 15 定点を設定した。尚、当該干潟には河川水の流入のため最干潮時でも干出ししない部分（滞筋）があり、その地域は調査対象外である。

質疑②

巣穴がパッチ状になると思うが、どのようにして分布を代表させたのか？

回答②

当該干潟でも巣穴群がパッチ状に形成されているが、今回はできるだけ多くの個体を確保するために、干潟表面に現れる巣穴数の状況に合わせてコドラートを設置した。そのため、地域毎の生息個体数の代表値は過大評価される可能性がある。そのため、本論文では Steel-Dwass 法を用いて、種毎に全 10 回の調査結果より種毎、地点毎に個体数の中央値とその四分位範囲をもとめ、任意の 2 地点間でそれらの値を比較することで相対的に空間的な生息密度差が有意であることを示し、対象 2 種が空間なすみわけを行っているものと結論付けている。

討論者 遠藤 徹（大阪市立大学）

質疑

浮遊幼生の動態と局所的な流れもしくは、環境条件等との関連については整理されていないのか？

回答

本論文では、親ガニから放出された直後のゾエア幼生が海域へどのように輸送されるのかについて検討した。そこでは、干潟全体の流れ場を大まかに捉え、それが浮遊幼生の動態にどのように影響するのかを考察しており、ご指摘のような局所的な流れや他の環境条件等と浮遊幼生の動態の関連については整理されていない。

しかしながら、今後の研究方針として海域から干潟へ回帰してくるメガロパ幼生の着床過程を把握したいと考えており、そこでは、局所的な流れや環境条件等がメガロパ幼生の着床条件に与える影響について考察したいと考えている。

論文番号 212

著者名 大谷壮介・上月康則・仲井薫史・石山哲・村上仁士

論文題目 干潟の底生微細藻類量の季節変動に及ぼすヤマトオサガニの摂餌圧の影響に関する考察

討論者 矢持進 (大阪市立大学)

質疑 底生微細藻類の一次生産測定法, 特に門谷による方法をどう考えますか

回答 底生微細藻類の生産速度については *Navicula.sp* の生産速度を底生微細藻類全体の生産速度としており属別の検討も行えていません. また, 泥の光の通過率も 1mm 以深ではほぼ 0 となるので推定された一次生産量は過大評価となっている可能性があります.

討論者 徳永貴久 (佐賀大学)

質疑 岸沖方向の底生微細藻類量の変化は

地盤高の違いによって摂餌圧は変化するのでは

回答 調査対象干潟は干出する面積も小さいため, 岸沖方向に底生微細藻類量の変化の検討は行っていません. 地盤高さが異なれば, 生物の密度も変化するため摂餌圧も変化すると考えられます.

論文番号 214

著者名 徳永貴久・磯野正典・松永信博

論文題目 熊本県沿岸における干潟の底泥環境と酸素消費

討論者 今川昌孝 (広島大学)

質疑

底泥の分析結果から ORP のデータからは住吉の底泥内は好気的な状況であるが AVS 濃度のデータからは嫌気化が進んでいるのか.

回答

御指摘の通り住吉の底泥は ORP が高いにも関わらず AVS も検出されている. しかし, 住吉における AVS の値はそれほど高くはなく底泥環境が悪化しているとは考えていない.

討論者 金暲會 (広島大学)

質疑

貧酸素に関する調査期間を 11 月と 12 月に決めた理由

回答

各地の漁協に対する漁獲状況調査など, 観測の準備に時間を費やしたため, 結果的に本研究の観測期間は 11~12 月となった.

論文番号 215

著者名 中瀬浩太 金山 進 木村賢史 山本英司 石橋克己

論文題目 閉鎖性海域に造成した人工干潟に関する基礎的調査

討論者 鈴木 覚

質疑事項

質問

- ①貧酸素の問題に構造要因もあるのか？
- ②構造に問題があるのであればどのように改善するのか？

回答

- ①浅場部分の水深が A.P. -1.5m であり、過大と考えている。
- ②追加覆砂を行い、部分的に水深を浅くする工事をすでに行っている。

論文番号 215

著者名 中瀬浩太 金山 進 木村賢史 山本英司 石橋克己

論文題目 閉鎖性海域に造成した人工干潟に関する基礎的調査

討論者 佐藤道郎（鹿児島大学・工学部海洋土木工学科）

質疑事項

干潟と砂浜は自然の海岸では物理的条件のかなり異なるところに形成される。ここでは、砂浜が形成されると思われにくい条件の所に人工的に造成されているように思われるが、なぜ干潟ではなく砂浜にしたのか、その考えをお伺いしたい。

回答

大森ふるさとの浜辺は、大田区民のための公園として造られている。区民にはいろいろな意見をもつ人が多い。この事業が公共事業であるため、多くの区民の要望を満足させるための最大公約数的設計として、狭い範囲にす砂浜、干潟、磯場をもつ構造となった。

論文番号 216

著者名 山本高大・灘岡和夫・西本拓馬・Ariel C.Blanco・石丸隆

論文題目 気象擾乱に伴うサンゴ礁海域の物理・水質環境特性の動的変動過程について

討論者 中山哲蔵

質疑

発表中の地形性の流れとは、リーフに来襲する波浪によって生じるリーフの地形の影響を受けた流れと考えてよろしいでしょうか。

回答

ここでの地形性の流れとはリーフ内の水位勾配によって発生するチャンネルに向う流れです。既存の研究によれば水位勾配の形成に関して二つの過程が考えられています。一つは潮汐変動により低水時にリーフ内外の水理的な接続が遮断されることで生じる水位勾配で、一つは波浪のセットアップ効果の空間的な違いによって生じる水位勾配です。詳しくは本文中の参考文献または下記をご参照下さい。

*灘岡和夫・若木研水・二瓶泰雄・今井陽介・青木康哲・丸田直美・大見謝辰男・満本裕彰・小林孝・藤井智史 (2003) : 現地観測に基づく石垣島サンゴ礁海域の流動特性と微細土砂・熱輸送特性に関する解析, 海岸工学論文集, 第 48 巻, 1151-1155

討論者 中條壮大 (大阪市立大学大学院)

質疑

台風や出水イベントといった短期的なイベントによる攪乱による影響は、今回のクロロフィル濃度の変化のように、台風通過後も一ヶ月以上も継続するものなのでしょうか。

回答

台風通過後、8月7日から8月22日の間にクロロフィル濃度の上昇を捉えていますが、観測は22日までしか行っていないため、その後の変動に関しては不明です。

本観測では光学的なクロロフィル測定のほか採水によるクロロフィル測定を8月8日と20日に行っており、その結果からも同様の傾向が得られたことから、少なくとも台風通過後15日間は高いクロロフィル濃度を保っていたものと思われます。

論文番号 217

著者名 浅野敏之・岩塚雄大

論文題目 森林生態学に基づいた津波防潮林の防災機能の評価

【訂正】「**図-7** 海岸林による波高減衰率の林齢に伴う変化」は計算結果に誤りがありました。正しい下図に差し替えをお願い致します。

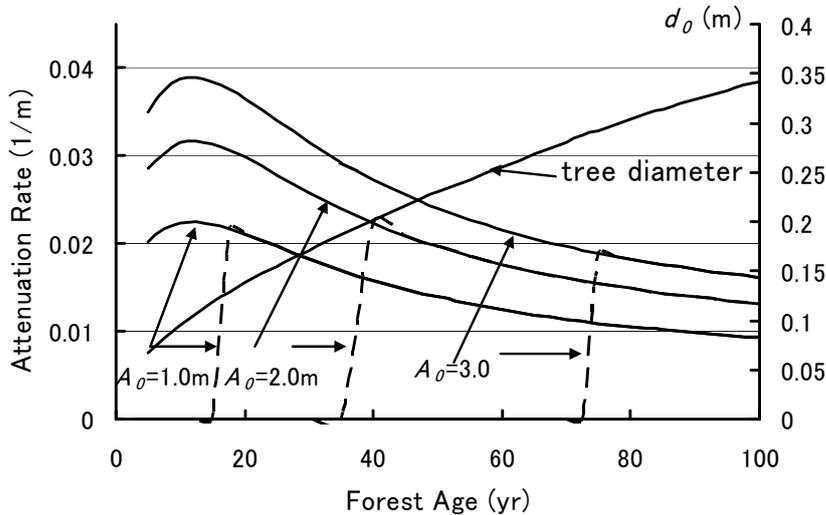


図-7

討議者 柳澤英明（東北大学）

質疑

- ① 直径に分布を持つ場合、本研究で提案するモデルをどのように適用すべきか。
- ② 津波のような低頻度災害のようにいつ発生するか判らない状態の災害に対して、どのように海岸林の成長状況を利用して設計を行うべきか。

回答

- ① 同齢林で同じ環境でも個々の樹木の高さや直径は分布を持つ。生長の悪い樹木は被圧されて枯死するので、直径分布は非対称分布、たとえばワイブル分布などで表現できると思われる。分布を含めた時系列生長評価は今後の課題である。
- ② コンクリート製の海岸構造物には耐用年数が設定されている。海岸林は生物体であり、これを海岸保全構造物と見た場合の時系列的な性能評価は新しい課題であり、その評価法の確立は本研究が目指すところでもある。

討議者 勝井秀博（大成建設（株）技術センター）

質疑

海岸林の津波低減効果に関する著者を含めた研究結果から類推すると、ある程度の低減率を得るためにはかなり大きい幅（100～300m以上）を必要とするように思われます。それが事実だとすると漁業のための居住施設、観光施設などの配置を計画する上で、防災機能と海岸へのアプロ

一斉との間でコンフリクトが生じるのではないかと思います。この点に関してご見解をお聞かせ下さい。

回答

取りうる用地の広さにも依存し、また漁港・漁村などでは活動・居住が海岸近くにならざるを得ないため何とも言えないが、景観機能から見ると観光施設では海岸林の緑地を挟んで海に出る配置も成立するのではないか。

津波の低減効果にはかなりの海岸林の幅が必要であるとしても、破壊された船などが漂流するのをブロックする効果は2・3列の樹木があれば期待できる。

論文番号 218

著者 二瓶泰雄, 関康太

論文題目 宮良川マングローブ水域における土砂輸送特性に関する長期連続モニタリング

討論者 長尾 正之 (産総研)

質疑 マングローブ林を通じて細粒の赤土が宮良湾に入り込んでいると思いますが, 1年間で見た場合, マングローブ林にトラップされた赤土粒子成分の何割くらいが海に入るのか. 収支のメドは立てられているのでしょうか?

回答 年間の土砂収支については現在観測を継続して行っているため, その結果をまとめていずれ公表する予定である. また, マングローブ水域内の河道部 (creek) では, 河床に堆積した赤土が再懸濁し, マングローブ林内や海に輸送され, その量は流入量の2-3割に達する. 一方, マングローブ林内に堆積した赤土は, そこでの流速が非常に遅いため, 再懸濁することはないものと考えられる.

