

論文番号 2

著者名 中嶋光浩, 由比政年, 石田 啓

論文題目 高次ブジネスク方程式の一般形の導出と最適係数を用いた高精度数値モデルの開発

訂正

(23)式左辺第 5 項において, 底面勾配 h_x を乗じる必要があるので訂正いたします.

討論者 平山克也 (港湾空港技術研究所)

質疑

非線形な浅水係数(図 - 5)の算定精度を向上するためにはどのような方策が考えられるのでしょうか.

回答

本計算による非線形の浅水係数が非線形理論値 (首藤, 1974) と異なる原因としては, 空間格子幅による「波峰の分解能」, 「定形波 (理論値) と非定形波 (計算値) の違い」, 「強非線形項」が考えられます.

については, 沖波 ($h/L_0=0.5$) において 1 波長あたり数十分割したとしても, 特に, 沖波波形勾配が小さい場合には, 砕波点近傍における波長は極端に小さくなります. このことにより, 波峰ピークを表現するための分割数としては不十分となり, 波高増加が抑制されるものと考えられます. 計算格子 (空間) の細分化により, 極浅海域においても首藤の理論値に近づくものと思われま.

また, に関しては, 理論値は基本波形が保存されソリトン分裂が生じないことを前提条件として解かれています, 計算では, 非定形波として取り扱っていることから, 波の前傾化や分裂 (傾向) が生じることになります. これらのことから, 両者は完全には一致しないと思われま. 一方, 講演会で著者らが言及した については, 首藤先生の基礎方程式および本計算とも強非線形項を考慮していないことから, 今回の理論値との差異の原因ではないと考えられます.

論文番号 3

著者名 長山智則, 佐藤慎司, 磯部雅彦, 都築臨太郎

論文題目 無反射式多方向造波装置の開発と性能評価

討論者 池谷 毅 (鹿島建設株式会社技術研究所)

質疑

本論文の第 1 章において, 無反射式多方向造波装置の既往の研究成果について, 「一方, 波の多方向性が問題となる平面水槽では, 川口の方法を拡張する試みがなされてきたが, 供用に耐える方法はまだ提案されていない。」との断定的な記述がなされている. この記述について, 以下の 2 点を明確に説明し, 必要に応じて記述の修正を求める.

上記の記述を行なった根拠は何かを明らかにしてください. 供用に耐える方法が提案

されていないことを実証するためには、既存の多方向吸収造波方法を調べ、それらすべてが供用に耐えないことを実証する必要がある。討論者の知る限りで言えば、池谷ら(1992)の方法は、鹿島技術研究所大型平面水槽にインストールされ、実用に供している。また伊藤ら(1994)の方法は大成建設技術センター、(独)港湾空港技術研究所において、実装され供用されており、実用上十分な機能を発揮している。かかる状況下において、討論者は、本論文の著者が当該技術に関して行なった記述は、既存の技術(商品)の価値、既存の反射波吸収式多方向造波装置の価値を根拠不明のまま減じていると判断している。

川口の方法を拡張する試みとは、どの研究論文をさすかを明確にしてください。上記の記述の中で、無反射式多方向不規則波造波装置に関する既往の研究のリファーマーが全くなされていない。対象を定めずに批判を展開しており、学術論文の記述として、極めて不公平なものであると考えます。なお、吸収式造波装置(一方向波、多方向波)に関する既往の研究成果をレビューしたのものとして、下記の論文があることをお知らせします。

<引用文献>

- 1) 池谷毅他(1992): 多方向不規則波の吸収造波理論, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp.81-85.
- 2) 伊藤一教他(1994): 多方向不規則波の反射波吸収造波理論, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp.101-105.
- 3) H.A. Schaffer and G. Klopman (2000): Review of multidirectional active wave absorption methods, J. Wtrwy., Port, Coastal and Ocean Engrg., ASCE, Vol. 126, No.1, pp. 88-97.

回答

本研究は、小規模な平面水槽に装備された多方向不規則波造波装置を対象として、反射波吸収式造波法と吸収性能評価法の開発を行ったものです。研究の過程で、池谷ら(1992)および伊藤ら(1994)の研究を参考にしていますが、本論文では性能評価法の記述に重点を置いたため、平面水槽における吸収式造波法に関する既往の研究レビューを「(一次元造波における)川口らの方法を拡張する試み」とのみ記述し、詳細な文献レビューを展開できなかったことをお詫び申し上げます。本研究で対象としたような小型平面水槽では、造波板と観測領域の距離が近くなり減衰定常波の影響を無視し得なくなるうえ、造波とほぼ同時に反射波が重畳する条件となるため、波向ごとの吸収性能を評価することが困難となります。池谷ら(1992)では減衰定常波が考慮されておらず、伊藤ら(1994)では減衰定常波が作りだす位相差の考慮が不十分です。本研究では、減衰定常波の存在を考慮した理論展開に基づいてフィルタを設計し、減衰定常波が卓越する領域では位相差が主因となって自励的な不安定現象が生じることを明らかにし、その解決法を提案しています。さらに、波向が異なる成分波が重合する条件で成分波を分離し吸収性能を精度良く評価する手法を提案しました。これらの成果は、スペースの制限が厳しい小型平面水槽での造波システムの開発と検証に特に有用なものであると考えます。

論文番号 4

著者名 由比政年, 小橋公夫, 間瀬 肇, 石田 啓

論文題目 水路合流部における孤立波の衝突に関する実験および数値解析

討論者 大山 功 (清水建設 (株) 技術研究所)

質疑

水路・河川網を遡上する津波を対象としているとのことであるが現実的には合流部で波峯同士の間隔が一致する可能性は非常に小さいはずである。本論の結果を工学的にどのようにとらえるべきか。

回答

今回は、最も波峯高が高くなりうる場合ということで入射波の波峯位相が一致する場合の結果を示しました。入射波峯間の位相がずれる場合も別途解析しており、2つの水路の経路長差が孤立波の有効波長の1/2程度の場合で、増幅率は波峯位相が一致する場合の80~90%程度、経路差が有効波長と同程度の場合で70%程度という結果を得ています。詳細に関しましては、また別の機会に発表したいと思います。

討論者 有川太郎 (港湾空港技術研究所)

質疑

孤立波でない波では完全重複波で2.5~2.6倍になっても良いと思いますが、3.7倍程度になるケースでは途中で砕波等が起こらないのだろうか。

回答

本来、実験により砕波基準を確立してモデルに組み込んで計算するべきですが、現状では統一的な砕波基準を構築するに至りませんでした。ご指摘の点は、今後の課題として取り組んでいきたいと思っています。

論文番号 6

著者名 有川太郎, 岡安章夫

論文題目 非線形緩勾配方程式を用いた屈折・回折・砕波変形モデルの開発

討論者 渡辺 晃 (東京大学)

