

論文番号 51

著者名 阿部郁男，今村文彦

論文題目 並列計算によるリアルタイム津波（浸水）計算の高速化

討論者 安田誠宏（京都大学 防災研究所）

質疑

初期条件として必要な断層モデルに関する情報が得られるまでに要する時間についてはどのようにお考えか。

初期条件の設定，対象地点，計算領域の設定に要する時間の短縮化についてのアイデアを聞かせて欲しい。対象地点を選択すると自動的に設定されるようなシステムを組むことができるのではないか。

回答

今回の検討では十分な検証を行っていないが，現在の津波予報が5分前後で発表されている点から考えても3分前後では，得られるのではないかと考えている。これと関連して，情報のタイムリミットは，地域や利用目的によって違うと考えており，断層モデルの取得可能時間，計算時間を踏まえて，地域ごとに必要な計算機のリソースを算定できる仕組みが必要だと考えており，今後の検討課題としたい。

対象地点を選択すると自動的に領域分割をしたり，計算資源を割り当てて負荷均等化を行うことは十分に実現可能である。こういった部分は，グリッド計算科学の分野では多くの先進事例があり，今後はそのような技術も取り入れてゆきたい。

討論者 原田賢治（京都大学 防災研究所）

質疑

今後，ITBLのような専用のシステムをどこかで用意して使う必要があるのか。

回答

人の命を守る「防災」という意義からは，専用の計算機が必要になると考えている。現在，利用しているITBLは全国の研究機関，様々な研究ジャンルが共同利用可能な計算環境であり，地震が発生したからといって全てのジョブをキャンセルすることは大変難しいと考えている。そこで，ITBLで開発したデータベースや技術を利用して，地域ごと，例えば市町村や広域消防本部ごとにサーバを設置して，これらサーバの連携によってITBLと同じような効果をもたらすことを期待して研究している。

論文番号 54

著者名 永田祐一郎，高橋智幸，松富英夫，今井健太郎，鈴鹿 陽

論文題目 2003年十勝沖地震津波の波源域の推定

討論者 松本浩幸（海洋研究開発機構）

質疑

HVD大の解から得られた断層面を東側まで延ばしているのはどうしてですか。

回答

1952 年の十勝沖地震を参考に設定しています。これは地震調査研究推進本部の十勝沖想定震源域に相当します。すなわち Harvard 大の CMT 解を採用したモデル A は従来の想定域全体で破壊が発生したという仮定に基づいており、もう一方の地震研の解を採用したモデル B はその西側部分だけで破壊が発生したという仮定に基づいています。両者の比較ではモデル B が実際の津波をより良く再現しており、津波のデータは西側部分だけの破壊を示唆していることが判明しました。なお、モデル A とモデル B では破壊領域以外の断層パラメータにも相違があるため、論文の後半ではモデル A の各断層パラメータを変化させた数値計算を実施し、いずれのケースでもモデル B より津波の再現性が低いことを確認しています。

論文番号 55

著者名 大垣圭一，今村文彦

論文題目 現地データを利用した 2003 年十勝沖地震津波の数値解析と特性の把握

討論者 原田賢治（京大防災研）

質疑

津波の計算格子が 500m 程度で行われているが、養殖被害を推定するには（流速を評価する際には）、さらに細かなメッシュが必要ではないか。

回答

数値計算に使用したのは 501m の地形データであり、小さな湾は少ないメッシュ数で表現できてしまうという問題がある。そのため、局所的な流れを再現することは不可能であり、これを再現するには、細かいメッシュが必要である。ただし、湾全体における被害の有無を確認するときには、局所的な流れの再現よりも津波の代表流速や周期と湾の持つ固有振動数の関係の方が重要であると考えます。この点については、今回のような大きなメッシュでも可能であり、湾全体において被害が出るかという観点では、今回用いたような粗いメッシュでも被害と流速との関係を示すことが出来たと考えている。

討論者 松本浩幸（海洋科学機構 JAMSTEC）

質疑

釧路と霧多布の間で 2 地点、波高の大きくなる場所がある。実測でも計算でもそのようになっているが、原因を教えてください。

不均一断層モデルのすべり量の平均が、均一断層モデルのすべり量と違っています。すなわち、地震モーメントが食い違っていることとなります。K₀ を一定とするのではなく、地震モーメントを一定にするべきでは。

回答

実測での遡上高が大きくなっている地点は、床譚（3.05m）末広（3.89m）の 2 地点である。数値計算の結果でも、この付近の波高は 2m 以上で、周辺に比べて波高の大きい場所となっている。この原因であるが、海岸線のすぐ南側に大黒島があり、周辺の水深が浅くなっているため、

波の屈折等でこの付近に津波が集中して波高が高くなったと考えている。さらに詳細については、今後の検討課題である。

本来は、モーメントを一定にしながら、滑り量分布を変化させるべきであるとも思う。不均一断層モデルでは、陸側の滑り量が津波の波高にあまり影響しないため、滑り量の値として小さくなった。これは津波成分にあまり関与しないことも分かった。今回、不均一断層モデルの解析を行った理由は、滑り量に不均一性があるかどうかを調べるためであり、本解析結果から津波成分については不均一性が小さいことが示唆された。

論文番号 56

著者名 永井紀彦，小川英明，額田恭史，久高将信

論文題目 観測波形記録に基づく 2003 年十勝沖地震津波の特性

討議者 松本浩幸（海洋研究開発機構）

質疑

海象計の原理について教えてください。

海象計は高精度データを取得できると思われます。さらに沖合いへの展開に期待します。

各機関で個々に津波データを記録していますが、これらのデータの統合によって、津波の実態の理解が進むと思われます。

回答

超音波のドップラー効果を用いて波の方向スペクトルを計測できるのが、海象計の特徴です。海底設置式ですので、高周波から低周波にいたる幅広い周期帯の波を観測することができます。詳しくは、下記文献を参考にしてください。

1)高山知司・橋本典明・永井紀彦・高橋智晴・佐々木弘：水中ドップラー式波向計(海底設置式波浪計)の開発について，海岸工学論文集第 39 巻，土木学会，pp.176-180，1992.