論文番号 219
著者名 久保田光彦・藤原広和・長崎勝康・吉田由孝・細井崇
論文題目 小川原湖における水質・底質環境およびヤマトシジミの生息状況について

討論者 西田修三（大阪大学）

質疑

ここ数年のシジミ減少の原因として考えられるのは何でしょうか？

回答

ヤマトシジミの産卵・発生は夏季で、ヤマトシジミの産卵・発生には水温と塩分が大きく関係することが分かっています。近年、小川原湖のヤマトシジミが減少していた主な原因としては、2004年のヤマトシジミの幼生大量発生が起こるまでの間、大きな発生が無かったことが考えられます。小川原湖は北東部から海水が供給されますが、幼生発生に必要な塩分になるのは、湖の北東部の一部に限られています。よって、2003年までは小川原湖においてヤマトシジミの産卵・発生にとって良い環境が整っていなかったと考えられます。小川原湖のシジミは商品サイズに成長するまで、発生してから3-4年かかります。新規添加が少ない年が続くと数年その影響があります。2004年に大量発生したシジミが順調に成長すればシジミ資源量は今後回復すると考えられます。また、夏季には水深7-8mに水温躍層が形成され、躍層以下は貧酸素になり、それが長期に及ぶとシジミがある程度死滅してしまうと考えられます。2004年7月上旬は小川原湖の推定資源量18000トだったものが同年8月下旬は推定16000トになっています。

論文番号 222

著者名 三宅光一・甲斐広文・宮里高広・國吉啓太・山本秀一・田村圭一・岩村俊平

論文題名 人工構造物の表面加工によるサンゴ群集着生促進効果の評価

討論者 島谷学 (五洋建設)

質疑

サンゴの幼生は凹凸のどの部分（例えば鉛直面など）に着生しやすいのか？

回答

調査時における観察結果では、サンゴは凹凸の凸部分に添って着生している。サンゴ礁学会で発表されている着生板へのサンゴの着生状況をみると、平面には着生しにくくて直立面につく傾向があることが示されている。また、プラヌラ幼生の着生過程についても同様に、空隙部分に幼生が移動している様子が示されている。

これらのことから、サンゴ幼生は凹凸部の凸部直立面に着生し、そこを基点として成長することが多いものと考えられる。

着生後の成長を考えると、凹凸部の隅の部分についてのサンゴ幼生は、ウニ等の食害生物の影響を受けにくいことも凹凸の効果と考えられる。

討論者 長尾正之

質疑

群体数が粗度 10mm で下がる理由は？

回答

サンゴの着生過程をみたときに、最初にサンゴの加入に伴って群体数が増加し、その後にサンゴの成長とともに被度や最大径が増加する過程で群体数が減少する。群体数が粗度 10mm で下がるのは、粗度 10mm では他の条件と比較して群体の加入量が多いため、減少するのが目立っているためと考えられる。

図-4 の無加工の異形ブロックにおけるサンゴ群集の被度と群体数の経年変化をみても、群体加入量の多い水深 1m の区域では、粗度 10mm の区域と同様に群体数の減少が見られる。

論文番号：224

著者：三好順也，上月康則，倉田健悟，村上仁士，野田巖，岩村俊平

論文題目：港湾環境に及ぼす直立壁面の付着性二枚貝の影響に関する考察

討議者：長尾正之（産業技術総合研究所）

討議：

一次生産量を越える C の外向き Flax が書いてあるが，収支はとれているのか。

回答：

直立構造物の壁面 1m 幅あたりに生息する付着性二枚貝を介した有機炭素の移動を検討した結果であるので，一次生産量の収支を定量化したものではない。

討議：

一次生産量の中には，浮遊性藻類の他に，壁面の水面近くに存在する付着性藻類による一次生産量も入っているのか。

回答：

小松島港沖洲地区で出現した付着性二枚貝は，植物プランクトンを含む懸濁物をろ過・摂食する生物であるので，付着性藻類については検討していない。

論文番号 225

著者名 足立久美子・山崎真一・山下俊彦・江里口知己・市川哲也

論文題目 半開放性湾の水質変動モデル精度向上へ向けた取り組み ―石狩湾を事例として―

討論者 中山哲厳（水産総合研究センター水産工学研究所）

質疑

①プランクトン成長の温度依存性を変えています，プランクトンの種類はどのようなものでしょうか。

②Aラインの西側で底層に出現する chl.a 極大は何が原因でしょうか。

回答

①プランクトンの出現種には季節変動があり，冬季には冷水種に区分される大型珪藻が主体となっていた。これらの種は低温期にも増殖能力を持つと考えられる。モデルで一般的に使用されているプランクトン増殖式では，低水温時の増殖速度が非常に小さい設定となり，春季ブルームが再現できないなど，実際の現象と整合しないため，温度依存性の式を見直した。

②Aライン西側の底層に極大がみられたのは出水期の調査結果であるが，出水期は春季増殖期の末期に重なっている。東側では表層で低塩分・高 chl.a であり，明らかに出水の影響による増殖であったが，西側では出水の影響は全くみられず，おそらく春季ブルームの名残で高 chl.a であったと考えられる。なお，プランクトン組成も東西で全く異なり，西側の優占種は大型珪藻の *Coscinodiscus* 属であった。

討論者 山本潤（土木研究所寒地土木研究所）

質疑

①本文中に「生態系モデルのパラメータは田口らの伊勢湾・三河湾のものを用い，植物プランクトンの成長のみを修正したら，計算の再現性が良い」とあるが，他のパラメータはあまり寄与していないのか，それとも伊勢湾と北海道で同じでも良いのか，どう考えたらよいですか。

②密度流の計算において冬の北海道の表層熱収支を考慮すると表層水が冷却され重くなって沈み込むがこの計算ではどのようにになりましたか。

回答

①生物・化学パラメータの設定には，問題が無いとはいえないが，独自のデータを持ち合わせていないので，よく引用されている田口らの値を使用した。北海道とはいえ，石狩湾の場合は暖流影響下にあり，表層の水温範囲が4℃～25℃程度，プランクトン種組成も温帯沿岸域で通常みられるものであったことから，伊勢湾・三河湾における研究成果の引用を良しと判断した。

②計算層を表層から水深2mでは1mずつの層区分としており，1m厚の平均的な水温・流れを再現する計算となっているが，この計算結果では，表層水が沈み込むような現象は明確には現れなかった。

論文番号 227

著者名 関口秀雄・東良慶・Kriyo Sambodho, 酒井哲郎・石井克尚

論文題目 海崖前面の養浜砂浜域における地下水環境動態

討議者 花畑成志 (広島大学大学院)

質疑

・30m 前後の海岸から近いところで位相のズレが2~3時間も起こってしまうのか?

回答

1. 本研究の観測結果 (たとえば図-8(a)) は, 不圧帯水層 (砂層) の地下水位応答に着目したものである. このような場合, 本論文中にも述べたとおり, 汀線から数十m 陸側に入ると, 潮位変動に対する地下水位変動の振幅は著しく減衰し, かつ顕著な時間遅れ (数時間オーダー) を示すことには, 理論上からも矛盾はない.

一方, 被圧帯水層の場合には事情は異なる. 後述するように, 潮位変動に対応した被圧帯水層の間隙水圧変動は, 汀線から数百m~数 km の地点にまで伝播し得ることに留意したい.

2. さて, 不圧帯水層の潮位変動に対する地下水位応答の理論的考察の結果を, 本文中の式(1)~(9)にまとめている. それらを観測結果に適用すると, 図-8に示した大潮に近い状況の場合, 特性波数 λ の値が $0.04(\text{m}^{-1})$ の場合に, 地下水位変動の実測結果と予測結果は最もよく適合することが分かった.

このように同定された特性波数の値から, 不圧帯水層の代表的な透水係数 k の値を推定してみよう. 特性波数 $\lambda = [\omega/(2C)]^{1/2}$ であるから, 潮位変動の角速度の観測結果 $\omega = 7.1 \times 10^{-5}(\text{s}^{-1})$ を代入すると, 係数 $C = k \cdot d / n$ の値は $0.022(\text{m}^2/\text{s})$ となる. ここで, たとえば, 砂の間隙率 n を 0.4 , 不圧帯水層の厚さ d を $3(\text{m})$ とおくと, 透水係数 k の値は $2.9 \times 10^{-3}(\text{m}/\text{s})$ と算定される. この値は, 粗砂の透水係数として妥当な範囲内にある.

3. さて, 海岸地下水であっても被圧帯水層の場合には, 潮位変動に対応して間隙水圧 p の変動が汀線よりも相当の距離にわたって陸側に伝播する場合が少なくない. 以下, その理論的背景を補足する.

支配方程式は, 形式的には式(3)と同様であるが, 係数 C は圧密係数に対応することになる (本問題では帯水層の圧縮性が重要な役割を果たす). すなわち,

$$C = k / (m_v \cdot \gamma_w).$$

ここに, m_v は砂の体積圧縮係数, γ_w は間隙水の単位体積重量である. 潮位変動に

対する間隙水圧変動の解の表現も，形式的には式(5)～(8)となる．ただし，特性波数 λ の表現式中の係数 C の値は，不圧帯水層の場合に比べて，一般的に相当大きくなる．たとえば，粗砂を対象として透水係数 $k = 3 \times 10^{-3} \text{ (m/s)}$ ，体積圧縮係数

$m_v = 5 \times 10^{-5} \text{ (kPa)}^{-1}$ ，間隙率 $n = 0.4$ ，層厚 $d = 3 \text{ (m)}$ を想定してみよう．水の単位体積重量 γ_w の値は 9.8 kPa/m と表せるので，結局，被圧帯水層の $C = k / (m_v \cdot \gamma_w) = 6 \text{ (m}^2\text{/s)}$ となる．対応する特性波数は $\lambda = 0.0024 \text{ (m}^{-1}\text{)}$ と，相当に小さな値になる．したがって，この場合，潮位変動に対して間隙水圧の応答が顕著な振幅減衰と時間遅れを示すのは，汀線から数百 m 以上，陸側に入った地点になる．

砂礫等で構成される被圧帯水層のように，圧密係数 C の値がさらに大きいような場合には，潮位変動の影響による間隙水圧変動が陸側数 km の地点にまで伝播することも起こり得る．

論文番号 229

著者名 山田文則・細山田得三・上村雄一

論文題目 波浪推算モデルを援用した飛来塩分の発生・輸送過程に関する数値解析と
その現地観測

討論者 田中健路 (熊本大学)

質疑

風速などの大気側の入力境界で **log-profile** をとって計算してはどうか？(粗度のパラメータを含めて)。

回答

実際の海水面近傍の粗度パラメータおよび境界での風の鉛直分布がわかっている状態であれば、沖側境界においてこのような風の鉛直分布を入力することは有効的であると考えられる。しかしながら、境界での風の鉛直分布がわかっていない状態で、このような鉛直分布を与えても、実際に精度が向上するのかわからないといえる。ただし、今回の解析のように入力境界において風を鉛直に与えるものより、何らかの鉛直分布を与えたほうが、精度向上が見込められると思われるため、今後検討したいと考えております。

討論者 佐々木 淳 (横浜国立大学大学院工学研究院)

質疑

コンクリート構造物の塩害を考える際にはかなり長期的な飛来塩分量の推定が重要かと思われます。時系列の比較に加えて積分値の比較をされるのがよいように思いますがいかかでしょうか。

回答

降雨による洗い流しのない場合では、長期間に構造物に到達する塩分量を積分値で比較する方法が有効であると考えられます。しかしながら、実際の構造物では、降雨による洗い流しの効果があるために、単純に長期間の到達塩分量の積分値で比較することができないと考えています。そのため、今後、降雨による洗い流しを含めた解析を行い、長期間の塩分量を積分値で比較する方法について、検討していきたいと考えています。

討論者 山城 堅 (九州大学)

質疑 1

波浪は平面の計算で飛来塩分の輸送については断面 2 次元の計算が行われていますが、飛来塩分の計算を行う際に、波や風は補正されているのでしょうか。

回答 1

風の計算については、風向を考慮した補正を行っております。一方、波浪計算では、波向きの方は考慮せずに、波高および波の周期だけで計算しています。確かに、波向きを考慮したほう

が、計算精度の向上が見込めると考えられます。しかしながら、今回の解析のように、日本海沿岸を対象とした計算では、波向きの変動が小さく、その影響も小さいと考えられます。そのため、今回は波向きのほうを考慮せずに計算を行いました。

質疑 2

飛沫が発生した際の鉛直分布(塩分濃度の分布)は経験式で与えられていますが、その経験式は実際のところどの程度の精度なのでしょうか。

回答 2

今回の解析に用いた経験式は、実験および現地観測によるデータを参考にして、理論的な考察から得られた経験式であるため、傾向が大きく違うことはないと思われます。しかしながら、実際の飛沫の発生時の鉛直分布は複雑であり、観測されているデータも少ないため、具体的な精度について述べることは難しいです。

質疑 3

ある程度の波や風の条件について、飛来塩分の計算をしておけば、その結果をデータベースとして波や風の条件のみから、飛来塩分量を知ることができ、さらに、長期間の塩分量を推定できると思われますが、将来的にはそのような利用法を考えておられるのでしょうか。

回答 3

数値モデルにより、飛来塩分の発生・輸送過程と、気象条件、海象条件および地形の変化など、関係を正確に把握することができれば、その結果をデータベースとして飛来塩分量の解析を行う方法は有効的であると考えております。ただし、現在の段階における数値モデルでは、飛来塩分の発生・輸送過程と、このようなすべて影響を完全に把握することができていない状態であり、そのため、この結果を用いてデータベース化する方法が有効であるかは、今の段階では判断できない状態です。

討論者 木原 直人 (電力中央研究所)

質疑

風、波、日変化を考慮して飛来塩分を計算した場合、1日平均した風、波で計算したものと比べて、どの程度の違いがでますでしょうか。平均値だけでなく、分散値も用いれば、精度が向上すると思います。

回答

1日平均のものより、日変化を考慮した解析のほうが、精度はよくなると考えられます。どの程度違いができるは、今後、検討したいと思います。また、本研究では、研究対象をコンクリート構造物の塩害としており、今後、週または月単位での計算を考えておまして、このような解析の場合、1日平均でも入力データは十分に細かいと考えております。しかしながら、入力データは、平均値より分散値を用いたほうが、精度が向上すると思われ、1週間または1

ヶ月の入力データを分散値で処理する方法で、飛来塩分量を計算する方法について検討したいと思います。

論文番号 230

著者名 日比野忠史・松本英雄・水野雅光

論文題目 太田川デルタ地下水の流動と海底濁度層の形成

討論者 山下隆男（広島大学）

質疑

図5で、大きな turbidity が間欠的に発生している期間は、成層が形成されている小潮時で、成層が崩壊すると、turbidity は発生していない。これでデータの解釈に誤解はありませんか？この現象を内部波との関係で検討されていませんか？

回答

データの解釈に誤解はありません。躍層が形成されるのは海面下 5m 程度の深さであり、本観測地点（平均水深 22m）では内部波によると思われる海底での流速や圧力変動は観測されておりません。

討論者 西本拓馬（東工大 情報環境学）

質疑

- ・ 浮遊幼生の追跡計算を行う際の初期値（産卵日）については実際の産卵時刻を参照しているか.
- ・ 浮遊幼生の追跡計算において、吹送流や波浪の影響は考慮しているか.
- ・ DNA 解析を利用しているか.