質疑

砕波判定条件のひとつである流速・波速比中で用いるべき波速は、パターン相関法により求まる波速ではなく、波峰での水平流速方向への波峰の移動速度として定義すべきではないのか？

回答

パターン相関法により求まるものは、波峰の移動速度となっており、その移動方向の流速をベクトル量で求めることにより砕波点は決定できるものと考えています。ただし、波峰の移動速度を流速の定義している方向に成分を分けるときは注意が必要となり、 x 軸より α 度だけ y 軸に向かって砕波していると考えた場合、 x 軸方向の波速としては、パターン相

関法により求められた波峰速度を $\cos \alpha$ で割ることが必要となります。鋭いご指摘ありがとうございます。

討論者 田中博通

質疑

回転エネルギー法として、砕波現象にカスケード過程のエネルギー減衰を導入しているが、砕波によるエネルギー減衰と乱流のエネルギー減衰とは現象的に異なる点がある。従ってカスケード過程を証明できるスペクトルを示す必要がある。乱流スペクトルは普遍関数表示できる。

回答

ごもっともだと思います、検討をしたいと考えています。貴重なご意見ありがとうございます。

論文番号 7

著者名 後藤仁志，林 稔，織田晃治，酒井哲郎

論文題目 SPS 乱流モデル付き拡張 MPS 法による砕波過程の数値解析

討論者 柿沼太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

3次元への拡張を考えておられると思います、お伺いします。x 軸方向を主方向とする運動の y 軸方向に現れる周期性として、(a) 乱れの特質によるもの、(b) 水槽幅によるもの、そして、(c) 数値解析手法によるもの、等があり、(a) について考察する際には、(c) の特性について把握し、(c) を除外しておく必要があります。(a) 及び(b) の影響がない場合に、流体の雲を追う本論文の方法や、粒を扱う論文番号 95 の方法において、各 x に対して y 軸方向に同じ粒子を並べて、x 軸方向にゆすったり流速を与えた場合、x 軸方向に粒子が入れ替わるといったことが起きるのでしょうか。

回答

本論文（粒子法）、論文番号 95（個別要素法）ともに粒子の動きをラグランジュ的に追跡する手法ですので、『x 軸（主流方向）に粒子が入れ替わる』すなわち、ある粒子が別の粒子に追い越されるということは頻繁に生じます。まず、粒子法では粒子が物理量の定義点ですから、定義点の幾何的配列（グリッドの構成に相当）の変化が計算結果に影響を及ぼさない離散化が不可欠です。MPS 法ではこの問題に対する対応は適切になされているので、『x 軸（主流方向）に粒子が入れ替わる』ことが計算結果に影響を与えることはありません。

次に、個別要素法型の数値移動床（論文番号 95）では、粒子は、砂粒子を意味します。現実の移動床でも周囲の粒子との接触状態の違いによって主流方向の粒子に入れ替わり（追い越し現象）は頻繁に生じますし、数値移動床もそのような特性を内包していると考えています。

論文番号 8

著者名 牛島 省, 禰津家久

論文題目 陰的 SMAC 法に基づく自由水面流れの高次精度・高速解法

討論者 細山田得三 (長岡技術大)

質疑

陰的に流速分布を計算するための数値的手法はどのようなものでしょうか。

上記に関連して, MPI など並列処理は有効でしょうか。

回答

陰的な離散化を行う場合, 連立 1 次方程式の求解が必要になります。このために, 論文では SOR 法を用いましたが, CG 系の解法なども試しています。要求する精度を満足する解が得られるのであれば, 後は高速な解法を選択するだけの問題と考えられます。

並列計算法は, 連立 1 次方程式の求解に対して非常に有効であると考えております。2003 年の水工学論文集に同様の手法を検討した結果を投稿しておりますので, ご笑覧頂ければ幸いです。

討論者 水谷夏樹 (国総研)

質疑

水位の計算をする場合に, 水位が流速定義点至らない場合は, div をどうやって計算するのでしょうか。

回答

VOF 法のような格子点が空間に固定された解法ではなく, 自由水面に適合する移動座標系を用いています。このため, 水表面は常に計算セル境界と一致していますので, ご指摘のような問題は生じないご理解下さい。

論文番号 11

著者名 水谷法美, 許 東秀, 前田祐介

論文題目 港内の波と流れの非線形相互作用の数値解析に関する研究

討論者 佐藤道朗 (鹿児島大学・工学部)

質疑

流れを遡る波が減衰するメカニズムについて

波の内部エネルギー逸散・境界摩擦による逸散は波だけの場合の wave induced turbulence によるものに加えて流れとの共存場では流れによる乱れを考慮すれば逸散量が増大し得る。

水深一様な流れということで, 水平な水面をもつ流れでモデル化されることが多いが, 実際の等流では水面勾配がある。したがって, 逆流の場合水位の低いところから高いところへ質量輸送を行うために, 波は仕事をすることになり, 波エネルギーを逸散させる。こ

の機構は順流では逆に働くので、波は伝達とともに増大するように作用する。実際、増大するとの報告もある。

回答

上記の件につきましては、今後メカニズムを議論する上で参考にさせていただきます。

討論者 前野詩朗（岡山大学・環境理工学部）

質疑

造波側の境界条件をどのように処理したか。

回答

ソースによる無反射造波システムを使っています。このシステムは任意の流速の時間変化を与えることができるので、波側ではストークス波第3次近似解を、流れ側では乱流の対数分布式と同様な分布をもつ流速をソースに与えて計算を行いました。

討論者 細山田得三（長岡技大）

質疑

季節変動などの長時間スケールの現象をとりあつかうことはできるでしょうか。

回答

3次元直接数値シミュレーション（DNS）を行っているので、メッシュの数が多くなりますとずいぶん時間がかかるのが現状です。いずれも計算機のハード面に依存することですが、メッシュの数はコンピューターの性能の進化とともに改善されるものと期待されます。ただし、時間スケールにつきましては、短時間の変化と季節変動のような長期の変化を同じスキームで解くことには無理があるように思います。この点につきましては、将来検討すべき課題であると考えています。

討論者 柿沼太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

波が逆流遡上する際に、波高が増加することなく減衰するという計算結果を示されましたが、これは、乱れや粘性の効果がない完全流体においても波と逆流の interaction によって生じるのでしょうか。対象の条件では碎波しているのでしょうか。また、その際の波の進行方向への平均水位の増加は、波高の減衰に伴う wave set-up と類似の機構によるのでしょうか。

回答

まず、対象の条件は非碎波の条件です。粘性の影響に関しましては、完全流体においては波高の減衰は生じないと考えます。また、平均水位の増加の機構につきましては、ご指摘の wave set-up と類似の機構が考えられますが、現段階ではそれを裏付けるデータがないため、今後の検討の中で明確にさせていただきたいと思います。