2)橋本典明・永井紀彦・高山知司・高橋智晴・三井正雄・磯部憲雄・鈴木敏夫：水中超音波のドップラー効果を応用した海象計の開発，海岸工学論文集第 42 巻，土木学会，pp.1081-1085，1995.

3)合田良実監修，海象観測データの解析・活用に関する研究会編集：波を測る（沿岸波浪観測の手引き），(財)沿岸開発技術研究センター，212p，2001.

ご期待はありがたいのですが、海象計の沖合い展開には、以下の制約があります。

1)設置水深 50mまでが限界： これより深いとセンサーのメンテナンスができません。

2)海底ケーブル長の制約： 海底ケーブル長に応じて、設置経費が決まります。中継局を設ければ 5km 以上の海底ケーブル長があっても大丈夫ですが、経済性から考えてあまり岸から遠くには設置できないのが現状です。

より大水深での津波観測には、GPS ブイをお勧めします。下記文献を参考にしてください。

永井紀彦・小川英明・寺田幸博・加藤照之・久高将信：GPS ブイによる沖合の波浪・津波・潮位観測，海岸工学論文集第 50 巻，土木学会，pp.1411-1415，2003.

その通りです。本論文で示した津波波形観測記録は、下記のホームページから誰でもダウン

ロードできますので、ご活用ください。

<http://www.pari.go.jp/bsh/ky-skb/kaisho/>

論文番号 57

著者名 松本浩幸，三ヶ田均，大町達夫，井上修作

論文題目 ゆっくりとした断層破壊による地震津波について

討論者 永井紀彦（港湾空港技術研究所）

質疑

2004年9月5日の紀伊半島沖地震津波波計の沖合での抽出について、水深100mのGPS津波計でも、波浪成分除去のため±150秒程度の強いフィルターをかけて整理しました。台風通過前後の高波浪状態であったためです。参考情報としてコメントさせていただきます。

回答

GPS津波計に関する参考情報ありがとうございます。沖合機器で得られた観測データから津波を抽出する方法は経験的に基づくものが多く、理論的に確立された手法は存在しないと思われま。沖合観測を利用したりリアルタイム津波防災を実現させるためには、定量的に津波波高を見積もることができる、津波抽出の理論的な手法の完成を目指す必要があると著者らも考えております。

論文番号 59

著者名 今村文彦，藤原 誠，進藤一弥，市村 強

論文題目 臨海都市域に來襲する津波の統合シミュレーション開発

討論者 電力中央研究所 流体科学領域

質疑

レーザープロファイラーについて、以下の項目について認識の程度を教えてください。

- 水平スケール物体
- 高さの精度（段差）

その他に、津波シミュレーションを活かす上での特長がありましたらお教え下さい？

回答

空間の分解能は、対象によって異なるとは思われますが、今回の沿岸域では、2m四方のデータを作成し、妥当な結果を得ることが出来ました。高さの精度に関しては、本研究で検討はしていませんが、数十cm程度はあると言われます。

今回、得られた構造物データを地形データとしてシミュレーションに用いましたが、空間格子間隔を大きくした場合、これらを粗度モデルとして扱う事が出来ます。その時、占有率などの情報も得ることができますので、それに応じた相当粗度値を設定できます。

論文番号 61

著者名 松富英夫，大沼康太郎，今井健太郎

論文題目 植生域氾濫流の基礎式と植生樹幹部の相似則

訂正

式(3)に誤植，式(15)に符号のミスがあり，以下のように訂正します．

$$(誤) \quad \left\{ 1 - \frac{\kappa(h)}{50} - \frac{\kappa(h)}{50} \frac{h}{d} \frac{dd}{dh} \right\} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

$$(正) \quad \left\{ 1 - \frac{\kappa(h)}{100} - \frac{\kappa(h)}{50} \frac{h}{d} \frac{dd}{dh} \right\} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

$$(誤) \quad \begin{aligned} & \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial h}{\partial x} = - \left\{ 1 - \frac{\kappa(h)}{100} \right\} igh \\ & - \left\{ 1 - \frac{\kappa(0)}{100} \right\} \frac{gn_0^2}{h^{7/3}} q|q| - \frac{\kappa(h)}{50\pi} C_D \frac{q|q|}{dh} + \frac{\kappa(h)}{100} C'_M \frac{\partial q}{\partial t} \\ & - \frac{\kappa(h)}{50} \theta' \frac{q}{d} + \frac{\kappa(h)}{50} \left(\frac{q}{d} \frac{dd}{dh} + \frac{1}{2} C_M \frac{q}{h} \right) \frac{\partial h}{\partial t}. \end{aligned} \quad (15)$$

$$(正) \quad \begin{aligned} & \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial h}{\partial x} = - \left\{ 1 - \frac{\kappa(h)}{100} \right\} igh \\ & - \left\{ 1 - \frac{\kappa(0)}{100} \right\} \frac{gn_0^2}{h^{7/3}} q|q| - \frac{\kappa(h)}{50\pi} C_D \frac{q|q|}{dh} - \frac{\kappa(h)}{100} C'_M \frac{\partial q}{\partial t} \\ & - \frac{\kappa(h)}{50} \theta' \frac{q}{d} + \frac{\kappa(h)}{50} \left(\frac{q}{d} \frac{dd}{dh} + \frac{1}{2} C_M \frac{q}{h} \right) \frac{\partial h}{\partial t}. \end{aligned} \quad (15)$$

討論者 浅野敏之（鹿児島大学）

質疑

植生の存在を考慮して基礎式を導くのなら，入射波が植生帯で反射され散乱される機構を入れる必要があると思うが，どう考えるか．

回答

御質疑，有難うございます．

本論文の基礎式は反射の影響を受けた水理量を用いて誘導しております．ただし，反射波も長波近似が成立するという仮定のもとです．植生帯から発生する散乱波が長波近似できないもの，そして無視できないものであれば，討論者の御指摘の通り，別個に散乱機構を考慮する必要があると考えます．