回答

本研究では実際にサンゴの一斉産卵が確認された時期から浮遊幼生の追跡計算を行っている。また、流動場を計算する際には吹送流の効果を取り込んだ形で計算を行っているが、波浪効果については流動場計算に含まれていない。このような条件のもと計算された流動場を用いて幼生追跡計算を行っている。

DNA 解析については安田ら（2006）により琉球列島、本州南岸、フィリピン、パラオなどを対象とした集団解析が行われている。これにより、琉球列島内での海流を通した幼生交流が示され、本研究で取り上げた八重山・沖縄本島のコネクティビティ等が実際に存在する可能性が示された。

参考文献

安田仁奈，長井敏，浜口昌巳，灘岡和夫（2006）：日本国内のオニヒトデ個体群は遺伝的に混ざっているか，日本サンゴ礁学会第9回大会講演要旨集，p.40

論文番号 233

著書名 日比野 忠史, 小島 佑允, 村上 和生, 松本 英雄

論文題目 間隙水浸透場における有機底泥の膨張特性

討論者 林 文慶(鹿島建設)

質疑

有機物量の含有量が分かれば教えて頂きたい.

回答

本研究におきましては, 有機物量は強熱減量値として得られた値を考えています.

有機物がどのような物質で構成されているかは調べておりませんが, その指標として C/N 比を考えています.

一般的に言われているのは, 一次生産起源の有機物量には, 微生物による分解を受けやすいもの, されにくいもの, その中間のものといわれます. 分解されやすいものは, 沈降していく過程において分解されてしまうため, 底泥内には, C/N 比の大きい分解されにくい有機物が残留しています. (永尾ら, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.916-920. (2005)参考)

討論者 山口 知之(東亜建設工業)

質疑

有機物と底泥が結合することにより, 巻き上がりに対する強度が増加するのではないのか?

回答

底泥粒子自体に着目すれば, 有機物が結合することで, 粒径は大きくなり, 土粒子密度は, 肥大化した底泥粒子の方が, 同粒径の泥粒子よりも小さくなります. このことから, 有機物が結合したほうが巻き上がりに対する抵抗力は低下します.

また, 堆積底泥中の有機物は, 粘土粒子間の結合の主要因とされており, 底泥中では泥粒子は団粒化して存在し, 間隙を増大させる働きがあります. それによって底泥内は, 高含水比の状態に保たれ, 非常に緩い状態で堆積していることが考えられます.

以上のことから, 有機物が結合することで巻き上がりやすくなります.

第 53 回海岸工学論文集 討議集用原稿

1. 本論文について

論文番号：234

著者名：田中陽二、磯部雅彦、鯉渕幸生、五明美智男、大野嘉典

論文題目：新浜湖における水環境特性と微細気泡による曝気効果の検討

2. 討議について

討論者：日比野忠志（広島大学）

質疑

SOD の減少は底泥がどのように変化したためでしょうか。

回答

マイクロバブルによって底泥間隙水の DO が増えたため、SOD が減少したと考えられる。底泥の化学・生物学的な酸素消費はまだ行われており、間隙水の DO が減少すれば SOD も実験前と同じレベルになると考えている。実際に 9/13 の実験後に SOD が $4.96(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ から $2.18(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ に減少しているが、3 日後の 9/16 の実験前には SOD が $5.32(\text{g}/\text{m}^2/\text{day})$ と元に戻っている。

討論者：佐々木洋之（水産土木建設技術センター）

質疑

- (1) マイクロクリーン（微細気泡装置）の規格について（ポンプ水量・空気量の確認）
- (2) 空気実験中における装置による上昇流の発生状況について
- (3) 底質改善への空気実験・純酸素実験の効果について（改善に寄与したものがどちらか）

回答

- (1) 水中ポンプは出力 7.5kW のものを計 2 台使用した。コンプレッサーは使っていない。以下に実験日と送水量、送気量についての表を示す。

表：実験条件

実験内容	実験日	全送水量(L/min)	全送気量(L/min)
空気実験	9/8	100	30(Air)
	9/9	120	20(Air)
純酸素実験	9/13	100	27(O ₂)
	9/16	100	45(O ₂)
	9/20	60	21(O ₂)

- (2) 水面から見て確認できるような上昇流は発生していなかった。しかし、装置付近で水質の鉛直プロファイルが一様に近くなっているときもあり、鉛直混合は発生している。装置周辺でゆるやかな上昇流が起こっていると考えられる。
- (3) 残念ながら SOD の計測は純酸素実験中しか行っていない。ただし、本文中の図-14 で示したよ

うに、酸素送気量に応じて SOD が減少していることから、空気実験でも酸素送気量に応じて SOD が減少していたと考えられる。

論文番号 235

著者名 佐々木洋之・佐々木淳・武田真典・岡野崇裕・足立有平

論文題目 閉鎖性水域におけるマイクロバブル発生装置を用いた溶存酸素供給効果の把握

討論者 遠藤徹（大阪市立大学大学院）

質疑

DOの支配方程式について、詳しく教えていただきたい。消費の項などは考慮されているか？
また、拡散項に用いている拡散係数はいくらか？

回答

DOについては、三次元移流拡散方程式と物質濃度生成項により1計算ステップ毎の濃度変化を計算する方法を採用している。物質濃度生成項の評価は低次生態系モデルにより行っており、DO濃度の変化には、①光合成による生産、②有機物（デトリタス）の分解による消費、③植物プランクトンの呼吸による消費、④動物プランクトンの呼吸による消費、⑤水面での曝気、⑥底泥における消費の計6項目を考慮している。低次生態系モデルの構成、使用諸係数等は佐々木ら（1998）に準ずるものであり、詳しくは下記文献を参照いただきたい。

また、移流拡散方程式における拡散については、一次風上差分により発生する数値拡散を利用する形をとっており、拡散係数としては0を設定している。拡散のオーダーとしては水平方向について $10^{-3} \sim 10^{-2}$ (m²/s)程度、鉛直方向について $10^{-6} \sim 10^{-5}$ (m²/s)程度の値となるようにした。

佐々木 淳・佐貫 宏・磯部雅彦（1998）：東京湾における富栄養現象の再現計算，海岸工学論文集，第45巻，pp. 1036-1040

討論者 田中陽二（東京大学大学院）

質疑

水深22m程度でDOの上昇が見られたとのことであるが、生物的な効果はあるか？

回答

本実験を行った福井県日向湖は閉鎖性が強い塩水湖であり、実験期間中は20m以深がほぼ無酸素化している状態であった。20m以深の水は強い硫黄臭を発しており、底質から生物が全く検出されなかったことから動植物プランクトンが生息できる環境では無いと考えられる。生物的な効果としてはバクテリアによる有機物分解が考えられ、根拠となるデータは無いが、無酸素層に酸素が供給されることによる酸素消費が行われていたと考える。

論文番号 236

著者名 片倉徳男他

論文題目 酸素飽和度 200%の高濃度酸素水発生装置を利用した底質浄化効果と最適放流量の設計方法

討論者 佐々木 淳(横浜国立大学大学院工学研究院)

質疑

- ・ 菌数は時間を固定した場合高酸素の細菌数が多くなるのですが、時間をさらに延ばすと最終的に菌数はある最大値に漸近するのではないかと推察する。その最大値は高酸素水が大きいという理解でよろしいでしょうか？直感的に高酸素水のほうが底質中の酸化層の厚みが増すことが効きそうな気がしますか。
- ・ もしわかれば、等しい範囲の水質改善を行う場合、従来法とのコスト比較は大雑把にどのような感じになるでしょうか？

回答

- ・ 菌の増殖量には限度があるため、ご指摘のとおり漸近するがその最大値は高酸素水が大きくなると考えられます。また、高酸素の方が底質中の改善厚(酸化層厚)は厚くなり、その結果として底質表面の有機物の酸化分解が活発に行われ浄化に寄与します。
- ・ 飽和濃度の水を送る場合に比べると広範囲に酸素の供給が可能です。コスト試算の結果では同面積を対象とすれば、30%以上のコスト削減が可能です。

討論者 佐々木 淳(横浜国立大学大学院工学研究院)

質疑

- ・ 空気量、装置、コストや水域内での拡散時間を考えたときの、現実的な水域スケールと空気量を教えて欲しい。

回答

- ・ 装置は1 m³/min の装置が現実的である。このスケールでは計算上は6 ha 程度までの改善が可能で、これ以上のスケールでは、装置を複数設置することが必要です。曝気法などでは空気を送気量で性能決定をするようですが、本装置は空気の加圧により過飽和にして水を放流するため空気量としての性能評価は行っておりません。加圧力としては2Mpa が適性加圧力となります。
- ・

論文番号 237

著者名 遠藤徹・重松孝昌・建部祐哉

論文題目 鉛直循環流誘起堤体の曝気能に関する実験的評価

討論者 五明美智男（東亜建設工業（株） 技術研究開発センター）

質疑

実物を考える場合、堤体前面壁内部は直立体構造物となり固有振動数をもつようになるため、水深と同時に「入射波周期と振動数の関係」も把握しておくべきではないでしょうか。

回答

鉛直循環流誘起堤体は、夏季の平穏な波浪状況によって貧酸素化した底層域へ酸素の豊富な表層水を輸送させることによって、溶存酸素環境を改善するというものである。このとき、たとえ平穏な波浪条件下であっても、港湾海域に消波機能を有することのない堤体を設置することは考えられない。したがって、開発当初より、消波機能については検討をしておき、提案断面は、消波機能を考慮した上で構造諸元を決定している。本研究では、本堤体の曝気能について定量的な評価を試みたというものである。

討議者 佐々木淳（横浜国立大学）

質疑

実海域では護岸前面の底層で沖に向かう酸素供給をしても、すぐにショートサーキットを起こして鉛直循環流が誘起され、さらにその結果生じる水平方向の圧力勾配（岸向き）によって、水平方向の影響範囲は護岸のごく近傍に限られるのではないかと拝察いたします。よって、むしろ生物が付着する護岸壁面の下層および直上のDO向上を図る方がよいように思いますがいかがでしょうか。

回答

本研究では、鉛直循環流誘起堤体を設置することによって、その底層で溶存酸素がどの程度回復するかを検討したのではなく、気液界面を介して大気からの酸素の取り込み能力を検討したものである。もちろん、実用化に当たっては、護岸極近傍の底層における溶存酸素濃度がどの程度回復するかを検討することが不可欠です。底層における酸素濃度の向上は、堤体設置による「大気からの酸素取り込み機能の向上」、「水底への酸素輸送機能の向上」、「水中あるいは底面における酸素消費量の抑制」を考えなければならないが、本研究は「大気からの酸素取り込み機能」について検討したものである。今後、生物の影響も含まれる「水中あるいは底面における酸素消費量」を把握した上で、それらを考慮した検討を行う予定である。

討議者 藤原隆一（東洋建設）

波浪条件は、港湾域のような遮へい域の影響を考慮したものでしょうか。

回答

防波堤などによって遮蔽された内水域を具体的に想定しているわけではない。これらを具体的に検討しようとするれば、防波堤の配置と鉛直循環流誘起堤体の想定設置位置との関係によって検討の対象とすべき波浪条件が異なるので、汎用性がなくなる。個別案件については検討が必要であるが、開発段階である現段階では考慮していない。ただし、本提案堤体による鉛直循環流の誘起効果は、波高に依存するという知見は得ている。この知見に、斜め入射波に対する検討を加味することによって、ご指摘の影響はある程度考慮できると考える。