討論者 沖 和哉（京都大学）

質疑

鉛直方向の流速分布で何か特徴的な結果はでているのか。鉛直方向に積分した平面2次

元モデルで計算した場合とどのような違いが見られるのか。

回答

本手法は、基本的に流れを一定で与えている平面2次元モデルとは異なり、波と流れとともに流入境界条件として与えて解いているので、波が流れに及ぼす影響や波・流れ相互作用の鉛直方向の違い等が詳細に把握できると考えています。しかし、鉛直構造などの詳細は現在検討中ですので、その詳細につきましては稿を改めて報告させていただきたいと思います。

論文番号 12

著者名 川崎浩司，中辻啓二

論文題目 3次元固気液多相流数値モデルの構築とその検証

討論者 沖 和哉（京都大学）

質疑

変数はどのように配置されているのか？

密度関数の移流を解く際に、界面付近では液体と気体の両方の流速を用いて補間するのか？あるいは何か工夫されているのか？

密度関数は界面付近で不連続に近い形の値になるが、ぼやけることはないか？

回答

変数の配置には、staggered mesh を使用しております。

液相と気相を同時計算しておりますので、気相と液相の各流速を用いて界面付近の流速を補間する必要はありません。なお、一格子あたりの各相の密度関数分布から、気相、液相、固相を判別することができます。

物理量の移流計算に3次精度のCIP法を用いているため、界面付近における密度関数の空間分布はほとんどぼやけることはありません。

討論者 細山田得三（長岡技術科学大学）

質疑

剛体の運動はどのように計算するのでしょうか？

剛体の形状は保持されるのでしょうか？

回答

剛体運動の解析につきましては、まず固相を高粘性流体として計算を行います。しかし、固相を流体として取り扱っているため、実際の剛体挙動とは異なります。そこで、固相に作用する圧力を用いて物体重心に対する移動速度と角速度を計算します。次に、それらの値から物体重心の移動距離を求め、固相全体の相対的位置を修正します。これにより、固相運動を剛体として扱うことができます。詳細はXiao et al.(1997)を参考下さい。

上記の計算により、剛体の形状はほぼ保持されているものと考えておりますが、十分な検証をしておりません。今後検討いたします。

論文番号 13

著者名 水谷夏樹，佐藤裕司，橋本典明

論文題名 PIV 計測による白波砕波上の気流の剥離特性

討論者名 竹原幸生（近畿大学理工学部）

質疑

PIV における水面の処理方法はどのようにされているのか。

回答

レーザーシートに近接するように改良した波高計を設置しています。波高計のデータと撮影画像とは同期を取っていますので、波高計のデータを空間補完して水面位置を決定しています。なお、波高計はセンサー部とサポート部を 20 cm 以上離れた改良型を用いていますので、気流の計測に支障はありません。

討論者名 杉原裕司（九大・総理工）

質疑

砕波が起きる時に海面抵抗係数が変化すると考えられているが、この実験では砕波が発生する前と後で波面上の気流の特性はどのように変化しているのでしょうか。

回答

本実験は風速、吹送距離ともに 1 通りの実験ですので、砕波の発生前後について海面抵抗係数を比較することはできません。海面抵抗係数を求めるには平均の風速分布か気流のレイノルズ数を求める必要があると思いますが、これについても現状では算出できていません。今後は、様々な条件下で実験を整理し回答を得たいと考えております。

質疑

峰で剥離した気流は再付着していますか。

回答

峰の背後では常に波面に沿うような高速な気流の分布が見られます。明確な再付着点を見つけるのは困難ですが、上層の高速気流が先行する波の背後の気流に取り込まれていくことは確かです。

討論者名 森 信人（電力中央研究所）

質疑

高風速時の測点における風速分布に一様分布が見られず、水槽上面からの境界層の影響が大きいと思われる。実際（外洋）の風波と本実験結果の対応はどのようにになっているのか教えて下さい。

回答

確かに、平均風速の鉛直分布には一様風速部分はなく、上面からの境界層が発達しています。現地での風波と実験における風波との対応については検討していませんが、本実験結果においても鳥羽の $3/2$ 乗則をよく満たすので、気流の摩擦速度に対応した風波という意

味においては問題ないものと考えております。

論文番号 14

著者名 竹原幸生，真木正弘，辻本剛三，江藤剛治，高野保英

論文題目 風波発生時における水面近傍の気流・水流の PTV 同時計測

討論者 水谷夏樹（国土技術政策総合研究所）

質疑

谷から峰にかけて流速が小さくなっているような結果ですが，強風の場合は逆になっています．この違いをどのように考えるべきでしょうか？

回答

本研究で対象としている風波は風速約 4m/s 下で生じたもので，比較的低風速場の計測を行っております．そのため波高も数 cm と小さく，三次元性もあり，強風下の 2 次元性の強い波とは流れ場が異なると思われます．低風速時の風波上の風速分布に関しては理想的に三次元のフルボリューム画像計測が望まれ，今後の技術的課題と思われます．

論文番号 15

著者名 山下裕之，泉宮尊司，石橋邦彦

論文題目 風波上の気流の変動特性とエネルギー輸送量

討論者 加藤 始（元茨城大学）

質疑

変動風速をピトー管と小型微差圧計を使って測定されていますが，一般にピトー管は周波数応答性が悪く（私の使用経験では， -3 dB 定義でいっても $f_c < 1.0\text{ Hz}$ ），また信号の位相遅れが生じると思います．図-7 で風速変動成分に波と相関をもつ成分が出現しないのは，そのためかと思われます．

波の上の風速変動成分を測定した例は，私の約 30 年前の海講論文（加藤・佐野，1969, or 1970）にも示しております．ご参考までに．（以上，コメントです）

回答

コメントどうも有難うございます．本来ならば，超小型の超音波風速計があればよいのですが，私どもの研究室では所有していないため，ピトー管と小型微差圧計を用いて変動風速を測定しました．確かに応答性の問題がありますが，圧力変動は波形と相関があり，そのスペクトルも類似した形状になっていたため，動圧と静圧とを用いて評価した変動風速も 2 から 3 Hz 程度までならば測定できるものとして算定いたしました．

討論者 杉原祐司（九州大学総合理工）

質疑

気流の風速変動のスペクトルにおいて，慣性小領域に対応するような領域は見られないのでしょうか？

回答

ピトー管と小型微差圧計を使って変動風速を測定しており，応答性等に問題があると思われるので，2～3 Hz よりも高周波数側での厳密な議論はできないと思います．
現地観測では，慣性小領域が現われる場合とそうでない場合があるようですが（ギャリ-ワトソンら，1997），実験室ではかなり小型の適切な超音波風速計があれば，おそらく慣性小領域が存在するスペクトルが得られると思います．