論文番号 62

著者名 今井健太郎，松富英夫，高橋智幸

論文題目 津波氾濫流れによる植生の揺動とその流体力特性

討論者 林健二郎（防衛大学校）

質疑

波の進行方向の振動数の算定において、ストローハル数及び物体寸法をどのように評価されましたか。

回答

カルマン渦による振動数の算定において、ストローハル数は $St=0.2$ 、代表長さは樹幹幅を、流速は接近流速として海側流速を用いました。ただし、流れ方向の渦振動数はご指摘のとおり、 $St=0.4$ を採用するべきだと思われます。従って、植生の流れ方向卓越振動数が流れ横断方向の渦振動数に近い値を示すのかは今後検討していきたいと考えております。

論文番号 63

著者名 大谷寛，上月康則，村上仁士

論文題目 地震による家屋破壊状況における津波による家屋被害に関する一考察

討論者 富田孝史（港湾空港技術研究所）

質疑

家屋の耐久性により地震による家屋被害率が平均的に 50%としても地域的な被害率は異なると思います。これにより津波の流れ方も変化するため、そういった検討も今後必要になると思いますが、今後の研究で検討はされるのでしょうか。

論文番号 64

著者名 河田恵昭，新名恭仁，原田賢治，鈴木進吾

論文題目 津波による船舶被害の評価手法の提案

討論者 池野正明（電力中央研究所）

質疑

船舶の乗り上げ、座礁の評価に、津波の上下水位変動量を用いているが、岸向き、沖向きの流れの強さや、これによる船舶の水平変位と係留力の関係等からも、破断評価等を検討する必要があるのではないか。

回答

本研究では、船舶の係留状態をモデル化し、被害評価の外力を津波による海面の水位変動と船首方向からの流れによるものとした。岸向き、沖向きからの流れも考慮に入れて被害評価を行うには、船舶の形状と津波の来襲方向などが重要になってくるとされる。

今後それらを考慮に入れながら、船舶の挙動と係留索の張力をより詳細に検討していきたい。

論文番号 65

著者名 山中亮一，志水克成，中辻啓二

論文題目 大規模閉鎖性水域の渤海における流動構造の季節変動特性

訂正

表の差し替え p 3 2 2 表 1 河川流量

黄河流域の 8 月分を追加願います。

河川名	流量[m ³ /s]	
Liaohe	379	
Shuantaizihe	141	
Luanhe	128	
Haihe	164	
Yellow River 2000年	1月	38
	2月	73
	3月	249
	4月	128
	5月	56
	6月	88
	7月	355
	8月	434

6 5 - 1 河川流量

p 3 2 5 図 1 0 (b)のキャプションを 7 月 29 日に変更願います。

討議者 田中昌広 (鹿島・技研)

質疑

水質悪化の原因となっている流入負荷の実態を教えてください。

回答

公表データによると、渤海に流入する工業排水量は 1980 年では 280 億トンであったが 2000 年では 200 億トンと 30%程度減少しています。一方、生活排水量は 1980 年では 60 億トンであったが 2000 年では 230 億トンと 4 倍近く増加しています。これら排水の水質については COD 平均濃度が約 400mg/L であるとされています。また農業排水に関しては、詳細な統計値は無いものの、河川からの年間取水量のうち 77%が農業用であり化学肥料使用量は 30 年間で 18 倍以上に増加していると新聞報道されていることから、この影響も大きいことが推測されます。ただし、これらの数値は情報源によりばらつきがあり、参考値として取り扱うべきであると考えます。また、排水が沿岸域に長期間滞留することも水質悪化の原因のひとつと考えています。

論文番号 66

著者名 上野成三，中山哲巖，山本潤

論文題目 野見湾における観測システムと数値モデルを統合した流動予報システムの開発

討論者 村上和男 (武蔵工大学工学部)

質疑

再現計算と予測計算の結果から境界条件の与え方が最も重要と思われるが、境界条件の予測方法を精度良くするためには何が重要か？

回答

内部潮汐の予報精度が重要であるが、内部潮汐の予報を直接行うことは困難である。八木らの研究によると、高知沖での内部潮汐は大陸棚で発生してから1日程度かけて沿岸に伝播することから、直近の1日の変動特性に重みをおいて予報値を作成することに工夫した。

討議者 田中昌宏（鹿島技研）

質疑

計算モデルの湾内の密度構造をどのように与えていますか？

気象条件の予測はどのようにしているのか？

回答

初期値は密度なしの一様の値を導入し、計算の中で自然と密度構造を再現するようにした。気象条件は、気象庁の予報値の内、直近のものを採用した。

論文番号 67

著者名 矢野真一郎，齋田倫範，橋本泰尚，神山泰，藤田和夫，小松利光

論文題目 有明海における潮汐条件に対する流動・成層構造の変化

討論者 田中昌宏（鹿島 技術研究所）

質疑

密度成層は塩分成層が支配的なのか？水温成層が支配的なのか？

大潮、中潮で島原半島沿いで流速が強いことについて、諫早湾排水門からの排水が影響しているのではないかと？

回答

今回報告した観測結果については、いずれの結果においても塩分成層が支配的であった。夏季（2003年8月6日）の観測時には明瞭な温度躍層が観測されたが、同時に塩淡成層も生じており、結果的に密度分布に対する寄与は水温よりも塩分の影響が大きかった。

島原半島沿岸部の強い潮流は、表層のみならず全水深にわたって生じていることおよび上潮時・下潮時の両方で観測されていることから、現時点では順圧的な潮流だと認識している。発生要因等については今後も継続的な観測を行って明確にしていきたい。

討論者 中辻啓二（大阪大学）

質疑

貴重な観測データを提供されたことに敬意を表するが、データのとりまとめが非常に悪く理解しがたい。

回答

本論文で考察した現地観測では、成層条件（淡水流入条件）と潮汐条件の組み合わせ上、論文タイトルに掲げた「潮汐条件による流動・成層構造の変化」を完全に把握するには至っておらず、不十分な点があることは否定できません。ただし、本論文におけるデータの解析に基本的な間違いは無いと考えていますので、追加観測データを加えたより詳細な検討を行うことで、ご指摘に対応していきたいと考えています。また、本論文は有明海の物理構造のうち最も必要とされている