論文番号 239

著者名 矢内栄二・早見友基・井元辰哉・五明美智男

論文題目 谷津干潟におけるアオサの異常繁茂と干潟環境への影響評価

討論者 勝井秀博（大成建設（株） 技術センター）

質疑

- 1, アオサの異常繁茂を抑えるためにどのような方策を取れば良いとお考えか、流動の立場から、ご見解を聞かせて下さい。（干潟内の流動の停滞性が良いのか、悪いのか）
- 2, DNA で種の同定をされているが、その情報をアオサ異常発生の改善にどのように役立てるお積りでしょうか。

回答

1. 干潟内でのアオサの流動が干潟東部における循環流によるものと推定され、この循環流の発生には東側の谷津川が支配的であることから、谷津川からのアオサの流入を抑制することが効果的と考えています。干潟内の流動性は、海水交換の面から考えて停滞することは好ましくないものと思います。
2. DNA 解析は、従来冬季に枯死していたアオサが越冬を始めた原因の一つとして実施しましたが、種の同定自体は本来の目的ではなく、遺伝子の変化を解明することまでが目的としています。1に述べた物理的な対策以外に、化学的な対策を検討する場合に役立つものと期待しています。

討論者 二宮早由子（(株) 東京久栄）

アオサの生長については考えに加えられていないようであるが、生長が速いことから、大きくなると動かなくなるのではないのでしょうか。

回答 谷津干潟のアオサ自体はきわめて薄いため、容易に小さなシートに分離します。そのため、アオサは大きなシート状では堆積しておらず、小さなシートの一部が潮位変動により浮遊し、移動している状況です。谷津川の東京湾側では、アオサの比較的大規模な浮遊が認められます。

論文番号 240

著者名 遠藤秀文、Rahmadi Prasetyo、西平守孝、大中晋

論文題目 移植サンゴの定着率に関する長期現地モニタリングおよびサンゴ移植の適用性の検討

討論者 長尾正之（産業技術総合研究所）

質疑

再固着率の定義は？

回答：再固着の定義は、基盤上に固定した移植用サンゴ破片が生存し、かつ基盤に完全に固着（サンゴ片を軽く叩いて動かない状態）している状態としている。

討議者 瀬戸口喜祥

質疑

ミドリイシに比べて他のサンゴの結果が悪かった理由（移植種選定の考え方）

回答：種類によって結果が異なった要因として、①チジミウスコモンサンゴおよびハナヤサイサンゴの基盤への再固着に要する期間は6ヶ月～1年と、ミドリイシの3ヶ月程度よりも非常に長く、この期間の違いが波・流れの外力によるサンゴ破片の脱落、また基盤上での藻類の繁茂によるサンゴ破片の被覆などが影響し、ミドリイシ以外は低い再固着率を示した、②ハナヤサイサンゴは2004年1月～3月の高海水温（平均約30°）の影響で、殆どのサンゴ破片が白化し、死亡したことが挙げられる。

サンゴ種選定の考え方としては、試験場所であるクタの礁地に多く生息する代表的な3種類のサンゴが投入した自然石基盤への移植に適応するか確認するため、これらサンゴ種を選定した。

質疑

水中ボンドを使用した移植法の考えについて（なぜ検討しなかったか？）

回答：現在、バリ島のクタ海岸の礁地では過去に採掘されたサンゴ礁の一部（3～4haの規模）を修復することを計画している。また、この修復エリアには1年数ヶ月の期間で数十万のサンゴ破片を移植することを計画している。よって、多くのサンゴ片を短期間に移植するためには、水中で早くサンゴ片を固定できる手法を適用することが望まれる。上記を勘案し、水中でできるだけ早く固定できる手法として、水中ボンドの移植法は採用せず、鉄片・1点固定、テグス・2点固定およびワイヤスプリング・2点固定の3種類を採用した。

論文番号 242

著者名 滝川清・増田龍哉・森本剣太郎・松本安弘・大久保貴仁

論文題目 有明海における干潟海域環境の回復・維持へ向けた対策工法の実証試験

討論者 田中昌宏（鹿島建設株式会社 技術研究所）

質疑

1. 横島なぎさ線について波浪条件を教えてください。
2. 図-3 をみると、2003年6月～9月にかけて生物が急激に増加しているが、その内容、メカニズムについて教えてください。
3. 小規模実験では浸食がおきているが、大規模実験では浸食に対する対策はなされているのでしょうか？

回答

1. 横島なぎさ線の波浪条件は波高 3.15m, 周期 5.68sec となっております。
2. 2003年6月～9月にかけて生物が急激に増加した理由として、造成直後の秋季や半年後の春季に定着したベントスが成長して増加したものと考えております。メカニズムについては、今後明らかにしていきたいと考えております。
3. 大規模実験での浸食に対する対策としては、石積みで覆砂を囲うのではなく、突堤を護岸より垂直に配置することによって、覆砂した砂や横島なぎさ線前面の砂を定着させる構造としております。

討論者 西村尚哉（広島大学）

質疑

1. なぎさ線の覆砂の選定をどのように行なったのか。粒度分布、配合条件の調整など。

回答

1. 横島なぎさ線では試験地前面と同じ粒度組成になるように覆砂材を配合し、熊本港干潟なぎさ線では覆砂材の配合は行なっておりません。

討論者 花畑成志（広島大学 大学院）

質疑

1. 人工巣穴中に溜まってしまふ細粒分の対策としてどのように考えているのか？

回答

1. 細粒分の堆積が、人工巣穴の効果にどのような影響を及ぼすのかが分かっておりませんので、今後の追跡調査の結果をふまえて検討したいと考えております。

討論者 押田さやか（広島大学）

質疑

1. 「人工巣穴」を設置した時，2週間後の結果で，比較対象地点での生物数が大幅に減少した理由.
2. 人工巣穴3種の場合は，生物数が増加していたのは良い結果ではあるのですが，現地の土壌の状態がどのようなものかわかりませんでした.

回答

1. 人工巣穴を設置した場所は，底質環境が悪化した生物の少ない場所であるため，比較対象地点で生物数が大幅に減少した理由は季節的な変化と考えられます.
2. 現地の土壌の状態は図-7~9 に示す通りで，人工巣穴による底質改善効果等については，今後の追跡調査の結果をふまえて報告したいと考えております.

論文番号 244

著者名 片倉徳男他

論文題目 人工干潟の地形安定化工法に関する現地実験－阪南 2 区干潟創造実験－

討論者 平石 哲也(港空研)

質疑

- ・ 波浪による侵食対策として転石ブロック等が使われています。付着生物はカニなどが多くなるようですが、干潟が目指す生物相と異なることは無いですか？

回答

- ・ 本実験はあくまでも地形変化が著しい干潟縁部に設置する構造物が生物生息環境になるかどうかを見たものです。構造物を設置しない内部の干潟は目的とするベントスを中心とした生物相が構築されます。地形安定化工法にも少しでも生物相が豊富となる材料を使用することで、干潟全体に多種多様な生物相を構築できると考えております。

討論者 日比野(広島大学)

質疑

- ・ 浚渫土と覆砂材の境界はどのようになっているか？
- ・ 潜堤が生物の生息に邪魔をしないか？

回答

- ・ 浚渫土の上に生分解性のシートを敷設した上に覆砂材を敷設しています。
- ・ 潜堤は捨石で構築され内側に透水性のシートは設置しています。また潜水によっても浚渫土が外部に流出した形跡はないようです。潜堤は直立擁壁ではありませんので潜堤をはさんで魚類の移動が見られており、特に生物に邪魔な構造物形式ではありません。

論文番号 245

著者名 村上仁士・上月康則・三好順也・野田巖・久本忠則・伊藤春樹・岩村俊平・北野倫生・
山本秀一

論文題名 直立型海岸構造物を利用した浅場創出事業

討論者 勝井秀博 (大成建設(株)技術センター)

○質疑

実証的研究に敬意を表します。ポーラスコンクリートの生物付着能力は短期間では通常のコンクリートより優れていると思います。長期的な付着性能について、両者の比較特質の差などについてご見解をお聞かせ下さい。

○回答

実証実験では通常コンクリートとポーラスコンクリートの海中への設置時期は異なっていたため、付着能力の違いについては明らかではない。長期的にみると、通常コンクリート表面にはマガキなどの大型二枚貝の殻が二次的な生物生息場となるため、思ったよりも多様な生物が生息できるということがわかっている。一方ポーラスコンクリートにも時間の経過とともに同様の傾向がみられた。ポーラスコンクリートでの生物生息場としての特徴は、空隙があるため例えばゴカイなど埋在性の生物が比較的多く生息できる点などにあると考えている。

討論者 市村 康 (日本ミクニヤ(株))

○質疑

図-9 の構造物は人が移動できるようになっているとのことですが、もし潜水しているのであれば C. D. L. -0.9、-1.9、-2.9m と高さの違いを数値であればあらわしにくい定性的な評価もできるかと思いますが、何かありましたらコメントをください。

○回答

今のところ、移動性の高い魚類などの評価には半定量的な方法と言われている CR 法を用いることを考えている。しかしながら、魚類は人が近づくと逃げるため厳密な評価を行うことが難しいと感じている。この解決策の一つとして、浅場に依存する生物、つまり移動性が低く場の環境に依存する生物(大型の棘皮動物や底在性の魚類等)を可能な限り定量的に把握することで評価できるのではと考えている。

論文番号 246

著者名 市村康・木幡邦男・木村賢史・小泉知義・樋渡武彦

論文題名 人工干潟における底生動物生息環境の改善に関する実証実験

討論者 中條 壮大 (大阪市立大学大学院)

質疑

潮上帯への給水形式について

回答

当該人工干潟外の常時冠水域に水中ポンプを設置し、潮上帯上部の給水槽へ海水を供給するシステムになっている。給水槽は、土留めの側壁のみで底部より海水が漏水するように作成した。なお、海水の供給は、水位フロータースイッチにより制御し、水位が下がるスイッチが入りポンプが動き海水の供給が始まり、水位が上がるとスイッチが止まり海水の供給が止まるようになっている。

討論者

質疑

- ① 給水によって保水性が高まるということはわかったのですが、実際の数値としてはどのように変化があったのかを教えてください。
- ② 給水の量を変化させることで、生物相にどのような変化があるとお考えでしょうか？給水量を多くすることはできないとおっしゃりましたが、給水量を少なくし、その時の土壌変化を知ることができるならば今後の自分の研究のためにも是非教えてください。

回答

- ① 給水前の潮上帯の含水率は 22.3%で、給水後の含水率は 27.6%と保水性が高まった。
- ② 給水量を始める以前の生物は、多毛類のみの出現もしくは無生物の状態であった。供給すると、無生物の状態はなくなり、多毛類の出現個体数が増えた。仮に給水量を多くすると、潮間帯や潮下帯の生物の出現状況を似てくると考えられる。例えば、節足動物や軟体類の 2 枚貝などの出現などが考えられる。

論文番号 248

著者名 渡部要一・佐々真志

論文題目 干潟堆積構造の地球物理学的評価と形成要因－砂質・泥質・砂泥二層干潟－

討議者 織田幸伸（大成建設 技術センター）

質疑

砂干潟のバー部にサクシオンが発生するというのですが、仮に、泥質干潟にその様な地形が発生する場合には、同様にサクシオンが発生する可能性があるのでしょうか？

回答

泥質干潟の場合には、バー・トラフ部が発生することはあまり無いと思われませんが、もし仮にそのような領域が発達したとしたら、あるいは微地形として局所的に干出する領域があったとしたら、同様にサクシオンが発達して、地盤が密になっていく傾向も見られると考えられます。しかしながら、ここで議論しているサクシオンの発達は、干出した地盤表面からの地下水の低下に起因しており、これを支配するのは干出地盤の透水係数と規模です。もし仮に数メートル幅のバーが発達したとしても、泥質干潟の透水係数は非常に小さいので、干出中の地下水位は無視し得る程度にしか低下しないものと考えられます。したがって、干出時間が数時間ではなく、非現実的な1週間や1ヶ月と長ければ、無視し得ないほどのサクシオンが発達することもあるかと思いますが、実際の現象としては、泥質干潟でのサクシオンの影響は無視し得ると考えるべきだと思います。しかし、泥質土であっても砂分含有率によって地下水位が有意に低下する場合にはこの限りではありません。