論文番号 16

著者名 渡部靖憲，松本 卓，佐伯 浩

論文題目 波動乱流境界層の三次元化と乱流拡散に関する研究

討論者 津守博通（九州大学）

質疑

Hara & Mei の計算で示されたような底面波面のトラフ中に流速の収束，発散域ができたのか．

その収束，発散域において，Brick-pattern ripple の Bridge が，そこから形成されているのか．

回答

波の進行方向に対して断面二次元的な砂漣を設置したにもかかわらず，スパン方向流速が発生する本研究結果は，境界層流れの三次元化が何らかの不安定性からトリガーされたものとする．我々はこの不安定性が生じる位置の類似性から Hara & Mei が表したものと同一と考え，Brick-pattern ripple の Bridge の形成も，結果として生じるゲルトラー渦に起因するものとする．なお，Hara & Mei では，振動流を対象としているのに対して，本研究は波動下の計算である．よって流れの三次元遷移・発達に関しては独特なものとなる．

論文番号 18

著者名 津守博通，古寺大悟，杉原裕司

論文題目 風波パラメータを用いたガス交換係数の実験式

討論者 森 信人（電力中央研究所）

質疑

Small eddy theory を用いて R_B と wave age でパラメタライズされているが，半経験理論式の有効 range があるはずで，もし分かっているならば教えてもらいたい．

回答

本研究では，界面が波立っていない吹送流の状態から重力波が形成される状態までを対象に理論的考察を行っている．したがって，白波砕波が起こる領域においては，界面の崩壊，気泡の混入等によりガス交換係数が急激に増加し，うまくパラメタリゼーションでき

ない．本研究で得られた実験式の適用範囲は，大体 $R_B(w_p u_*' d/g)^{1/2} < 5000$ となっている．

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

同じ研究者グループによる両研究の相互の位置づけあるいは関係，ねらいの相違点を聞かせて欲しい．（前論文のどの部分を後論文は狙ったのか．）

回答

（この質疑は，本論文と論文番号：19 の両論文に対する質疑であるため，回答は論文番号：19 において行う．）

論文番号 19

著者名 津守博通，杉原裕司

論文題目 水表面乱流の微細構造に着目したガス交換機構の研究

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

同じ研究者グループによる両研究の相互の位置づけあるいは関係，ねらいの相違点を聞かせて欲しい．（前論文のどの部分を後論文は狙ったのか．）

回答

前論文（論文番号：18）は風波乱流場を対象とし，また本研究では振動格子乱流場を対象としてガス交換実験を行った．風波乱流場では無次元表示されたガス交換係数は波風係数で補正された碎波パラメータで表され，振動格子乱流場では乱流レイノルズ数で表示された結果を得ている．我々は，風波乱流場と振動格子乱流場は乱流構造に相違はあるものの，物質移動において界面近傍の乱流特性量に着目すれば両者は同じパラメータで記述でき普遍的な関係を示すと考えている．本論文では示していないが，風波乱流場の波風係数で補正された碎波パラメータを乱流レイノルズ数へ変換することができ，両者のガス交換係数は乱流レイノルズ数で普遍表示できることを確認している．ガス交換係数の統一的記述については別の機会に発表する予定である．

論文番号 20

著者名 森 信人，今村正裕

論文題目 2色 LIF-PIV を用いた水表面におけるガス交換過程の計測

討論者 杉原祐司（九州大学・総理工）

質疑

水中の pH 値は厳密には溶存 CO₂ 濃度と対応していないので，このような手法のキャリブレーションには問題がありませんか．

回答

本実験では水道水を用いており，初期には pH=7.5~8.0 であり，CO₂ イオンは殆ど存在

していない。このため液相の CO₂ イオン濃度の変化は、気相に添加された CO₂ ガスの溶解によるものとなる。従って、質疑にあるように、今回用いたフルオレセインナトリウムを用いた輝度変化は、CO₂ イオンの変化に対応しており、水中に溶解している全炭酸量そのものを計っているわけではない。CO₂ イオンと全炭酸量の関係については今後の課題としたい。

論文番号 22

著者名 渡部靖憲，山内悠司，佐伯 浩

論文題目 砕波遷移に伴う気泡生成とマイクロバブル量に関する研究

討論者 討論者不明

質疑

気泡径に下限があるのはなぜでしょうか。

回答

今回、気泡体積の測定方法として、気泡トラップ用フラスコに超音波を放射し、界面での運動量の変化によって発生する力を利用して気泡を収集しその体積を測定しました。特に共鳴振動数では強い散乱が発生しますのでこの周波数を代表周波数と考えました。今回用いた超音波発信機の振動周波数が約 30kHz 程度で、共鳴周波数をもつ気泡径は約 100 μm であり、その値を気泡径の下限としました。

しかしながら、海水のケースではこの手法を使っても浮上しない微細気泡が残存しており、この下限の値は十分なものではないことを注意する必要があります。

論文番号 24

著者名 松野健児，森 信人，岡安章夫，池野正明，柴山知也

論文題目 大型造波水路を用いた渦度の岸沖変化に関する実験的研究

討論者 松永信博（九大・総理工）

質疑

砕波において、波のエネルギーが渦度のエネルギーに変換されたと結論づけていましたが、乱流運動エネルギーに変換されたと述べるのと、渦度エネルギーに変換されたと述べるのとではどのように異なるのでしょうか？

回答

砕波により、波動エネルギーの一部は比較的大規模（水深スケールの）かつ組織的な渦に転化されると考えられる。この渦の持つエネルギーは、エネルギーカスケードにより乱流エネルギーにスケールダウンし、散逸する。渦と乱れをどのように区分するかについては、考えている流体運動に関わる定義の問題と考えられる。これまでの研究から、浮遊砂のピックアップには大規模な渦運動が密接に関わっていると判断されたため、本研究では渦度の計測を行い、特に組織的な渦運動に対し渦エネルギーの概念を用いた。

論文番号 25

著者名 平山克也，原 信彦

論文題目 時間領域の擬似段波モデルに基づく砕波モデルの開発

討論者 松永信博（九州大学大学院 総合理工学研究院）

質疑

砕波によるエネルギー散逸率を跳水モデルに基づいてモデル化することは妥当なのでしょうか？

回答

開水路非定常流の段波によるエネルギー逸散が砕波によるエネルギー減衰に類似していることはよく知られており，これを利用した周波数領域での砕波モデルがすでに提案されています（例えば，岩垣ら，1981）．本論文では，非定常な砕波現象が，ある微小時間および微小空間では定常流の跳水現象として捉えることができると仮定して，これを時間領域の砕波モデルに適用することを試みました．差分計算を実施すると，跳水区間内の水位や流速は時々刻々と変化するので，ある微小時間および微小空間における跳水によるエネルギー損失量も変化します．すなわち，跳水が発生する時刻や位置は時間的に変化することになり，これはちょうど，砕波が生じる位置や時刻が変化することに対応していると考えられます．したがって，この砕波モデルでは，砕波時の複雑な水理現象を計算することは不可能ですが，砕波後の波や流れを客観的に再現することはほぼ可能となります．