る情報を得るための現地観測を行いましたので、その結果を速報的にお示ししたとご理解頂きたいと思います。なお、本文中でRi数により成層の安定度を評価した部分については、安定・不安定という表現を成層度の強弱という意味合いで使用しているため、誤解を与えた可能性があります。

論文番号 68

著者名 西ノ首英之，小松利光，矢野真一郎，齋田倫範

論文題目 諫早湾干拓事業が有明海の流動構造へ及ぼす影響の評価

討論者 勝井秀博（大成建設株式会社 技術センター）

質疑

図5より、 $U_a=1.1U_m$ だから、2003年の流速の低減率（21～27%）の数値はもっと大きいと理解しないのはなぜか？

回答

ADCPと電磁流速計との間の約10%の流速の差異は、係留された電磁流速計が潮流によって振動及び傾斜していることに起因していると考えている。この条件は1993年、2003年のデータに共通するものであるため、流速の低減率に大きく影響することはないと考えている。

討論者 村上和男（武蔵工業大学）

質疑

結論として、諫早堤防締切りの影響はボリューム的には5%程度の減少に対して、P1測点では、21～27%の減少が見られている。これは、締切りの影響が西側海域に集中して、東側の熊本県側にはあまり影響しないと考えてよいのか？

回答

現在までに得られている観測結果から、諫早堤防の締切りの影響は西側海域（島原半島沿岸部）に集中していると考えており、熊本県側においては直接的な影響は生じていないと考えられる。しかしながら、西側海域の流況の変化が有明海全体の流況に影響している可能性は十分に考えられるので、二次的な影響が熊本県側に生じている可能性は否定できない。更に詳細な評価を行うために継続して観測を行いたい。

論文番号 69

著者名 小松利光，矢野真一郎，齋田倫範，松永信博，鶴崎賢一，徳永貴久，押川英夫，濱田孝治，橋本彰博，武田誠，朝位孝二，大串浩一郎，多田彰秀，西田修三，千葉賢，中村武弘，堤裕昭，西ノ首英之

論文題目 北部有明海における流動・成層構造の大規模現地観測

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

湾奥北東部からの流れが下げ潮時に西側に偏向し、それらが塩分などの物質輸送にも影響を与

えると説明されているが、残差流パターン(例えば反時計回りの残差流)を考慮する必要があるのではないか?

回答

ご指摘の点は、我々も重要と考えます。ただし、本論文で実施された観測結果からは、一潮汐間に5回の曳航観測で、なおかつ荒天による欠測もあったことから、残差流のパターンを推定するのは困難でした。有明海ほどの空間スケールを持つ海域において、精度の良い残差流パターンを現地観測より得るのは、かなり大規模な観測(ADCP観測船の増強や多点での設置型観測の併用などが必要)の実施が必要とされると考えられますので、今後の課題としたいと思います。また、表層だけならば海洋レーダーによる連続観測により残差流パターンを測定できると期待されますので、今後の進展にも期待したいと思います。

論文番号 70

著者名 村上智一, 大澤輝夫, 伊藤秀文, 安田孝志

論文題目 浅海域の海面境界層における乱流モデリングの重要性と改良の方向性

討論者 田中昌宏(鹿島技研)

質疑

Ri数依存型のモデルは、混合層のディープニング(混合現象)を基本的に評価できません。

回答

本研究は、浅海域で気象場と結合計算を行う場合など海面境界層の取扱いが重要となる場合における既存の乱流モデルの問題点を明らかにすることを目的としたものです。ご指摘の通り、Ri数モデルでは、Richardson数のみから渦粘性係数を算出しており、さらに不安定状態を考慮していないことから混合現象の評価はできません。これに対して、MYモデルでは広い範囲のRichardson数に対応していることから混合現象を評価することができます。しかし、このMYモデルを用いた場合、強風時に混合が強すぎるなど現象の再現性に問題があるということが明らかとなりました。

論文番号 76

著者名 藤原建紀, 國井麻妃, 宇野奈津子

論文題目 海水位の変動機構

討論者 村上和男(武蔵工大・工学部)

質疑

異常潮位は理由の不明な水位上昇と定義されているが、陸棚の水温で説明できるのか?

回答

異常潮位は、水位偏差(実測水位-予報水位)がある値以上になることであり、その限界値は気象庁と海洋情報部、それぞれで決められている。本報は、水位偏差が陸棚斜面の水温と対応していることを示したものである。

論文番号 77

著者名 鈴木崇之，岡安章夫，柴山知也

論文題目 砕波による時空間的浮遊砂濃度変動の数値シミュレーション

討論者 山下隆男（京都大学防災研究所）

質疑

現地スケールでの浮遊砂巻き上げのシミュレーションを検討していますか？もし、しておられれば、巻き上げ高さ等はどの程度になりますか？

繰り返す波による乱れの履歴等の効果はどのようになっていますか？

回答

現時点においては、現地スケールでの計算は行っておりません。現地スケールに拡張するにあたっては、計算速度の問題、LES モデル内で使用している SGS モデル（乱れスケールと計算格子サイズを考慮した乱流成分の評価モデル）の適用範囲（適正格子サイズ）の問題等を検討する必要がありますと考えております。しかし、将来的には現地スケールでの計算ができるよう問題項目の解決及びプログラムの改良を進めていきたいと考えております。

LES モデルでの砕波による乱れの評価は、乱れのスケールによって2つに区分されています。計算格子サイズよりも大きい乱れは直接計算により評価され、それよりも小さいスケールの乱れに関しては SGS モデルによって評価されます。これら乱れの評価は時系列的に計算を行っておりますので、乱れの履歴についてはその効果が考慮された上で評価が行われていると考えます。