論文番号 249

著者名 森本剣太郎・滝川 清・古川恵太・増田龍哉・幸田亜紀・山下絵里子

論文題名 人工潟湖干潟における生態系発達機構と物質収支に関する研究

討論者 田中昌宏（鹿島建設・技術研究所）

質疑

本研究で対象とした干潟は、特殊な環境と考えられる。今後有明海の再生に向けて、本研究の成果とどのように活用して行こうと考えているか？

回答

野鳥の池は、潮溜まりを持つ人工潟湖干潟という特殊な環境である。今回発表した内容の時点では、有明海への再生に直接結びつく成果は得られていないが、これまでの追跡調査のデータは非常に貴重であり、今後周りの干潟との関わりについて調査を行い有明海への再生に結び付けていく予定である。

論文番号: 250
著者名: 高山百合子・国分秀樹・奥村宏征・湯浅城之・片倉徳男・
上野成三・松田治
論文題目: 沿岸未利用地への海水導入による環境再生実験に関する水質シ
ミュレーション

討議原稿作成者:
氏名: 高山百合子
所属: 大成建設技術センター
Tel: 045-814-7234

討論者: 磯部雅彦 (東京大学)
質疑 海水導入池の水質浄化機能が、季節変動の中で有効性を持つこ
とは考えられないでしょうか。

回答 海水導入池の浄化機能は、干潟やアマモ場などのような自然の浄
化能力をどれだけ上げられるかが重要であり、当然、季節変化に
追従した浄化能力が発揮される。特に、生物生息地にとって底質
条件が厳しい夏季においても激しく還元化が進行しないように注
意して底質環境を整備する必要がある。

討論者 瀬戸口喜祥 (総合科学株式会社海域環境部)

質疑 ①未利用地の浄化能力は現状どうなのか。

②浄化能力の評価方法

回答 ①英虞湾で実験を行っている未利用地(堤防背後の休耕地)は、
現況調査から底質 COD が 70mg/g 乾、生物量が周辺の干潟の 1/4
以下であったことから、明らかに負荷量が浄化能力を超えている状
態と考えられる。実際に未利用地を整備する場合、堆積している
汚濁底泥を除去した状態で正味の浄化能力を判断する必要がある。
②本研究では、浄化能力を定量的に求める目的で未利用地に流
出入する水質の 24 時間連続観測を実施し、水質項目の濃度(溶
存態, 懸濁態, 有機, 無機)を計測し物質フラックスを求める。この
フラックスについて周辺の干潟における同量と比較することにより
浄化能力を評価する。

論文番号 251

著者名 土田孝・吉牟田卓・浅海綾一

論文題目 一次元水圧変動による海底地盤表層からの細粒分移動に関する研究

訂正

表-2の差し替え。Test No.2の水圧を11.76kN/m²と記述したが5.88kN/m²が正しい。Test No.3の周期を3秒と記述したが5秒が正しい。

表-2 変動水圧の载荷条件

試験番号	変動水圧 (波高)	周期 (s)
Test No.1	11.76kN/m ² ($H^*=1.2\text{m}$)	3
Test No.2	5.88kN/m ² ($H^*=0.6\text{m}$)	3
Test No.3	11.76kN/m ² ($H^*=1.2\text{m}$)	5

討論者 金山進 (五洋建設技術研究所)

質疑

波浪場で底泥が受ける力は、今回の実験のような等方的な応力の変動に加えて水面波形勾配によるせん断も作用すると思われませんが、このあたりはどう考えればよいか。

回答

本研究では一次元での水圧変動の効果のみを考えた。波浪場での底泥はせん断変形を繰り返しており、水圧変動だけでなくせん断変形の影響を考慮すると、より液状化しやすく細粒分の移動もおこりやすいと考える。今後は水圧変動とせん断変形が同時に起こる場での細粒分の移動を調べたいと考えている。

討論者 織田幸伸 (大成建設技術センター)

質疑

屋内試験の結果では5~10cm程度の範囲での細粒分の移動が確認されているが、実際の施工例ではもう少し厚い層での現象になっていると思う。室内実験と現地を比較する場合にその違いは何か。

回答

水圧については人工干潟の設計波を参考に決定したので違いはない。また、粒度についても人工干潟の施工例を参考に決定したので大きな違いはないと思う。10cmより深い層からの細粒分の移動のメカニズムについてはよくわかっていない。一次元水圧変動だけではなく、波浪によるせん断変形の影響も含め、今後検討したい。

論文番号 252

著者名 吉村直孝・上月康則・村上仁士

論文題目 潮間帯付着生物相による海域環境の定量評価指数の提案

討論者 二宮早由子（東京久栄）

質疑 海ソウなら北大などで波との関係を石こうで評価報告しているので参考にしてはどうですか

討論者 磯部雅彦（東京大学）

質疑 付着生物に対する波高の影響はどのようにお考えでしょうか。

回答 本研究は IF と水質の関係に着目したことから、波高の関係は未検討であるが、研究対象が潮間帯であるため、波高との関係は検討課題である。二宮氏のご指摘の他にも、海藻及び付着動物と波高の関係は研究例があり、今後、それらの成果を参考にし、IF と波高の関係について検討を加え、IF の特性を明らかにしたい。

論文番号 254

著者名：山口正隆・大福 学・畑田佳男・野中浩一

論文題目：相模湾周辺海域における波高の年別変動と長期変動の考察

討議者 宇治 豪（アルファ水工コンサルタンツ）

質疑

エルニーニョ年とそうでない年とで波浪の資料を見ておられるが、エルニーニョは低緯度の現象の変化と対応する。また、太平洋全体の気圧場一風の変動の関係を調べるのは理解できるが、エルニーニョと波を直接比較する根拠一考え方は何か。

回答

エルニーニョ年では台風の勢力や南方海域での滞在期間が通常年と異なるという既往の結果を考えると、とくにエルニーニョ年の影響がうねり性波浪として周期や波高に現われるのではないかと考えました。現にこうした点に対して気象協会の坂井氏らにより沿岸波浪観測資料に基づく検討が行われています。

討議者 速水祐一（佐賀大学 有明プロ）

質疑

冬季の波浪の場合、台風でなく北西季節風の影響が大きいと考えられる。したがって、エルニーニョよりもアリューシャン低気圧の強さの変動を表すような指標と比較した方がよい。例えば、NPIなどの他の変動と比較されてはいかがでしょうか（コメント）。

回答

適切なコメント有難うございます。今後の研究の参考としたいと思います。

論文番号 255

著者名 河合弘泰・橋本典明・松浦邦明

論文題目 確率台風モデルを用いた地球温暖化後の瀬戸内海における高潮の出現確率分布の推定

討議者 高山知司（京都大学防災研究所）

質疑

高潮対策を行う場合に用いる高潮の確率年はどのように設定するのか、考えがあれば述べて欲しい。

回答

背後地の重要度に応じて確率年を設定できれば理想である。また、被害の発生のしかたを考えれば、高潮の確率年は波浪の確率年の数倍に設定して良いと思う。なお、現実には既に多くの高潮対策施設が伊勢湾台風級の高潮や既往最高潮位に備えて整備されており、この計画潮位を今から大幅に見直すのは困難である。まずは、現行の計画潮位の再現年数がどのくらいで、その潮位を大きく超える可能性があるか、といった長い再現年数に対する潮位の出現特性の検討から始める必要があると考えている。

討議者 村上和男（武蔵工業大学）

質疑

将来台風において、「台風属性値の時間変動量の空間場が北へ緯度で 1.5 度移動する」という仮定は、どの位正しいか？

回答

「北へ 1.5 度」という仮定は、気象研究所・気象庁の温暖化予測実験で出力された気圧・風の分布から台風を抽出し、現在と将来の気候下において台風の統計量を相互相関解析した結果を踏まえたものである。温暖化予測実験そのものに不確実性があり、出力された気圧・風のデータが 20km 間隔の日平均値で 20 年分しかないために統計処理にも不確実性があることは否めない。しかしながら、定性的にはこのような変化が生じるものと考えており、今後起こり得る可能性の一つとして捉えている。

討議者 田井 明（九州大学）

質疑

高潮の予測精度を向上するためにどのような手法が考えられるか？

回答

瀬戸内海の高潮の推算精度を高めるには、MM5 など局地気象モデルを用いて海上風の推算精度を高めることが最も有効である。しかし、本研究のように数百ないし数千個の確率台風に対して高潮を計算する場合、局地気象モデルでは演算時間が非常に長くかかり、た

とえそれが超高速コンピュータの導入で解決されたとしても、台風周辺の気象場（気圧配置）を確率的にどのように与えるかという別の面での課題もある。そのため、経験的な台風モデルそのものをもう少し改良すること、あらかじめいくつかの台風に対して台風モデルによる風と気象モデルあるいは観測による風との相関関係を求めておき、台風モデルによる風場をこの相関関係で補正すること、この2つが現実的な方法であると考えている。

論文番号 256

著者名 吉野純・村上智一・林雅典・安田孝志

論文題目 高潮計算精度に及ぼす入力気象場の再現性の影響

訂正 なし

討論者 村上和男（武蔵工業大学 工学部）

質疑1：

二次元モデル CASE1 と気象モデル CASE2 で高潮計算の比較を行っているが、瀬戸内海を 3km メッシュで計算しているが粗すぎるのではないかと？

回答：

ご指摘の通り、微細な地形の効果を加味する上で、「3km メッシュ」は十分な解像度であるとは言えません。しかしながら、大気-海洋の双方を 3 次元時間発展型方程式で解く必要があるため、計算精度・計算領域・計算期間・計算機資源の面から最適な解像度を選択せねばなりません。空間解像度を上げれば、計算機の制約上、その分、計算エリアは狭くなり、計算時間も飛躍的に大きくなります。また、この事例に関して言えば、広域スケールでの海水の動きを如何に精度良く再現できるかが重要であると考えますので、3km メッシュという水平解像度が最適であるという結論に至りました。

また、瀬戸内海のように小島が多い領域に対して、3km メッシュで、海底地形の情報をそのまま入力することで悪影響が生じるものと推測されます。そこで本計算では、サブグリッドスケールの小島を取り除く処理を施しております。そして、本事例の計算に先だって、平時における潮位変動の再現計算を多数実施し、精度検証を行うことで、サブグリッドスケールの小島を取り除いても、その再現性に全く問題がないことを確認しております。

今後、高解像度な地形データに基づき微細スケールの高潮計算を実施できるよう、海洋モデルのネスティング技術を開発する必要があると考えています。

討論者 村上和男（武蔵工業大学 工学部）

質疑2：

二次元モデルの風速の結果が台風接近 2 日前ぐらいから 17m/s の風速となっているがこれは大きすぎるのではないかと？

回答：

この台風は、2 日前（2004 年 8 月 28 日頃）には、高知県の沖 200km の海上にあり、ゆっくりと西に進み、29 日頃に急激に進路を北東にとり九州中国地方を縦断しました。そのため、再接近の 2 日前であっても、日本列島の比較的近くに台風が位置し、且つ、進行方向の右手側に検証地点が位置することから二次元モデルでは強風を評価しました。この結果は、実際に室戸岬（図-6b）で、強風が 2 日前から観測されていたこととも矛盾しません。しかし、大分（図-6a）や徳島（図-6c）では、このような強風は観測されていません。気象モデルは、様々な物理過程

(地表面過程, 大気境界層過程, 放射過程, 降水過程) を考慮しているために, 単純な二次元モデルに比べて, 地点毎の特性に見合った風速をどの地点でも精度良く再現できます.

討論者 柴木秀之 ((株) エコー 環境水工部)

質疑 3 :

瀬戸内海における観測風との比較はなされているか?

回答 :

論文中の図-6 で, 気象官署 (大分, 室戸岬, 徳島) の観測風 (陸上) については比較がなされています. 海上における比較は, 観測データがないために検証できていません. 多くの物理過程を考慮した気象モデルでは, 2D 台風モデルに比して, 陸上/海上に拘わらず風速場の精度は高いものと考えられます.

討論者 柴木秀之 ((株) エコー 環境水工部)

質疑 4 :

適用した方法により, 瀬戸内海の風場がどのように変化をしたかを把握されていれば教えていただきたい.

回答 :

台風通過時の紀伊水道や豊後水道においては, 2D 台風モデルに比べ気象モデルは, 局所的な強風が発達しやすいという違いがあることが分かりました. 地形による縮流効果, 局所スケールのレインバンドの通過, などが起因していると考えられます. よって, 特に瀬戸内海のように陸地の影響を強く受けやすい場所では, 気象モデルによる結合が必須となります.