論文番号 26

著者名 出口一郎，浅川敬之，澤田崇博

論文題目 ラグランジェ方程式による打ち上げ波帯流体運動の2次近似解

討論者 有川太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

砕波減衰項を加えた解析結果があれば教えてください．

回答

解析解が得られるような形で逸散項を表現した場合の解は、以下のとおりです．

X,Y方向の運動方程式(式(3-2)，(3-3))に，右辺第2項のような砕波による逸散項を付加します．本来なら u_t^2 の項は、 $|u_t|u_t$ となるべきですが、とりあえずこのようにしておきます．

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -\frac{1}{r} \frac{\partial(p, y, z)}{\partial(a, b, c)} - \frac{\mathbf{a}' u_t^2 f}{x_b \tan \mathbf{b}} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -\frac{1}{r} \frac{\partial(x, p, z)}{\partial(a, b, c)} - \frac{\mathbf{a}' u_t^2 f}{x_b \tan \mathbf{b}} \\ \frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = -g - \frac{1}{r} \frac{\partial(x, y, p)}{\partial(a, b, c)} \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\quad \quad \quad (2)$$

$$\quad \quad \quad (3)$$

ここで、 ν は逸散に関する定数、 u_t は進行方向の水粒子速度振幅、 f は砕波による損失係数、 x_b は砕波点の x 座標。

さらに解析解を求めることを前提に f を層流の摩擦係数に類似した形で表現できるとすると、

$$f = a'' R_e^{-\frac{1}{2}} = \frac{a}{u_t} \sqrt{\frac{n}{t_p}} \quad (4)$$

ここで、 a は定数、 n は動粘性係数、 t_p は周期。

(1) ~ (4) 式を無次元化して摂動展開を用いて 1 次近似に相当する部分は以下ようになります。

$$X_1 = \frac{1}{s^2 + c_{28} i s} \frac{\partial h_b}{\partial A} \quad (5)$$

$$Y_1 = \frac{1}{s^2 + c_{28} i s} \frac{\partial h_b}{\partial B} \quad (6)$$

$$Z_1 = -(C + IA) \left(\frac{\partial X_1}{\partial A} + \frac{\partial Y_1}{\partial B} \right) - IX_1 \quad (7)$$

$$P_1 = C \left(\frac{\partial X_1}{\partial A} + \frac{\partial Y_1}{\partial B} \right) \quad (8)$$

簡単のため、2 次元傾斜海浜上での解のみを示すと(9)式となります。

$$h_b = c_{31} BesselI \left(0, 2\sqrt{A} \sqrt{-\frac{s^2 + c_{28} i s}{I}} \right) + c_{32} BesselK \left(0, 2\sqrt{A} \sqrt{-\frac{s^2 + c_{28} i s}{I}} \right) \quad (9)$$

ただし、砕波した波が完全重複波となる場合は(9)式中の C_{32} は 0 です。先に述べた逸散項の表現が問題ですが、 C_{32} の決定方法が厄介なことからまだ妥当性については検討中です。

討論者 合田良実 (エコー (株))

質疑

理論展開として見事なものと敬服します。この理論を使われている遡上高さと波高の比を各種の条件に対して計算され、設計者が使いやすい形にとりまとめて頂くよう要望します。

回答

ご指摘ありがとうございます。比較的周期が長く、完全重複波が形成される場合の最大遡上高さを砕波帯相似パラメータとの関係で整理すると、従来得られている実験結果とよい一致が見られます。しかし、上記有川氏の質疑に対する回答で述べたとおり、砕波する場合の解析解が完全なものではありません。今後検討していくつもりであります。

討論者 西村仁嗣 (筑波大学 機能工学系)

質疑

砂浜を念頭に置くとすれば、完全重複波としての取り扱い是非現実的ではないか。

Euler 表記によらず、とくに Lagrange 表記を用いることの利点は何か。

回答

ご指摘のとおりです．あくまでも解析解にこだわっておりますので，浸透の影響，碎波の影響等を納得できる形で取り込めるようにしたいと考えております．

Lagrange 表記した方程式系での 1 次近似解は Euler 表記の方程式系で得られる線形解では表現できない非線形性の影響を表現できることはよく知られております．これが最大の利点です．たとえば，1 次近似解の範囲で（不規則波への拡張を前提に）線形重ね合わせで 2 成分波の遡上波形の表現も容易に得られます．この点については実験での検証も行っております．最大の問題点は，水粒子の軌跡が高次近似解でも完全に閉じてしまうことでもあります．沿岸流などの定常流は，0 次近似解として得られます．いわゆる海浜流をどのように評価するのかが問題だと考えております．

討論者 松永信博（九大）

質疑

打ち上げ波帯という非常に薄い層内の流体運動を議論する上で，ラグランジェ方程式に粘性項が含まれていない．それにもかかわらず非常に良い精度で実験結果と解析結果が良く一致している理由は swash zone における流体運動を調べる上で，流体粘性は一義的な役割を果たさないと結論づけて良いのでしょうか．

回答

有川氏の質疑に対する回答で述べたとおり，粘性項を含む形での解は求めることはできません．しかし，通常の実験室スケールの実験でも，遡上高さはレイノルズ数に関わりなく決まるようです．現地の swash zone での流体運動においても浸透の影響を考えない限りレイノルズ数には依存しないものと考えられます．ただし，実際には透水性を持つ砂浜上へ遡上するわけですから，ご指摘のとおり何らかの影響はあるはずで，今後検討していきたいと考えております．

論文番号 27

著者名 富樫宏由，吉田 潤，平山康志

論文題目 非線形緩勾配方程式による斜面上碎波の遡上高解析

訂正

式(4)に示す M_d の中の碎波減衰係数 f_d の中で用いる u_s と u_r については，

$$u_s = 0.4(0.57 + 5.3 \tan \mathbf{q}) \sqrt{gD} \quad , \quad u_r = 0.4 \left(\frac{a}{h} \right)_b \sqrt{gD}$$

討論者 有川太郎（独立行政法人・港湾空港技術研究所）

質疑

磯部（1994）の方程式では鉛直分布関数に $\left(1 + \frac{z}{h}\right)^2$ の項が入るが，遡上域では $h < 0$ となるために何らかの処理が必要になると思うが，その処理はどうされたのか．

回答

本研究で用いた磯部 (1994) の方程式では, 速度ポテンシャル f を鉛直分布関数系 (Z_a) で表している. 即ち,

$$f(x, z, t) = \sum_{a=1}^N Z_a(z; h(x)) f_a(x, t) \equiv Z_a f_a \quad ,$$

$$Z_a(z; h(x)) = \left(1 + \frac{z}{h}\right)^{2(a-1)} \quad , \quad (a=1, 2, \dots, N) \quad \dots\dots (1)$$

となり, 本研究では精度のことも考えて $N=3$ とし,

$$f = Z_1 f_1 + Z_2 f_2 + Z_3 f_3$$

で計算した. 討論者の質疑にあるように, 遡上域では $h < 0$ となり, 指摘通りに計算することは不可能である. そこで, これを処理する方法として「長波領域」を設定した.