討論者 内山雄介（（独法）港湾空港技術研究所）

質疑

底面境界条件について

- 沈降モデルはどのようなものを使っていますか？

- LES で行っているメリットを活かすとすると、底面における Reynolds stress 等の乱流諸量を用いるという方向性は考えられますか？

回答

始めに、沈降モデルについてですが、浮遊砂は沈降速度（ルビー式）及び砂粒子に加わる重力による鉛直下向き方向への移動（沈降）と LES モデルによって計算される流速場により移動（移流）されると仮定して計算を行っております。底面に到達した浮遊砂につきましては、その時点で底面境界から計算領域外に除いています。本検討におきましては、砂の粒径が小さいこと（0.15mm）、また、計算される浮遊砂濃度が 10ppt 程度とそれほど高濃度でないことから、粒子間および粒子 - 流体間の相互作用は無視して計算を行っております。

底質巻き上げ関数に乱流諸量を用いる件についてですが、砕波帯においては砕波の影響により流速だけではなく、乱れ強度等乱流諸量の影響も考慮する必要があるのではないかと考えています。そのためにはまず、乱流諸量が底質巻き上げに対しどのくらい寄与しているのかを実験などから検討をする必要があります。この検討・検証により、乱流諸量が底質巻き上げに及ぼす影響

が大きいと判断されれば、それに応じて巻き上げ評価関数等を改善していく必要があると考えています。また、浮遊砂の移流拡散についても、流速だけではなく乱れ等が効いていると考えられますので、この件についても合わせて検討を行っていきたいと考えています。

討論者 本田隆英（東京大学大学院・工学系研究科）

質疑

図-2の流速ベクトルおよび底質巻き上げ平面分布図ですが、波を直入射させているので沿岸方向には線対称なパターンが得られるのではないのでしょうか？

回答

LESモデルにおいて流速場の計算が行われる際、差分法を用いて各計算格子における流速値が算出されます。その際、隣接する格子間で発生する数値誤差が沿岸方向非対称にしている原因であると考えています。

論文番号 78

著者名 柴山知也，M.P. R.Jayaratne

論文題目 砕波帯内浮遊漂砂量の評価法---現地規模の現象に着目して---

討論者 山下隆男（京大防災研）

質疑

ripple 下での漂砂の方向も重要であるが、時間平均法を用いる場合には方向を決めるパラメータ系 (η/d etc.) (rippleの歪)を導入すべきではないかと思います。時間平均法で方向と量をどのように決めるか。これについてどのようにお考えですか？

回答

本論文の目的は、異なる機構の浮遊現象を、量的に対照することです。地形変化に寄与する正味の移動量を評価することは本論の対象を外れます。正味の移動量を決定するには、ripple上では半周期ごとの砂の移動を量的に追跡することが必要です。半周期ごとの評価以外の方法、例えば濃度評価に時間平均法を用いて方向を別途定めるなどの方法は精度の高い評価に繋がることは無いと考えています。

討論者 田中 仁（東北大学）

質疑

No77の論文とのつながりをお聞きしたい。本論文では様々なケース分けなど複雑である。一方No.77は砂移動モデルについては比較的シンプルなモデルである。従ってNo.77のようなモデルでは実現象を説明するのにさらに様々な改良が必要であるということか？2つのモデルのすり合わせをどのように考えるのか？

回答

砕波帯内の浮遊機構には少なくとも3つの別々の乱流生成機構があり、No.77で示したようなモデルはさらに改良する必要があります。本論文では、これまでに積み重ねられてきた室内実験、現地観測の結果を再整理し、現象の説明を試みています。このような知見をNo.77に示した数値

モデルに反映させていくのがこれからの目標です。

論文番号 79

著者名 菅原亮治，田中 仁，山路弘人

論文題目 光電式浮遊砂濃度分布計の動作特性に関する研究

討論者 岡安章夫（東京海洋大学）

質疑

濃度計自身の洗堀による浮遊砂濃度の変動あるいは底面位置の評価について検討しているか？

回答

定量的な検討は特にしていない。ただし、今回の調査に限って言えば、観測時間が短かったこともあり、問題となるような洗堀は見られなかった。

論文番号 81

著者名 宮本順司，佐々真志，徳山領一，関口秀雄

論文題目 水中堆積物の重力流れと凝固・堆積過程の観察

討論者 山西博幸（佐賀大学・低平地研究センター）

質疑

有効応力の発現と体積濃度との関係について定式化されたものをお持ちかどうか？

粒子の沈降速度と堆積物の堆積速度との関係は？

回答

有効応力の発現と体積濃度との関係に関しては定式化されていない。土粒子が土粒子骨格を形成する時の体積濃度を正確に計測することは出来ていない。浮遊した土粒子が沈降して土粒子骨格を形成するプロセスと、液状化した地盤（非常に粒子が密集した状態で有効応力を喪失している）が過剰間隙圧の消散に伴い有効応力を復活させるプロセスとは異なる可能性もあるので、有効応力の発現と体積濃度との関係については注意深く調べていく必要がある。なお、本論文の図 1 の解析では、液状化土の重力流れの凝固過程をモデル化しているが、体積濃度あるいは間隙比の観点から流体土から固体土への相変化をモデル化しておらず、液状化土の再下層に土粒子骨格を形成する層、すなわち、まさにこれから有効応力を発現する層（遷移層）というものを設けることによって、重力流れ全体の凝固過程をモデル化している。

粒子の沈降速度と堆積物の堆積速度とは関係があると考えられる。土粒子群の沈降速度を表す式として代表的なものとして、Richardson-Zaki の式：

$$U_c = U_f (1 - \alpha)^n \quad (1)$$

（ここで、 U_f : 土粒子一粒の沈降速度， α : 体積濃度， n : 係数 4.65）

があげられ、土粒子群が沈降し堆積物を形成し、堆積物の上端が上昇する速度として、

$$V = - \frac{d\alpha}{dt} \cdot U_c / (1 - \alpha) \quad (2)$$

(ここで f : 土粒子が骨格を形成する時の体積濃度)