討論者 山下隆男 (広島大学)

質疑 5 :

瀬戸内海のような陸上地形の影響を大きく受けている内海での吹送流や風波の解析には気象モデルを用いることの重要性は, 幾つかの研究で既に明確にされておりますが, 本論文では水道を通過して出入りする外洋からの海水流動が極めて重要であるかのように強調されすぎているように思います. 反閉鎖水域の水道での流入量には限界がありますので, 幾ばくかの影響はあっても巨大な高潮を発生させる要因にはならないと思われます. この点, 誤解を招くような表現は良くないと思われます.

回答 :

「強調されすぎている」とのご指摘ですが, 本研究で得られた結果の多くは, 強い南風に伴う「海水流入」が本質的であることを支持しています. よって, この部分については誤解を招く表現ではないと考えます. また, 気圧や風を on/off にすることで感度分析を実施し, 気圧による吸い上げ効果よりも, 風による吹き寄せ効果が本質的であるという結果を得ています. 更に, 豊後水道や紀伊水道での入り口での海水流入量を評価しても, 平時に比べて 2 倍近くの海水流入

が生じていることを鑑みても、海水流入量の多寡が潮位に大きな影響を及ぼしていることは間違いないと考えます。

ただし、「外洋から」という事に関しては、現在までの結果から実証できていません。これを確かめるためには、豊後水道や紀伊水道を閉じた計算を行ったり、また、水塊の後方流跡線解析を行ったりすることで、厳密に「どの場所からの海水流入」が高松における高潮位に影響したのかを評価する必要があると考えます。

討論者 山下隆男（広島大学）

質疑6：

さらに、本研究では、空間解像度 3km メッシュの計算結果ですので、瀬戸内海の水道での海水流動を再現しているとは、思えません。このような計算条件で、海洋と内海の海水の重要性は議論できないと思われませんが、この問題を解決するために工夫された点がありましたら、お教え下さい。

回答：

質疑1の回答を参照下さい。平時の潮位変動の再現を多数実施することにより空間解像度 3km であっても再現性に問題が無い（高精度である）ことを確認しています。また、潮位変動は、高松に限らず、他の瀬戸内海沿岸地域においても高い精度であることを確認しています。そのため、空間解像度の大小が本研究の議論に影響することはないと考えます。広域高潮の計算誤差の本質は、高潮モデルの空間解像度の高低にあるというよりは、外力となる気象場の再現精度の高低にあると考えます。

論文番号 257

著者名 駒井克昭, 日比野忠史, 松本英雄

論文題目 黒潮の蛇行・直進による西日本南岸水位の推定

討論者 アルファ水工コンサルタンツ

質疑 すでに海洋大循環モデルとデータ同化手法を用いて黒潮流路を気象庁や JAMSTEC で再現している。この情報を先生のモデルとつなげてうまく利用できませんか。

回答 海洋大循環モデルで実測データよりも高密度なデータを得られれば、それらのデータを用いることで計算条件を設定しやすくなるので、本解析法は海洋大循環モデルのデータを沿岸域にスケールダウンする手法の一つとしても有効だと考えます。

論文番号 258

著者名 中野俊夫・大澤輝夫・吉野純・益子渉・河合弘泰・松浦邦明

論文題目 台風ボーガス高度化による数値予報モデルを用いた海上風推算手法の精度向上

討論者 山下隆男 (広島大学)

質疑

新ボーガス、既存ボーガスの内容が示されないまま、効果のみ述べられているので、新ボーガスの評価が分かりにくい。新ボーガスは気象場を置き換えることなく気圧、傾度風場のみを置き換えているのか？温度分布はどのようになっているか？理論的には、既存ボーガスの方法論のほが納得できるのですが、新ボーガスが結果として良いと主張される根拠は何処にあるか？

回答

新ボーガスも、客観解析値の中に、理想的な台風の3次元構造を埋め込むという点では既存ボーガスと同じ概念である。新ボーガスの作成手順は、①地上気圧分布の計算、②3次元高度場の計算、③非対称成分の付加、④温度場の調整、⑤ゲス値への埋め込みである。温度場は、式(1)に示すように、等圧面高度が変化した分を湿潤断熱減率により調整した。ここで T_b , H_b は、ボーガス投入後の気温、高度を、 T_g , H_g は、客観解析値の気温、高度を示し、 Γ_m は湿潤断熱減率を示す。

$$T_b = T_g - \Gamma_m (H_b - H_g) \quad (1)$$

新ボーガスが良いと主張する根拠は、以下の4点である。

- a) 既存ボーガスは中心気圧を陽に設定できないが、新ボーガスでは陽に設定できる。
- b) 既存ボーガスは、地衡風の間係を仮定しているため、中心気圧を再現するためには、しばしば非現実的な風速を投入することになるが、新ボーガスは傾度風の間係を仮定しているため、現実的な値を設定できる (論文中図-2)。
- c) 初期・境界値に使用している気象庁の客観解析値には既に気象庁独自のボーガスが投入されているため、これと類似のスキームで再投入することが望ましい。
- d) 新ボーガスを投入した場合と既存ボーガスを投入した場合の推算精度を比較すると、中心気圧の推算精度に変化はないものの、進路推算誤差は減少しており、精度が向上したと考えられる (論文中図-3)。

論文番号 259

著者名 佐藤大作・横木裕宗・藤田和彦・桑原祐史・山野博哉・島崎彦人・茅根創・渡邊真砂夫

論文題目 海面上昇後のマーシャル諸島マジュロ環礁における地形維持過程の数値シミュレーション

討論者 稲垣聡 (鹿島技術研究所)

質疑

- ① 海面上昇は100年というスパンでゆっくりと進行していく現象でもあるので、有孔虫が島を形成していくスピードが、海面上昇に追いつけば、島は維持されるというシナリオもあり得ると思います。この島の場合、現状は有孔虫の生産が落ちているようですが、何らかの方法で生産が復活すれば上記のシナリオはあり得るのでしょうか？
- ② そもそも、有孔虫の生産が下がっている理由は何でしょうか。海水温が温暖化で上がって(?)いるためとすると、生産量の復活は難しいのでしょうか？

回答

- ① 本研究では、日常的な州島への堆積物供給には有孔虫による堆積物生産量を、輸送・堆積には波による沿岸漂砂量を算定し、両者の比較を行いました。それより、現状の有孔虫による供給量と波による沿岸漂砂量との間には大きな差が生じているという結果を得ました。そのため、将来有孔虫の供給量が増加することによって州島への安定的な堆積物供給が可能となれば、海面上昇による急激な地形変化の加速は大きく緩和されると考えられ、おっしゃられているシナリオも存在すると思います。ただし、これは上述の仮定の下に行った研究から言えることであり、地形の人工改変やその他の底質供給との兼ね合いも影響していると考えられるため、今後州島の維持形成を考えるにあたっては現象を全体的に捉えた視点での取り扱いが必要になってくると考えています。
- ② 有孔虫に関してはいまだ未解明な部分が多く、生態に関してもあまり詳しいことは分かっていないのが現状です。海水温や日射量、水深といった周辺環境に影響を受けていることが考えられますが、本研究より得られた、「非常に都市化の進んでいる Uliga 地域においては有孔虫がほとんど見られなかった」ということを考慮すると、人間活動によって変化した海水環境が何らかの負の影響を有孔虫に与えていることが予想されます。

討議集原稿作成者：

氏名：信岡尚道

所属：茨城大学工学部

tel: 0294-38-5173

論文番号:260

著者名：信岡尚道、三村信男、藤巻英明、林百合子

論文題目：茨城県沿岸の長期の高潮・津波浸水リスク

討論者：平井住夫（兵庫県）

質疑：現在の海岸堤防は越波対策で築造されたもので、防潮堤構造ではないと考えられる。海面上昇後は高潮越波による海岸堤防の破堤を想定した被害予測をする必要性について、どのように考えられていますか。

回答

具体的な検討を全くしていませんが、わが国では重要なリスクの一つと考えています。

海岸堤防はこれまで数十年の歳月をかけて建設して、わが国の安全を確保してきました。容易に全てを整備し直せるものではないことは明らかです。気候・海象変動による、越流、越波、破堤にともなう背後の被害リスクを早く試算し、計画的な整備が必要と考えられます。

しかし、気候変動・温暖化による台風強度の変化予測も数値的にはかなり不確実な現在では、防波堤の設計にその単体の変動を考慮するのは、予算的な環境的な視点から難しいでしょう。したがって、多様な気候変動による被害リスクのデータを保持する目的で、破堤も検討対象の一つに入れるべきかと思います。また、具体的な整備計画に気候変動を考慮するならば、例えば津波と気候変動による高潮リスクへの対応、護岸に頼らない自然的な海岸防護と環境の両立のような、複合的機能・効果を持たせた形式を採用するのが現在の世の中の流れと考えています。

論文番号:260

著者名：信岡尚道、三村信男ら

討議集原稿作成者：

氏名：信岡尚道

所属：茨城大学工学部

tel: 0294-38-5173

論文番号 261

著者名 目黒邦夫・佐藤慎司・鯉渕幸生

論文題目 海岸に漂着する流木の挙動解析

討論者 奥村与志弘（京都大学大学院情報学研究科社会情報専攻）

質疑

流木管理については細かく区分されているにもかかわらず、全体的な被害を把握する必要があるのは何故でしょうか。

回答

抜本的な対策を構築するためには被害の全体像を把握することが重要だからです。更に対策費の申請に関しては、県として国土交通省に緊急に申請する必要があり、全体的な被害を早急に把握することも必要とされています。

質疑

沿岸に漂着する流木の量と、それを処理するコストとの関係は直比例なのでしょうか。それとも、段階的に増加するのでしょうか。

回答

処理コストの詳細については不案内ですが、基本的には比例関係にあると思います。ただし、処理量が多い場合には仮置き場の確保等にも費用がかかるため、更に処理コストが増加すると予想されます。

討論者 平井住夫（兵庫県県庁）

質疑

海岸漂着流木の撤去事業申請には、漂着量を緊急に報告する必要があり、県ではその調査に苦慮している実情がある。この研究で、漂着の全体像が予測できるような開発をしていただきたいと思う。

回答

漂着モデルの更なる開発を進め、期待に応えられるように努力していきたいと思っています。

論文番号： 262

著者名：栗原 明夫・佐々木 洋之・中川 良文・青野 利夫・岡安 章夫

論文題目：人工海底山脈による湧昇栄養塩量の非定常数値解析

討論者：中野 晋（徳島大学）

質疑①：

3次元的な人工海底山脈について検討されていますが、水平方向にどの程度まで湧昇効果が有りますか？

回答①：

今回の検討では、人工海底山脈により湧昇する栄養塩量の定量評価を行うことを目的としており、効果範囲の検討は行っておりません。今回の検討では、山脈中央から流下方向に1,500mまでを計算領域としておりますが、1,500mの位置でも増加した栄養塩が流下していることは確認しております。

質疑②：

実際にどの程度の範囲の水産増産効果を期待しているのでしょうか？

解答②：

水産増産効果の目標は、「(社) マリノフォーラム 21 (2001) : マウンド漁場造成事業に係わる技術資料」を基に設定しています。既往のマウンド漁場造成事業において行われた人工海底山脈周辺海域 (20×18km 程度) における標本船調査結果では、代表的な一次食性魚であるカタクチイワシの年間漁獲量が 1,057t とされており、増産効果や効果範囲を想定する上での参考値となります。なお、マウンド漁場は広域的な漁場形成を図ることが目的とされており、海域に応じて対象となる魚種や物理環境も異なることから、個々の海域特性等に応じて目標を設定することとなります。

討議者：(財) 漁港漁場漁村技術研究所

質疑：

水深に対して高さ 2 割を境に湧昇流量の顕著な差は見られるか？

解答：

今回の検討では、水深 85m に対して山脈高さが 15, 17, 20m の検討を行っており、山脈高さが大きくなると湧昇栄養塩量も増大している結果となっています。水深に対する 2 割の高さは 17m になりますが、17m を境とした湧昇栄養塩量の急激な変動は見られず、直線的に増加する結果となっています。今回の検討範囲では、ご質問の顕著な差は見られませんでした。

論文番号 : 263

著者名 : 後藤仁志・原田英治・酒井哲郎・丸山由太

論文題目 : Boid 型群衆モデルによる津波避難シミュレーションの提案

討論者 西畑剛 (五洋建設株式会社)

質疑

1. 本モデルによるシミュレーション結果の検証方法について、本論図 1 以外で何か検証となる結果あるいは方法についての考えはないでしょうか。

回答

御指摘頂き有難うございます。本研究で用いたモデルが妥当であるかを評価するには、パニック時の人間の歩行速度の実験結果が最適ですが、これに適したデータがなく、図 1 に示したデータとの比較を行いました。