長波領域とは, 砕波減衰後に鉛直流速成分が無視出来る程小さく, 一様な水平流速成分のみからなる領域と考え, 鉛直分布関数の第 1 項目に比べて 2 項目以降が十分小さい領域とし, その領域では $N=1 \quad \therefore a=1$ とし,

$$Z_1 = \left(1 + \frac{z}{h}\right)^{2(1-1)} = 1 \quad \therefore f = Z_1 f_1 = f_1$$

で計算する. これで遡上域も計算出来る. 但し, この処理に付随して, 長波領域の設定条件, 波条件の制約, 精度等に若干の問題点は残る.

論文番号 28

著者名 藤原隆一, 山崎智弘, 橘川正男, 早瀬松一

論文題目 複合断面地形の波の遡上に対する VOF 法の適用性と不規則波モデルへの拡張

訂正

- 3.1 水理模型実験の方法 (3)計測および打上げ高の定義 で示した, データの取得に関して, 「0.5s 間隔で 8192 個とした」は誤記であり, 「0.05s 間隔で 8192 個とした」が正しい.
- 4.1 造波方法の式(4)で示した, 質量輸送速度の標記は \bar{U} ではなく成分波を示す添え字がついた \bar{U}_m が正しい. また, これに関連して, 式(5), (6)に示される, T および L は, T_m および L_m が正しい.

討論者 渡辺 晃 (東京大学大学院 社会基盤工学専攻)

質疑

打上げ高比 (実験値 / 計算値) の平均値 R'_{ave} はほぼ 1 の妥当な値を得ているが, 最大値 R'_{max} は値も変動も大きい. 解析対象時間が 10 周期分程度と短いためやむを得ぬと思うが, $R'_{1/3}$ は無理にしても, R' の標準偏差は 1 程度の値をとるのか.

回答

計算における解析対象時間が 10 波程度であるのに対して、実験では 204 波-331 波を対象にしていることが R'_{ave} 以外の相違に表れていると考えている。また、実験値は繰り返し 2 回の平均値であるが、平均打上げ高の 2 回の測定値はほぼ同じであったのに対して、最大打上げ高では 4-10%のばらつきが見られた。

打上げ高の統計量については、波の不規則性が本質的な問題となるので、今回提案した造波方法を用いて不規則波の計算を行っていく中でさらに検討を加えていきたい。

討論者 富田孝史（独立行政法人 港湾空港技術研究所）

質疑

遡上を精度よく計算するためには、遡上域でどの程度のメッシュサイズをとればよいのか教えていただきたい。さらに、不規則波へ拡張する場合についても検証されていれば教えていただきたい。

回答

メッシュサイズは、図 4 および図 5 に示すように定めている。すなわち、水平方向の場合、 $T=1.61s$ および $2.00s$ に対しては $3.0cm$ 、また $T=1.24s$ に対しては $2cm$ とした。鉛直方向はいずれの周期に対しても $1.0cm$ である。メッシュの大きさのみならず、水平方向と鉛直方向のメッシュサイズの比も計算結果に影響する（水平方向を大きく、鉛直方向を小さくするのがよいが、波形が不自然になる場合がある）ため、最適なサイズを設定するには今後さらなる検討が必要である。砕波水深程度の波長が、遡上部のメッシュ間隔決定の目安にならないかと考えている。

不規則波については、今後検討を加えたい。

論文番号 29

著者名 信岡尚道，熊田沙織，三村信男

論文題目 座標系による海浜流モデルの高精度化

討論者 渡邊 晃（東京大学・社会基盤工学専攻）

質疑

座標系を用いることにより海浜流モデルの高精度化と計算効率の向上に成功されたことを評価する。ただ、基礎方程式中の乱れ成分をどのように与えたのか。

回答

Navier-Stokes の方程式から、流れを波動成分、平均流成分と乱れ成分に分離して、海浜流の支配方程式を求めた。分離した成分の一つである乱れ成分（レイノルズ応力）については、乱れの水平勾配は Stive ら（1984）が他の応力勾配に比べて非常に小さいことを明らかにしているのでここでも省略し、鉛直勾配は渦動粘性モデルを用いてモデル化している。渦動粘性係数については、Okayasu ら（1988）の実験より求めた式を用いている。本論文で示した平均流の検証には、その実験で測定されたデータに対して行ったので、実際の乱れとほぼ一致した効果を導入して予測していると考えている。一方、論文中には示して

いないが、渦動粘性係数の値を変更した感度分析を行ったところ、最終的に得られる平均流の値は大きく異なった。したがって、予測モデルを完全に確立するには、様々な条件において乱れの効果も正しく推定する必要があると考えており、今後さらなるモデルの開発を進めたい。

参考文献

Stive M. J. F. and H. G. Wind (1982): A study of radiation stress and set-up in the nearshore region, Coastal Eng. Vol.6, Elsevier, pp.1-25.

Okayasu, A., T. Shibayama and K. Horikawa (1988): Vertical variation of under flow in the surf zone, Proc. 21th ICCE, pp.478-491.

論文番号 30

著者名 鈴木 健, 田中 仁, 山路弘人, スントヨ

論文題目 不規則波動下底面境界層の乱流構造に関する研究

討論者 渡辺 晃 (東京大学大学院社会基盤工学専攻)

質疑

位相差の扱いに関する結論は、広範な不規則波、水深、底面条件に適用できるのか？

底面せん断力の計算が必要になるのは碎波帯とその近傍の場合がほとんどと思うが、その際には波の不規則性以上に非線形性が摩擦則に及ぼす効果の方が卓越するのでは？

回答

他の条件のもとでの普遍性については、さらなる実験値の蓄積を待たなければ何とも言えない。ただし、粗面乱流での位相差はその値自体が小さいので、その点では誤差は小さいものと予想している。

摩擦則にまで非線形性を持ち込んだ議論は、計算量の関係で現在のところ現実的でないと考える。むしろ、完全流体としての波動計算のレベルまで非線形性を考慮し、境界層外縁流速の経時変化の中に非線形性を加味することとし、ここからせん断力計算に行く段階では本手法を適用するという方向を考えている。