があげられる。ただし、質疑で回答したように、 f を正確に定めることは現在のところ困難である。

論文番号 82

著者名 野志保仁，小林昭男，熊田貴之，宇多高明，芹沢真澄

論文題目 底質粒度構成に応じた局所縦断勾配の算定法

討論者 柴山知也（横浜国立大学教授 大学院工学研究院システムの創生部門）

質疑

底質粒度と局所勾配が結果として関係があるのは解るが、より具体的な力学的因果律についてはどのように考えればよいのか。

回答

本研究では、検見川浜・高島の浜・小田原海岸の波浪の異なる3海岸の調査結果から、平衡勾配は波浪への依存性は極めて低いと考えられることを示した。また、粒径毎の平衡勾配を算出する式(2)の $\ln a$ および b の値が波浪条件の異なる3海岸において近い値を示していることから、本研究で示した式および概念に高い普遍性があると考えられる。しかし、この式の力学的な証明は本研究では示していない。この式の具体的な力学的因果律については現在検討中である。

論文番号 83

著者名 小野信幸，緒方 菊，山口 洋，入江 功

論文題目 平衡断面条件を導入した海浜縦断面変化モデル

討論者 芹沢真澄（海岸研究室（有））

質疑

平衡勾配を単調な形で与えているのに、バー地形が再現できるのはなぜか？

ドリムの効果は土止め堤の効果としか見えないが、それ以外の効果があるのか？

回答

今回発表したモデルでは、砕波帯内の J の評価のために Kriebel の平衡断面形状を適用しており、沖浜帯の J はパラメータとして与えているからです。したがって、砕波帯内の形状は時間の経過と共に Kriebel の平衡断面形状に近づいていきます。しかし、沖浜帯の形状は、定めた J_{off} の値により決まるため、 J_{off} の与え方により Bar 型地形だけでなく、Step 型地形を再現する場合もあります。現在の所、実験結果をもっとも再現する J_{off} を試行錯誤により決めていきます。

DRIM と土留め堤の大きな違いは、DRIM が漂砂を制御する機能を持つこと、DRIM の高さ（現地施工用で 50cm 程度）は土留め堤と比較して低いことです。DRIM は、漂砂を制御する機能を持つため、冲向漂砂が卓越する条件において漂砂を岸向きに制御するように設置すると、DRIM の岸側で砂移動がせき止められるため、結果として土止め堤と同様の効果が現れます。しかし、土留め堤にしる、DRIM にしる、その制御能力以上の高波浪が来襲した場合には、底質は

沖側へと流出してしまうと考えられますが、時化後に土留め堤は岸向きの底質移動(海浜回復過程)を阻害するのに対し、DRIMであればそれを阻害しないと考えられます。

討論者 柴山知也(横浜国立大学)

質疑

海底勾配係数Jについては力学的検証が必要である。

回答

ご指摘の通り、海底勾配係数Jについては力学的な検証が必要と考えられます。今回発表したモデルの段階では、海底勾配が平衡勾配に達すると漂砂量がゼロとなるという条件を強制的に与えています。これは、力学的というより現象論的に、海浜が平衡断面へ近づくという条件を保証するものです。利点としては、波の条件に対する平衡勾配が与えられていれば、入射波条件の変化に対する海浜変形の応答を精度よく再現できることです。問題点は、波の条件に対して平衡勾配を定義することが困難であることです。今回のモデルの場合では、実験結果で得られている準平衡勾配を採用することで対応しましたが、現地に適用する場合には平衡勾配に対する更なる検討が必要になると考えています。

論文番号 84

著者名 野志保仁, 熊田貴之, 宇多高明, 小林昭男, 星上幸良, 和田信幸

論文題目 侵食海岸の前浜に見られる砂鉄高含有率砂層の形成機構

討論者 内山雄介(港湾空港技術研究所 海洋・水工部 漂砂研究室)

質疑

漂砂量公式について

沿岸漂砂量係数は一定値ですか。

混合比の変化はどのような形で考慮されているのでしょうか。

回答

本モデルは、沿岸漂砂量係数Kは一定値で与えている。鉱物毎の砂の動き易さは、従来のCERC型漂砂量式同様、鉱物比重を考慮することで動きやすさを決めている。混合比の変化は、熊田ら(2002)の交換層内での粒径毎の含有率算定式を準用した。

熊田貴之・小林昭男・宇多高明・芹沢真澄・星上幸良・増田光一：混合粒径砂の分級過程を考慮した海浜変形モデルの開発，海岸工学論文集，第49巻，pp.476-480，2002。

討論者 田中 仁(東北大学大学院教授 工学研究科土木工学専攻)

質疑

沿岸漂砂をベースにしているのだが、実測値で岸沖方向の砂鉄の分布はどうなっているのか。one-line model 的な扱いで問題ないのか。

回答

南九十九里海岸の一宮海岸においては実測値でパームに近い地点での砂鉄の含有率が最も高かったという調査結果が得られている。また、砂鉄の含有率の最も高くなる地点を境に岸に向か

うにつれて砂鉄の含有率は低くなるという傾向が出ていた。水中部の砂鉄の含有率については現在調査中で詳しくはわからないが、平均潮位時の汀線付近で砂鉄の含有率が低くなるという傾向は見られた。その他の実海岸においてもバームに近い地点において砂鉄が多く観測されている。

計算については、マクロ的な沿岸漂砂による鉱物の分級現象を対象としているので、沿岸漂砂ベースの汀線変化モデルを拡張した。岸沖方向の鉱物の分級の再現は、今後の課題である。

論文番号 88

著者名 三浦正寛，小林昭男，宇多高明，芹沢真澄，熊田貴之

論文題目 基本資料不足の海浜における汀線変化予測モデルの開発

訂正

式(7)，式(17)にミスがあり，それらは以下の通りである。

式(7)

$$G(A_0, B) = \sum_{i=1}^N \{y_{cal}(x_i, t_0) - y_{mea}(x_i, t_0)\}^2$$
$$= \sum_{i=1}^N \{BF(\xi_i) \sqrt{t_0} - y_{mea}(x_i, t_0)\}^2$$