論文番号：266

著者名：岩渕洋子・今村文彦・越村俊一

論文題目：1964年新潟地震津波にみる港湾域での複合災害の実態

討論者名：高梨和光（清水建設）

（1）定量的に評価できない項目（例えば、材木流出や船舶が橋脚にぶつかる事故）をどのように数値モデルに考慮するのか？

（2）マイクロモデルとマクロモデルの組み合わせての評価をおこなうのか？

回答

（1）漂流物については、統計的な考え方を入れていく必要がある。例えば、後藤（1983,海講）では、流木の水平方向運動は、慣性、水流の圧力勾配、付加質量、流木抵抗、拡散により記述できるため、拡散を除く4種類の力の釣り合いは決定論的に扱い、拡散は、決定論的に定まる流木の位置からのずれと考え確率論的に扱っている。現段階の解析では、こういった漂流物によって堤防などが破壊されて浸水などが拡大する場合については、考慮できていない。

（2）例えば、この1964年新潟地震の例では、震源域から被災地までの津波伝播・遡上計算をおこなった上で、油の流出拡散についても検討をおこなっている。（岩渕ら（2007）：東北地域災害科学研究）

論文番号 269
著者名 掛川秀史, 大山巧
論文題目 津波遡上時の街区レベルでの群集避難行動シミュレーション

討議者 竹内仁 (国際航業)

質疑

モデルの対象として、もっと大きなサイズのものも可能ですか。
避難者として何人までできますか。

回答

本シミュレーションモデルでは、空間の形態や周囲の避難者の状況を加味して個人単位で避難行動を予測するため、計算の限界となる条件は、空間構成の複雑さや避難行動時の避難者の集中度に依存する。論文では敷地面積 120,000 m²、避難者数 600 名のケーススタディを行っているが、さらに大きな敷地を対象として、少なくとも 3000 人程度の避難行動予測は可能と思われる。計算の限界条件については、今後さらに検討したい。

論文番号 270

著者名 小笠原敏記・佐々木信也・堺茂樹・古川隆

論文題目 自主防災の意識向上に対する津波防災ワークショップの役割

討論者 奥村与志弘（京都大学）

質疑

住民に数値シミュレーションの結果を見せることは住民の危機感を高めるという意味で非常に効果的であるが、それに基づいて避難計画を立てる場合、十分に注意が必要ではないか。つまり、シミュレーションの結果は、漂流物がどこに集まるかというだけで大きく変わってくる場合があり、使い方には注意が必要である。ワークショップの際に上記の事を配慮されたか？また、上記の点についてどのようにお考えか？

回答

明治三陸大津波が現在の銚ヶ崎地区に襲来した場合に想定されると思われる浸水被害であることは住民に必ず述べてから数値シミュレーションの結果を示している。当然、その時々によって漂流物などの2次的な被害も予想されることは、合わせて説明すべきであり、WSではそのことも踏まえて津波の恐ろしさを説明している。

討論者 杉本卓司（ニタコンサルタント株）

質疑

気象庁の津波予報の精度向上より、むしろWSは避難注意報を訓練だと思って避難して下さいとコメントを発してはどうか。

回答

沿岸の場所が数m異なるだけで、津波高が50cm以上も異なる事実を考えると、津波予報の局所的な情報は、住民の自発的な避難に結びつけるために必要と考えられる。毎年、避難訓練を行っている住民にとって、津波注意報を訓練だと思って避難しなさいと言うべきではない。むしろその情報を住民自ら判断できるように、津波の特徴などを十分に理解させることがWSの重要な役割と言える。

論文番号 271

著者名 加藤史訓・福濱方哉・藤井裕之・高木利光

論文題目 地形変化および海岸堤防の変状を考慮した津波被害想定手法

討論者 高梨和光（清水建設）

質疑

堤防の液状化解析の精度について、安全側の検討（パラメータスタディー）を行ったのか。

回答

他機関での計算結果を使用しているが、パラメータスタディーは行っていないようである。

討議番号：273

著者名：岩渕洋子・越村俊一・今村文彦

論文題目：津波の陸上遡上における油・水輸送問題の数値実験

討論者名：村上啓介（宮崎大学）

質疑①津波流速と油輸送拡散との関係はどう評価すればよいのか？

回答

既往研究としては、静水面または微小な流速場での実験結果のみで、津波入射の場合に対しては比較するデータがないので、今後、波動場での水理実験などが必要であると考えています。

討論者名：高梨和光（清水建設）

質疑②タンクや配管周りの遡上津波に対して f はどのような値をとるのか？

回答

現状では、タンクや配管周りの f について検討していない。防油堤の越流を含め、流出開始条件に係わる部分について、検討をしていきたいと考えている。

論文番号 274

著者 二瓶泰雄, 大橋暁

論文題目 三次元河口流解析用モードスプリット法の提案

討論者 山下 隆男 (広島大)

質疑 乱流モデルは入っていますか？

回答 最も簡単な0方程式モデルを用いております。

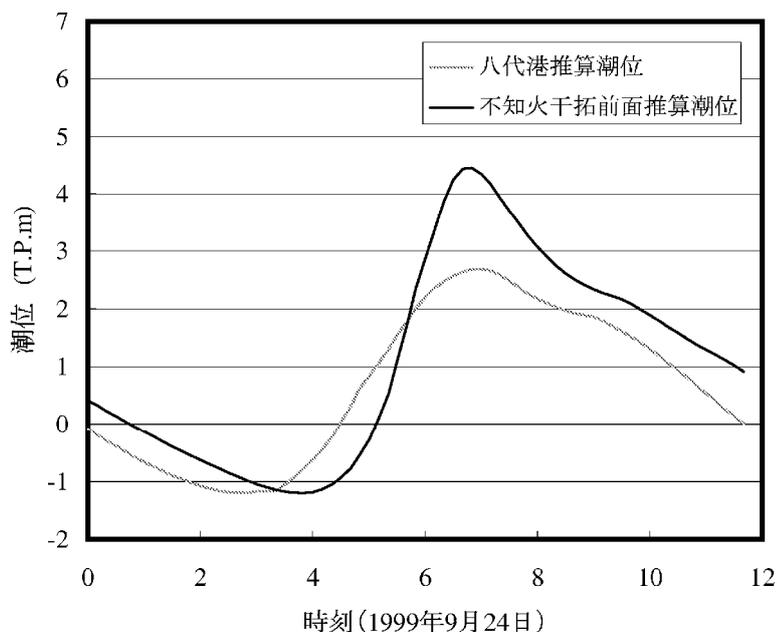
論文番号 275

著者名 桐 博英・中矢哲郎・丹治 肇

論文題目 高潮災害時における沿岸農地への土砂流入部の予測モデル

訂正

図の差し替え, p. 1373. 図-5 不知火干拓地前面と八代港における推算潮位の比較.



討議者 山下隆男 (広島大学)

質疑

八代海の計算領域の取り方が湾の北側しか考慮されない取り方になっていますが, 湾内の振動が重要な高潮計算で, このような領域設定をされた理由は何ですか.

回答

今回の計算の目的が, 高潮による土砂流入箇所の推定であることから海域の最大潮位が合っていればよいと考え, このような計算領域を採用しました. しかし, ご指摘のとおり, 八代海の高潮の振動を正確に再現するという点では, 計算領域が不十分であったと考えており, 今後修正したいと考えます.

質疑

干拓地への土砂の流入計算において, 土砂収支の計算をする場合, 土砂のソースをどのように設定されましたか.

回答

今回の計算では, 土砂が流入してくる箇所を予測することを目的としており, 流入土砂量ま

では計算で求めています。土砂の流入計算は、土砂が何処にどれだけたまるかを予測するには不可欠で、今後の検討課題と考えています。

討議者 二瓶 康雄（東京理科大学）

質疑

高潮の計算領域の決め方が不明である。特に、領域3と4がほぼ同じスケールである。また、ネスティングの手法は、One-way か。

回答

計算領域は、有明海および八代海の格子間隔を200mとし、領域1からネスティングを行いました。用いた高潮の計算モデルでは、ネスティングの際に格子間隔を3分の1にするため、領域3と4が近い結果となりました。なお、ネスティング手法は、One-way です。

論文番号 276

著者名 上田 嘉通・佐々木 淳

論文題目 東京湾流域圏におけるリン循環の推定と社会的変化による応答予測

討議者 二瓶 泰雄 (東京理科大学)

質疑

リン流入量の結果の妥当性は検討されたか？ また、単純な原単位法の解析結果との比較は行ったか？

回答

本研究で求めた東京湾への年間リン流入量は約 6,590 トンですので、1日あたりに換算しますと、約 18.06 トンになります。既存の調査結果では1日約 26 トン (国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部海洋環境研究室 (<http://www.meic.go.jp/kowan/tokyo/tokyo.xml>)) とされており、やや過小評価になっている可能性があります。これは、研究対象である東京湾流域圏に千葉県側の河川流域を含めていないことによると考えております。

一方、本研究で参照しました森 (2004) が原単位法で算出した東京湾へのリン流入量が約 8,490 トン/年であり、やはり本研究で算出した値が、過小評価になっていると考えられます。

討議者 長尾 正之 (産総研)

質疑

東京湾流域圏の人口には、出張や観光などで、住民票を移さずに短期に滞在する人数も含まれているのか？

回答

本研究では、東京湾流域圏の人口に昼間人口を用いておりますので、実際に東京湾流域圏で活動している人口と大差ない結果が出ていると考えています。

討議者 山下 隆男 (広島大学)

質疑

東京湾流域圏には肥料、飼料としてリンが持ち込まれますが、現在これは主として中国からですか、米国からですか？ また、全球的なリンの収支を検討されていますか？

回答

本研究では、日本と世界各国とのリン収支も試算しております。それによりますと、肥料として持ち込まれるリンは、北米が 108,697 トン、中国 (周辺国家も含む) が 90,988 トンとなっております。一方、飼料は北米が 140,030 トン、中国が 10,157 トンとなっております。食品、飼料、肥料の総輸入量を水谷 (1997) と比較し妥当性を検討しておりますが、2割以内の誤差となっております。なお、日本と世界各国の間の収支までは検討しましたが、全球的な収支までは

検討しておりません.

論文番号 277

著者名 中矢哲郎, 丹治肇, 桐博英

論文題目 2004年インド洋津波によるタイ南部農村地帯の長期的被害調査

討論者 宇治 亮 (アルファ水工コンサルタンツ)

質疑

土壌中の塩分は6ヶ月でなくなるが植物の生長障害が1年まで残るのは何故ですか。

回答

土壌塩分は雨期のスコールによりほとんど洗脱されていることと、被災直後のゴムの木は、枯死は免れたものの品質が低下し、その後一旦回復したかに見えたが一年後も品質が低下したままであった、という農家からの聞き取り調査結果より、被災一年後の植物の生長障害は、海水浸透時に植物内に残留した塩分の影響と推測される。海水浸透後の植物の塩害発生の機構に関しては被害事例の収集等今後詳細な調査を行いたい。

討議原稿

- 著者名
畑中勝守（東京農業大学）
- 論文題目
漁船を活用した海底地形情報取得システムのデータ解析に関する考察
- 討論者名
青山千春（株式会社独立総合研究所・自然科学部長）
- 質疑事項
 - ① データの吸い出し頻度，収納量はどれくらいか。
 - ② 水深データのほか，**Water Coloum** の音響データのセーブは検討しているか。魚探からそのデータが出ていればそれを収録可能か。
 - ③ 実用化の最終目的は何か。水深データの取得→海底地形の可視化以外に検討しているか。
- 回答
 - ① データの回収頻度は年に 2~3 回程度でした。しかし，別途無線 LAN や携帯電話などの公衆回線が利用できれば，リアルタイム取得が可能であることを確認済みです。データ容量はサンプリング周期に依存し，サンプリング周期は魚群探知機に依存します。今回の実験ではサンプリング周期 4 秒で年間あたり 54MB でした。比較的新しい市販魚探はサンプリング周期 1 秒が主流であり，単純には比較できないものの，4 倍とすれば 1 年あたり 200MB を超えるものと思われます。
 - ② 市販されている多くの魚探が水深と温度しか出力していないため，現在，それら以外はデータ取得していません。魚探から何らかの信号が出ていれば収録は可能です。
 - ③ 海洋 GIS 基礎データ作成支援システムを構築することが目的です。詳細は割愛しますが，計量魚探のような高性能魚探を利用することで，海底地形以外にも様々なデータ取得が可能であり，今後，これらのデータ取得と分析を計画しています。