論文番号 31

著者名 堀江岳人, 関 克己, 水口 優

論文題名 ストーム時の波群 (包絡波) と長周期波の特性

訂正

論文集 p.153 左欄の下から 7 行目および 8 行目の文章の差し替え

訂正前

長周期波の分離により見かけ上発達するという Mizuguchi モデル (Mizuguchi,1995)を用いる。沖では当初長
--

訂正後

長周期波スペクトルを拘束長周期波スペクトルから算出する．ここで波群に伴う長周期波は拘束長周期波と自由

討論者 喜岡 渉（名古屋工業大学工学部）

質疑

現地観測データには offshore bar の影響がかなり入っていて、特に長周期波の特性にはきいているのではないのでしょうか．

回答

解析地点沖（茨城県波崎海岸）では砕波点沖側のバーは存在せず、一様勾配と見なせます．

参考文献：栗山善昭(1996)：沿岸砂州の短期変動特性，海岸工学論文集，第43巻，pp.576-580

論文番号 32

著者名 熊 亜希子，佐藤慎司，磯部雅彦

論文題目 浅海域における多方向不規則波の砕波限界に関する研究

討論者 横木裕宗（茨城大・広域水圏センター）

質疑

多方向不規則波の砕波形態として、(1)進行波タイプ、(2)重複波タイプがあると思いますが、この研究では両方のタイプがみられましたか？

回答

構造物を設置しない傾斜海浜に入射する多方向不規則波を対象に実験を行ったので、重複波タイプの砕波は観察されていません．

討論者 藤原隆一（東洋建設）

質疑

実験における作用波の有義波周期が 0.8s 程度と短いですが、短周期側のスペクトル形状についてはどのような形状であったか教えてください．

回答

造波では Bretschneider・光易型の周波数スペクトルと光易型の方向関数に基づく方向スペクトルを目標としています．従来の研究で、本造波システムでは、有義波周期 0.8s から 1.5s 程度までの条件でスペクトル形状を模擬する造波が行えることが確認されています．ただし、今回の実験では、広い条件のデータを収集するため、砕波限界ぎりぎりの波も造波しており、このような条件で造波された波の安定性については今後さらに検討していく必要があると考えています．

論文番号 33

著者名 北野利一，間瀬 肇，喜岡 渉，矢野陽一郎

論文題目 一般化パレート分布による極値波浪解析 拡張形状母数の推定

討論者 合田良実 ((株)エコー)

質疑

極値 III 型が最適とされる証拠を形状パラメータが負値であるというだけでなく、普通に使われる最尤法、最小自乗法によって母数を決めた場合の適合度と比較した結果で示していただきたいと思います。

口答では質問しませんでした。が、閾値 u は解析の便宜上のものであって、物理的に不自然なものです。3母数分布において、位置母数 μ も推定対象とすべきであると考えます。ちなみに形状母数を固定した上で、尺度・位置母数を推定すると、 $\mu < u$ となります。

回答

今後の検討課題として、一般化パレート分布で推定した母数推定値と、一般化極値分布で推定した母数推定の比較を検討します。なお、一般化極値分布で推定するためには、1年という単位期間で十分に漸近していることが条件となります。ここで取り上げた Kodiak 沖の波浪資料の場合、平均発生周期が $0.345(+/- 0.031)$ 年であるので、おそらく適用可能であろうと考えられます。

閾値 u は、頻度解析をたんなる「曲線あてはめ」解析ではなく、数学的に本来の意味での極値解析にするための道具です。物理的というか、低頻度で発生する大きな高波という現象を、一般化パレート分布に従う数理現象として扱えるか否かの境目を定めるものとして、我々は非常に重要なものと考えています。しかしながら、ご指摘のとおり、一般化パレート分布における閾値は、極値分布における位置母数に相当するものであり、閾値をあらかじめ与えることが不自然に見られるかもしれません。本論文にも示すとおり、閾値を与える代わりに、閾値を越える時間的な頻度として、発生平均周期を推定します。つまり、位置母数のようなレベルを決めるパラメータを推定する代わりに、ある一定期間内にそのレベルを越える確率を推定することに置き換えているのです。また、極値分布に含まれる位置・尺度・形状母数のうち、確率波高の推定誤差の寄与が最も大きいものは、形状母数であり、位置母数の推定誤差の寄与はかなり小さいことを確認しています。これは、本論文にも示す、発生平均周期の推定誤差が確率波高の推定誤差の寄与としては小さいことに対応することだと考えています。これらのことは、上記の質問とも関連することであり、今後、整理した上で報告する予定です。

討論者 橋本典明 (港空研)

質疑

極値 III 型も取り得るとのことであるが、著者の意見として、確率波高が過小評価になる可能性がある極値 III 型も考慮する方がよいという考えなのか？

適切な閾値の与え方は、母数パラメータの変化がない範囲で、なるべく大きな値を与える方がよいという理解で良いか。

回答

低頻度で発生する大きな高波という現象が、漸近的に極値分布で表される数理現象であることが確認できるので、極値 III 型分布も含めて解析するべきだと考えます。しかしながら、推定が過った場合に過小評価になる危険性もあるので、結果については、深く吟味すべきだと考えます。

適切な閾値の与え方は、母数パラメータの変化がない範囲で、なるべく小さな値を与えるのがよいと思われます。閾値をなるべく小さな値をとることにより、閾値をこえるデータが多くなり、その結果、情報量が増えて、誤差の少ない推定が可能となります。

論文番号 34

著者名 北野利一

論文題目 極値波浪解析における記録更新値の統計的特性

討論者 橋本典明(港空研)

質疑

図-3 と図-4 は本研究で最も重要な図だと思うが、図の見方を具体的に説明して欲しい。

回答

本文に記述しましたが、補足すれば、まず、図-3 において、縦軸が Prob. Density $PMK(x)$ とあるものは、 $K=Infinity$ の曲線が、将来期間に生じる記録更新数が未知の場合(無限個以下)の記録更新値の最大の確率密度を示します。また、例えば、 $K=5$ の曲線は、将来期間に生じる記録更新数が5個以下の記録更新値の最大の確率密度を示しており、 $K=5$ の曲線と $K=4$ の曲線に挟まれる部分が、将来期間に生じる記録更新数がちょうど5個である記録更新値の最大の確率密度であることを示します。図-4 は記録更新値の最小の場合の確率密度です。

記録更新数による相対的な検討をする上で、この確率密度グラフに対し、それぞれの K の曲線を $K=Infinity$ の曲線で無次元化したものが、縦軸を $PMK(x)/PM(x)$ としたグラフです。したがって、記録更新値の最大値が $(x - x_{10})/\sigma = 0.1$ 付近となるのは、記録更新数が1個程度が最も多く、記録更新値の最大値が $(x - x_{10})/\sigma > 2.0$ となるためには、記録更新数が3個以上発生しないと確率的に難しいことが分かります。つまり、記録更新値の最大値がより大きい値をとるためには、更新数が多くなる必要があるという感覚的に理解できることを相対的な確率密度として具体的に示したものです。

同様に、図-4 は、将来期間に生じる記録更新値の最小を表すものです。縦軸を $PmK(x)/Pm(x)$ としたグラフを見ることにより、記録更新値の最小値が大きい値をとるためには、記録更新数が少ない時におこりやすいという感覚的に理解できることを具体的に示しています。

論文番号 35

著者名 合田良実

論文題目 設計波高に係わる極値統計分布の裾長さパラメータとその意義

討論者 橋本典明 (独法 港空研)

質疑

A, B, R が決まれば H_{50} , H_{10} が決まり, g_{50} が決まる. 著者は H_{50} と g_{50} から再度 A, B を推定することを推奨しているが, この推奨方法を用いるべき立場 (状況あるいは考え方) を説明して欲しい.