式(17)

$$\mu = 0 \quad y - y_D < 0$$

討論者 本田隆英（東京大学大学院・工学系研究科）

質疑

「最低限 2 枚の空中写真」があれば汀線変化が予測できるということですが、「最低限 2 枚の空中写真」を選定するにあたって注意すべき点があればお教え下さい。

回答

空中写真を選定するにあたって注意すべき点として、解析解の係数と波向を決定する際には、十分に時間の経過した写真を用いること。これは、当モデルの再現・予測結果は長期的変化を対象としているため、季節的な変動などが混入しないように最低でも 1 年～数年以上、十分に時間が経過した写真を用いるほうが良い。

論文番号 91

著者名 灘岡和夫，田村 仁，飯塚広泰

論文題目 中小港湾港口部に発生する水平大規模渦による浮遊砂流入特性に関する数値解析
浮遊砂流入から見たハーバーパラドックス

討論者 渡辺 晃（(株)アイ・エヌ・エー）

質疑

興味深い結果だと思います。ただし、港口幅が狭い方が浮遊砂流入が増加するという、いわば一般常識と矛盾する現象なので「浮遊砂流入から見たハーバーパラドックス」と呼ぶべきというのは、やや誤解を招きかねません。いわゆる「ハーバーパラドックス」とは全く異なって、浮遊砂流入が極大となる港口幅があるのですから...(揚げ足を取るつもりはありませんが。)

回答

Miles と Munk によって提唱されたハーバーパラドックスも、港口の渦の発生や底面摩擦などによるエネルギー損失のために、港口をある程度以上狭めると振幅増幅率が減少することが示されています。これは本研究と全く同様の傾向であり、したがって「浮遊砂流入から見たハーバーパラドックス」という呼称は妥当であると考えています。

討論者 (株)アイ・エヌ・エー

質疑

飯岡漁港の港口部を事例に挙げているが、数値計算モデルの地形と異なるのでは。飯岡漁港は水路状の地形であるが。

回答

本研究は、中山ら(1994)が示唆した浮遊砂輸送過程に着目し、そのメカニズムを考察することから生まれたもので、今回は最も単純な長方形の港湾を数値解析対象に設定しました。今後、現地の港湾構造における解析も行い、さらに検討を加えたいと考えています。

論文番号 92

著者名 榊山勉、伊藤裕、小林正典、板井雅之、小林英次

論文題目 傾斜堤を透過する浮遊砂の濃度評価への数値計算モデルの適用

討論者 渡辺 晃(アイ・エヌ・エー)

質疑

複雑・高度な数値計算をやられたようですが、そもそも傾斜堤を通過して流入する浮遊砂量は港口からの流入砂量に比して何パーセント程度なのでしょうか。条件にも依るのでしょうか...

回答

別途実施した検討結果によりますと、波の条件、初期地形の条件によって異なりますが、傾斜堤からの透過量は港口部からの流入量の約7~12%程度と見積もられております。その評価方法は板井ら(2004)に示しております。この時点では、東防波堤の透過漂砂の実験結果を元に透過漂砂量算定式を作成し、漂砂量を評価しました。

上記の7~12%程度という結果は、その後、南防波堤の透過漂砂量の実験結果を元に、最新の現地地形データを用いて港内への漂砂量が卓越する波浪条件に対して評価した結果です。

参考文献

板井雅之・伊藤裕・小林正典・池野正明・清水隆夫・榊山勉(2004):捨石式傾斜堤からの越波・透過漂砂量を考慮した港内堆砂予測手法について、海洋開発論文集, pp.491-496.

論文番号 93

著者名 熊谷隆宏，窪泰浩，藤田和浩，植木一浩

論文題目 透過堤内および周辺を対象とした非定常地形変化解析モデルの構築とその適用性について

討論者 渡辺 晃（アイ・エヌ・エー）

質疑

複雑な計算をやられたことは評価します。しかしながら、計算手法や結果の妥当性を実験・現地観測データとの比較から論じておられますが、そもそもお示しの実測データでは、初期地形と対象時刻の地形との差異があまりにも小さい（ほとんど地形変化がない）ので、このように結論付けるのは無理ではないでしょうか。

回答

模型実験では、3時間にわたって波を作用させた結果、傾斜堤内部で特徴的な地形変化が発生しており、数値解析モデルの検証データとして用いることについて、問題はないと考えております。ただし、現地観測では、ご指摘のように、地形変化量が小さいため、このデータだけで数値解析モデルの妥当性を結論付けることはできません。

数値解析モデルの現地適用性については、今後、さらに詳細な検討を行う必要があると考えます。

討論者 高橋重雄（港湾空港技術研究所）

質疑

非常に興味深い実験結果であると思います。ただし、土砂が大きく動くのは、非常に大きな波の時に、それが支配的であるのではないのでしょうか。その時は、越波による土砂の流動化などが発生しているのではないのでしょうか。

回答

模型実験は、規則波で行われているため、大きい波と小さい波との違いを明確にすることはできませんが、実験における砂の移動状況を見ると、越波し、水塊が落下したときに、傾斜堤の背後部における底質の巻き上がりが大きく、漂砂量が大きくなる傾向にあります。ただし、砂の移動については、越波しない状況においても、透過構造物内で流れの剥離による渦の発生のため、常に底質の巻き上がりが発生し、砂の移動が顕著に現れます。

全体的な地形変化において、越波が発生するような大きな波の寄与か、継続的に来襲する波の寄与のどちらが大きいかについては、時々刻々の地形変化を詳細に調査する必要があり、今後の課題になります。

また、越波時において、目視では、土砂の流動化の発生を確認することはできておりませんが、実際には、流動化または、有効応力の低減によって土砂が移動しやすい状況になっていることも考えられます。

今回の実験では、土砂の流動化に着目した調査を行っておりませんので今後の課題として考えたいと思います。

論文番号 95

著者名 高野誠紀，坂井秀雄，中宮正人，山田貴裕，黒木敬司，佐藤道朗

論文題目 新潟西海岸での潜堤背後侵食についての数値解析

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

潜堤両端部での侵食位置が，観測結果と計算結果で相違が見られる．これらの差異が生じる原因は何か．

回答

図 - 5 に示す 1992～1993 年にかけて生じた潜堤背後の侵食は，潜堤延伸前に生じた地形変化であるのに対し，図中の潜堤は地形変化後に延伸された潜堤である．このため，実測値と計算結果の潜堤と侵食分布の位置関係が，若干異なる結果になったと考える．