質問者：(独) 港湾空港技術研究所, 海洋工部, 平山

質疑事項：解析に用いた左画像において水面を鮮明に撮影するために何か工夫（光, 撮影角度 etc）されたことがあれば教えてください。

解答：実験は屋外水槽で行っており太陽光の水面反射の影響が少ない位置にカメラを設置しました。

質疑事項：水面画像の鮮明度によって画像マッチングの手間や精度に違いが生じるのでしょうか？ご紹介いただけるようであればご教示のほどよろしく申し上げます。

解答：マッチングを行う上で画像の鮮明度よりも解析の際に設定する検査領域の大きさが精度に大きく影響します。検査ウィンドウを小領域に設定するとマッチングの判定値は高くなり、マッチング箇所も増えますが誤ったマッチングも増え精度が悪くなります。

質問者：東京農業大学, 畑中勝守

質疑事項：マッチングの為の検査ウィンドウの大きさに精度が依存することはないのかというのが本質的な質問, 現地で応用するにはどうか？

解答：検査ウィンドウの大きさはマッチングの精度に大きく影響します。本研究では、設定した検査ウィンドウに対して相互相関係数を計算し設定した値を超える物をペアとみなして抽出した後、エピポーラ線を最小二乗法により解析し、相互相関係数を用いたペアからエピポーラ線に近いペアをさらに抽出することで精度を上げております。この手法は、画像解析の手法であるので実験水槽、現地に依存しないので現地でも同様の手法が適用可能であると考えられます。

質疑事項：ウィンドウ内の波の面に似たような輝度値を持つ点（画素？）が多くあれば、マッチングで誤判定しないか？その誤判定はウィンドウサイズに依存しているのかとも思われた。

解答：ステレオマッチングでは、2台以上のカメラから対象物を撮影しその映像から同一点を探しカメラの視点と画像の同一点を結んだ直線の交差点に実座標が存在するという方法です。波面を撮影した2枚の画像から同一点を探すために検査ウィンドウを設けて相互相関係数を計算するのですが、検査ウィンドウ内に似たような輝度値を持つ点があってもそれらがユニークに配置されていればマッチングには問題がありません。検査ウィンドウサイズは輝度値分布の特性が出やすい大きさが重要でありウィンドウサイズが小さければ相互相関係数によるマッチングで同一点と判断される地点が増加し、検査ウィンドウが大きければ相互相関係数で判断される同一点は少なくなります。

論文番号 : 281

著者名 : 川西澄・稲田景

討議集原稿作成者

氏名 : 稲田景

所属 : 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻海岸工学研究室

tel : 0824-24-7818

討論者 中川智史 (大阪市立大学大学院)

質疑

今回は、気泡の混入の無い場での計測を行っていたが、砕波帯のような、砂の巻上げと気泡の混入が見られるエリアでの計測は可能か？

また、今後検討するのか？

回答

超音波を利用した流速計において、測定領域に気泡が入ると、その影響で砂と同等、もしくはそれ以上の散乱が引き起こされてしまうので、正しい散乱強度（濃度）を測定することはできません。よって砕波帯での測定は非常に困難であるといえますので、今後検討する予定はありません。

論文番号 283

著者名 桑江朝比呂・神尾光一郎・井上徹教・三好英一・内山雄介

論文題目 堆積物による酸素消費と生成-渦相関法を適用した新たな測定手法の開発-

討論者 長尾正之（産総研）

質疑

チャンバー法や室内法では、底質表面が巻き上がらない程度の水流を与えて DO 減少を観測し、それから酸素消費速度を計算します。本方法は底質表面に強い乱れを生じることを許しているので、従来法と結果を比べることは無理があるのでは？

回答

従来法では、現場の環境条件がいかなるものであろうと（強い乱れが生じる場や透水性のある砂質堆積物であろうと）、堆積物が巻き上がらない程度のかく乱を与えて、チャンバーや堆積物コア内の DO の濃度変化を追跡することにより測定しておりました。ですから、本研究では強い乱れが生じる場や透水性の高い砂質堆積物において従来法を適用することの限界・問題点を示すとともに、新たな渦相関法の適用により、そのような場においても DO フラックスを正確に現場測定できることを示したものです。この渦相関法は、もちろん静穏な場や透水性の低い泥質堆積物でも適用可能です。一方、静穏な場や透水性の低い泥質堆積物において従来法を適用することに関しては、深刻な問題は生じないと考えます。

質疑

Precht & Huettel（2003）の図-9 は概念的なものでしょうか。それとも実際にリップルの場所に注意して観測した結果リップル先端から日中は周囲に比べて高い DO をもつ間隙水が吹き出していることを確認した上で作られた図なのでしょう。

回答

波の影響を受ける透水性のある堆積物において、リップルのテラス部から海水が侵入し、リップル頂点から間隙水が吹き出すという流れは、上記論文において実験的に確かめられておりますし、Webb & Theodor（1968）Nature 220:682-683 において現場海域で観測されておりますので、普遍的な現象であろうと考えております。

質疑

会場では質問しなかったのですが、観測された DO の時系列には側方からの移流により測定体積に突入してくる高い（又は低い）DO を持つ海水の影響は含まれていないのでしょうか？もし含まれている場合、その影響は簡単に除けますか？

回答

異なった水質 (D0) を持つ水塊の、水平方向からの移流の影響はあると考えられます。その場合、長い時間スケール (例えば数十分) におけるトレンドもしくは不規則な変動パターンとなって濃度が計測されると思います (図-5 参照)。そのようなトレンドや変動パターンを除去する方法として、線形近似やブロック平均が有効であることについて、本論文で検証しております。

討論者 田中健路 (熊本大 土木)

質疑

渦相関法を用いて flux を算出するときの平均化時間の設定：平均化時間を様々に与えている場合に求められる flux はどの程度差が生じるか？

回答

本研究では、6 つの時系列データを、それぞれ 12, 13, 16, 18, 35, 40 分で平均化して算出したフラックスと、それぞれ 2 分で平均化 (ブロック平均) して算出したフラックスを比較しています (表-1 参照)。その結果、ほとんど差が見られておりません。したがって、本研究で扱ったデータに関しては、2 分より長い周期のフラックスの寄与が小さかったようです。

論文番号 286

著者名 二宮順一・森信人・矢持進

論文題目 高解像度画像を用いた光学理論による藻場分布推定法の開発

討論者 児島正一郎 (NICT)

質疑

1. 赤色は何か.
2. この手法の誤差要因は何か.

回答

1. 砂泥と分類された箇所である.
2. 主な要因は、撮影画像に関するものと手法に関するものが考えられる。まず、撮影画像については画像撮影にフィルターを用いていないため、撮影画像にはある程度の幅を持った波長帯が観測されている。それに対して、光の伝播を計算する際には波長毎に代表値を用いたため誤差が生じたものと考えられる。次に、手法については赤波長と青波長の反射率が等しいという仮定をおいている。底面被覆によって反射率が等しくならないものもあるため、反射率・水深の決定手法を今後さらに検討する必要がある。

討論者 渡辺一也 (港空研 津波防災研センター)

質疑

1. この手法の水深推定の適用限界はどこまでか.
2. 今後、定量的な評価が必要ではないか.

回答

1. 今回用いた画像では5m程度で水深推定精度が著しく低下したため、5mまでの水深を推定している。しかし、この推定限界は撮影画像や水質によっても変化するため、適用限界を決めることは難しい。今後、様々な画像に対して解析を行うことで検討したい。
2. 今回の研究発表では定量的な評価まで至らなかった。現在、推定精度を客観的に評価するための評価を行っている。

討論者 長尾正之 (産総研)

質疑

この手法をサンゴ礁地形に応用して、海底地形やサンゴ種別の分類に応用することは可能か.

回答

スペクトルカメラを使用し多くの波長帯を用いて、より細かい分類を行えば原理的には可能である。

論文番号 287

著者名 児島正一郎, 佐藤健治, 小賀百樹, 長尾正之, 澁野拓郎

論文題目 遠距離海洋レーダによる東シナ海南西部の表層流観測

討議者 渡辺一也 (港湾空港技術研究所津波防災研究センター)

質疑

① 潮位偏差の議論をしているがどのように計算したのか?

回答

潮位計の潮位偏差は, 気圧補正した観測潮位から天文潮位を差し引くことで算定した. また, 遠距離海洋レーダで計測された表層流データから黒潮の変動に起因する潮位偏差は, 次のようにして算定した.

黒潮に起因する潮位偏差は, 黒潮の流速と流路幅の変動に伴って起きていると考えられるため, 尖閣諸島周辺の大陸棚上 (黒潮の左岸) の水位と石垣島周辺 (黒潮の右岸) の水位の差を黒潮に起因する潮位偏差と定義した. 表層流から水位を推算するために, 黒潮及びその周辺の流動では地衡流平衡が成立し, その密度構造は一様と仮定した. さらに, 表層流の流速を黒潮の平均流速とみなすことにより, 任意の二地点 x_1, x_2 における水位差 $\Delta \eta$ は以下の式によって計算することができる.

$$\Delta \eta = \frac{f}{g} \int_{x_1}^{x_2} v dx$$

ここで, g は重力加速度, f はコリオリパラメータ, v は表層流の平均流速をそれぞれ表している. 本研究では上式に黒潮の東西方向の日平均表層流速を代入することで, 尖閣諸島周辺海域と石垣島周辺海域の水位差 $\Delta \eta$ を推算し, これを黒潮に起因する潮位偏差とした.

② 吹送流成分で各種の流れの影響が考えられるが, それらの扱いについてはどのようにしたのか?

回答

東シナ海南西部では冬季に北からの季節風が卓越する. このため, 冬季において東シナ海南西部に流入する黒潮の表層流 (北向きの流れ) は, 季節風 (北風) によって発達する吹送流 (南向きの流れ) の影響を強く受けている. このため, 黒潮の時間変動特性を明らかにするためには観測された表層流データから吹送流成分を分離する必要がある. 通常, 表層流における吹送流成分

は海上で計測された海上風や人工衛星（散乱計）によって計測された海上風から推算する．しかしながら，高い時間分解能（1時間～1日単位）を有した計測器による面的な海上風観測は東シナ海南西部において実施されていない．このため，海上風から日平均の吹送流成分を推算することは不可能である．そこで，本研究では黒潮の変動を議論する際には，日平均表層流データをその最大流速によって無次元化することで，吹送流の発達度によって変動する表層流の変動成分を低減した．その上で，黒潮の表層流の時間変動特性を定性的に評価した．

論文番号 288

著者名 奥村宏征・浅海茂・森松秀治・前川行幸・上野成三

論文題目 マルチビームソナーを用いたアマモ群落現存量推定法の開発

討論者 児島正一郎 (Nict)

質疑

- ① 斜めから後方散乱は、Bragg 散乱によって発生しているのか？
- ② 2 周波で行うと、海底地形を推定できるのか？

回答

- ① 斜めの海底からの反射は後方散乱により発生している。
- ② 通常、海底の下の地層の探査を目的とした場合は、低周波と高周波の 2 周波を使用するが、海底地形の探査では 1 周波で推定できる。

論文番号 312

著者名 国分秀樹, 奥村宏征, 高山百合子, 湯浅城之

論文名 英虞湾の浚渫ヘドロを用いた人工干潟における潮汐に伴う水質変動の連続観測

討論者 林文慶 鹿島建設(株)

質疑

1. 干潟から溶出する溶存態の栄養塩の由来は？
2. フラックスの結果では、干潟から多くの溶存態栄養物質が出ていくが、そこに生息する底生藻類の関連についてどのように考慮していますか？

回答

1. 溶出する溶存態栄養塩の由来は、ベントスによる排泄と添加した浚渫土中の有機物の分解によるものであると考えています。
2. 底泥からの溶出速度については、別途底泥に設置したチャンバーで、潮汐に連動させ、4時間毎に24時間昼夜観測を行っています。その際、日射量のある昼間については、夜間と比較し、間隙水中の溶存態栄養塩の濃度は低く、溶出量も抑えられていました。これは、底生藻類等の吸収によるものであると考えています。

討論者 山崎真一 北海道開発局

質疑

1. 夜間のリン酸のフラックスの増加を DO の変化と関連づけていると思うが、これは有機態成分の分解によると考えられるのか？その場合、有機態の分解速度がそれほど速いと考えてもよいものか？

回答

1. リン酸のフラックスの増加は、ベントスによる排泄と干潟底質に添加した浚渫土中の有機物のバクテリア等による分解によるものであると考えています。これは、干潟において溶存酸素が消費していることと、同時に間隙水中の溶存態栄養塩濃度の増加と、溶出量の増加から推測しています。