回答

波高の極値統計解析を行った地点であれば, 尺度母数 A および位置母数 B は既知であり, 改めて推定する必要はない. しかし, 設計波高 (50 年確率波高) のみが与えられてモンテカルロ法を活用した性能設計を行う場合など, A, B の母数値が不明なことがある. そうした場合には裾長さパラメータ g_{50} を対象海域の代表値を参照して定め, 論文中の式 (18), (19) を用いて母数値を設定することを推奨する.

討論者 北野利一 (名古屋工業大学)

質疑

実際の討議時には質問をうまく表現できなかったため, 誤解があったのではないかと思いますので, 質問を改めて表現します (以下はコメントです).

定義によりますと, 取り得る値の制約のあるパラメータ (例えば, 分散 [$s > 0$], 相関係数 [$-1 < r < 1$] および今回提案された裾長さパラメータ [$g > 1$]) は, その推定値が制約値に近い場合, その誤差分布が正規分布のような対称形とはならず, 制約値側では切り立ち, 制約値のない側には長い裾をもつ分布となります. 例えば, 相関係数 $r = 0.9$ の誤差分布はおおよそ右図のようになります. (回答者: 図を割愛します. r の頻度分布は 0.9 付近でピークとなり, そこから 1.0 にかけて急激に減少する一方で, 0.9 よりも小さい範囲には広く分布する) 従って, そのような場合, 推定の信頼区間は予想以上に幅広いものとなります. 以上のことから, 波浪の長期資料の場合, $r \approx 1.05 \sim 1.25$ 程度であるので, 推定という観点から見て少しくせのあるパラメータであるといえます.

回答

討論者が行われているように, 裾長さパラメータを直接に推定しようとする場合にはそうした問題があるでしょう. しかし, 著者としてはあらかじめ尺度・位置母数を推定して確率波高 H_{10} , H_{50} などを求めた上で裾長さパラメータ g_{50} を算定することを推奨します.

論文番号 36

著者名 野中浩一, 山口正隆, 畑田佳男, 大福 学

論文題目 確率的台風モデルを利用した波高極値の推定システムの日本海における適用性

討論者 橋本典明 (国土交通省 港空研)

質疑

日本海に台風が進んで来たときには台風の末期で進行速度が速いと思う. その場合, 短

い時間で波が発達するので、波浪場の初期条件の影響が残るのではないかと思う。初期条件はどのように与えたのか？

回答

初期条件は全領域で初期スペクトルを0とすることにより与えています。ただし、計算開始時刻は台風が日本海領域から数百 km 以上離れた太平洋上に存在する時点（台風ごとに異なる）としていますので、台風が日本海に接近する時点では少なくとも6時間以上、日本海上で風が吹送していることとなります。

討論者 柴木秀之（(株)エコー）

質疑

低気圧による確率波高と台風による確率波高の比較結果について教えていただきたい。
適合分布関数の違い、確率波高値の違い等

回答

低気圧（台風以外の気象擾乱）時波浪および台風時波浪の確率波高はいずれも日本海中央部で最大値をとり、その絶対値は同程度（100年確率波高の最大値は11m以上）であります。わが国沿岸では、北海道西岸から東北地方北部にかけての沿岸部を除き、低気圧時波浪の確率波高がより大きい値を示します。すなわち、台風時波浪の確率波高は日本海中央部を中心として周囲の沿岸部に向けて楕円状に減少するのに対して、低気圧時波浪の確率波高は日本海中央部と北海道西部から東北地方北部の沖合海域で最大値をとり、高波高域が日本沿岸に広範に分布します。適合分布関数については、一概に述べられませんが、低気圧時波浪に対する分布関数の形状母数がより小さい値をとるようです。

討論者 鳥居謙一（国総研）

質疑

50年200組と10000年の確率評価は、どのような意味を持つのか。

10000年のケースでは、超過確率1/100では内挿問題となっており、母集団推定の必要がないのでは。

回答

10000年1回のシミュレーション資料は日本海における台風時年最大波高の母集団を推定しうる資料、50年200組のシミュレーション資料は50年間の台風時年最大波高資料に対する200組の標本であり、確率波高の分散の推定を可能にする資料と考えています。

と同じ回答になりますが、10000年1回のシミュレーション資料に基づく極値統計解析の結果は台風時年最大波高の母集団を高い精度で推定したものになっていると考えていますので、この資料に基づく100年確率波高の推定結果は100年確率波高の真値に相当するとみなしています。

論文番号 37

著者名 大澤輝夫，深尾一仁，安田孝志

論文題目 伊勢湾地域における高解像度気象場の再現計算とその精度検証

討論者 加藤史訓（国土技術政策総合研究所）

質疑

風速の計算精度について風向別（陸風，海風など）に整理されていればその結果を教えてください。

回答

風向別には整理していません。今回計算した 3 月は、大半が北西の季節風場になっておりあまり風向が変化しません。これから 1 年間の再現計算をやっていく中で、冬季や夏季、昼間や夜間などを対比しながら、風向別の精度検証もしていきたいと考えております。

討論者 橋本典明（港空研）

質疑

MSM（10km）は計算の境界条件として用いられていると思うが、それを用いて MM5 で計算した結果は MSM より精度が向上している。その理由は？

回答

MM5 の 1km 計算では MSM に比べて地形の再現度が大幅に改善されており、計算精度の向上はこの地形の影響が最も大きいと考えられる。特に局所的な地形に敏感に反応する風の場合は、その影響が最も良く現れている。さらに MM5 では地表面の土地利用が忠実に再現されるため、地表面粗度や熱フラックスの精度が向上し、計算精度が改善されていることも考えられる。

論文番号 38

著者名 山下隆男，加藤 茂，大澤輝夫，筆保弘徳，西口英利

論文題目 MM5 による冬季季節風時の沿岸域海上風場の再現性について

討論者 田中健路（熊本大学工学部）

質疑

大気境界層の計算において、陸面・海面の摩擦を考慮して計算していると思われるが、粗度長のパラメタリゼーションの手法はどのように行われたか。

回答

MM5 で提供されている、MRF 接地境界層サブルーチンを用いた。これは、逆勾配項に対する Troen-Mahrt 代表量と十分に混合した接地境界層での K-分布を用いた効率的な計算スキームで、詳細は Hong & Pan(1996)を参照されたし。なお、このスキームは鉛直混合の差分化には陰解法を用いているので時間ステップを大きくすることができる。

その他、Burk-Thompson PBL，Eta PBL のサブルーチンを用いると、鉛直混合には Mellor-Yamada モデルで乱流運動エネルギー（TKE）を用いており、2 季節、十数通りの土地利用から地表面粗度を考慮できるが、これらに対する計算対象地域での調節はあまり行われていないようである。