論文番号 97

著者名 二木 渉，高橋 至，高木利光，有村盾一，高木 栄

論文題目 石川海岸徳光地先の大型離岸堤の効果追跡調査

訂正

図 - 2 のスケールにミスがあり、最大 500m は誤りで最大 50m が正しい。

討論者 武若 聡（筑波大学）

質疑

離岸堤の法線形状を湾曲させることにより洗掘を緩和できるとの説明がありましたが，そのメカニズムについてお教え願います．

回答

メカニズムの検討は行っておらず，卓越波向 NW に対して反射波が隣接離岸堤背後に及ばないように沖側法線の局率半径 100m として沖側に凸状とすることにより，波力および反射波の分散による堤体の安定性向上と堤体周辺の局所洗掘緩和を期待したものである．また，水理模型実験や数値シミュレーション等による効果検討も行っていない．なお，現時点で堤体の安定性が著しく低下する程の洗掘は生じていないが，今後もモニタリングを継続してその効果を確認していく予定である．

論文番号 99

著者名 宇多高明，芹沢真澄，三波俊郎，古池鋼

論文題目 2次元ポテンシャル流とのアナロジーに基づく動的安定海浜形状の予測法

討論者 内山雄介（港湾空港技術研究所）

質疑

Laplace 式が基礎方程式ということは，境界条件，および，Sink/Source 項をどのように決定

させるかということが問題になると思われませんが、これらはどのように認定されたのでしょうか。またその根拠は何ですか。

回答

今回の数値計算では、次の通りです。

- 1) 境界条件は計算領域外周全線で、境界を横切る漂砂量=0 と設定。(土砂収支が完全に閉じた海岸：卓越沿岸漂砂のない安定したポケットビーチを想定)
- 2) 河川流による湧き出し量，吸い込み量の総和をゼロと設定。(河川流の作用は，波を押しつけて土砂を沖に吹き飛ばすというパワーとしての作用のみ有し，河川それ自体からの海岸への土砂供給は無しと想定，沖に飛ばされた土砂は河川流の作用が弱まることで波による地形変化の限界水深以浅に堆積して，限界水深以深の系の外部に流出・消失することはないことを想定)。
- 3) 湧き出し点，吸い込み点の配置は，河川流の作用範囲を単純化して岸沖一測線のみとし，河川流のフラッシュによる深掘れによる侵食域に吸い込みを，その沖の堆積域に湧き出しを配置。(物理的にはそれぞれ河川流の卓越箇所，減衰箇所に対応)
- 4) 吸い込み点・湧き出し点の強度分布は，吸い込みは単純に矩形分布。湧き出し点は沖に減衰する三角形分布。(河川流は砕波帯を突き抜けると拡散して沖向きに減衰するため)

以上で，境界条件については個々の対象海岸の特性に応じて決めればよいでしょう。2)も土砂供給が少なく，波作用に対して強い河川であれば，成立するでしょう。

ただし，3)4)の湧き出し，吸い込みの配置方法と強度分布の与え方については，今回の設定条件で，現地の動的安定地形によく見られる地形の特徴は再現できたのですが，実際に個々の現地海岸に適用するための系統的な設定方法は確立していません。今後の検討課題です。

論文番号 100

著者名 出口一郎，有光 剛，荒木進歩，池田智大，張 永戦，河野大輔

論文題目 2003 年台風 10 号の高波浪に対する 2 つの混合砂礫海岸の応答

討論者 山下 隆男(京都大学 防災研究所)

質疑

海浜変形における潮位変動の影響の必要性を認識する必要がある(コメント)

煙樹ヶ浜の礫の漂砂源は何ですか？swash zone / beach face を礫が沿岸方向に移動し，この浜が河口を含むポケットビーチとして安定になっている機構は重要である。しかしながら，高波浪による礫への沖方向移動を考慮することは，この海浜の侵食要因のひとつとして重要である(コメント)。このコメントについてご意見を下さい。

回答

今回発表しました台風時のシミュレーションでは，台風時の潮位上昇を考慮しなければ再現性を得ることが出来ませんでした。流体運動も岸側の移動限界も潮位の影響を受けることから，

海浜変形の検討には潮位変動を考慮する必要があると理解しております。

煙樹ヶ浜の漂砂源は、日高川からの流出土砂と対象海岸の西端に位置する本ノ脇以西の岩礁周辺の侵食土砂だと考えられています。日高川からの供給土砂は、煙樹ヶ浜全体に分布する（供給）されるまでにすでに十分に岸沖方向に分級され、礫を含む粗粒分は汀線近くの水深 2m 以浅にしか残っていません。西側から供給された底質は主として崖侵食土砂で、この周辺での汀線近傍の礫の扁平率は小さく、球に近い物です。高波浪時に礫が沖側に輸送されるといったことは生じていないと考えています。

今回現地海浜が安定な理由のひとつとして沿岸方向の漂砂移動を挙げましたが、この海岸のように岸沖方向に分級の進んだ海浜が安定している理由についてはさらに検討を重ねる予定です。その際に混合砂礫海岸における岸沖方向の礫の移動（どの範囲で移動しているのか）を検討することも重要だと考えております。

討論者 内山 雄介（港湾空港技術研究所）

質疑

現地観測では混合砂の効果、特性について検討されているが、シミュレーションは単一粒径で行われているように拝聴しました。両者の関係がよく分からなかったのですがどのようなお考えで計算されたのでしょうか。

回答

研究の最終的な目標は混合砂の分級効果まで考慮した数値モデルの構築であり、そのために現地観測を行っています。今回のシミュレーションは、現地の波浪や地形の影響で生じる海浜流による漂砂移動の方向を確認するためのもので、ご指摘の通り単一粒径として計算しています。今後は、混合砂の効果を組み込んだ数値モデルを構築し現地データを用いて精度検証を行う予定です。