

論文番号 152

著者名 高山知司，東良宏二郎，金 泰民

論文題目 個別要素法を用いた混成堤の挙動計算

討論者 長尾 毅（国土政策技術総合研究所）

質疑

今回の解析ではばね定数は線形ですが，実際には設計波相当の波が作用すると捨石が割れるなどの現象が生じます（工事に用いられる砕石を用いた載荷実験による知見）．従って，今後はばね定数を非線形にするなどの工夫が必要ではないでしょうか？

回答

捨石の特性を示す，接点における法線方向と接線方向のばね定数や減衰係数については，計算上の安定性やケーソンと捨石との間の摩擦係数が所定の値になるように設定しています．そのために，捨石の特性を調べて与えた数値ではありません．捨石の特性値がマウンドの変形やケーソンの挙動とどのように関係するかを見極めながら，設定して行きたいと思っています．ここでは，ばね定数の非線形性の影響についても検討して行くつもりです．

討論者 荒木進歩（大阪大）

質疑

今後の個別要素法の計算には，実現象に則した（複雑な）メカニズムや変数の確率分布などを導入していく必要がありますが，ある程度の再現性を確保するためには，どこまでこれらの複雑なことがらを考慮すればよろしいのでしょうか？お考えがあればお聞かせください．

回答

数値計算によって実現象が再現できるようになれば，十分で，数値計算をそれ以上に発展させることはないと思います．しかし，ここまで到達するのが大変です．研究としては，実現象の再現を目指してできるだけ努力することが必要でしょう．ただし，実務に使うとなると，あまり重要でない部分は考慮しないなど，実務に適した方法を採用することだと思います．実務のためにどこまで簡略化するかについて検討するためにも，時間がかかっても，詳細な計算ができるようになっていくことが大事だと思います．

討論者 合田良実（（株）エコー）

質疑

大変面白い結果を提示して頂いて感心しています．現実問題に活用して貰うためには，海底地盤の弾性特性を取り込んで頂くことを希望します．

回答

現状では，ケーソンの挙動にマウンドの捨石だけを考慮するだけで，非常に多くの時間を要します．例えば，実験条件における数 10 秒程度の計算で，現状ではパソコンで 1 日以上かかります．計算時間が短縮できるように努力はしますが，海底地盤を入れると，砂の粒子は更に細くなるために，現状では非常に計算時間がかかり，ほとんど不可能です．どのように海底地盤の効果を入れるか今後の課題です．

論文番号 153

著者名 荒木進歩，出口一郎

論文題目 個別要素法による表層捨石の質量増加が捨石潜堤の変形に及ぼす影響の検討

討論者 半沢 稔((株)テトラ)

質疑

図-8に関する質問です。

堤頭部(head)の結果(印)で、 $D/D_0=1.0$ のところでは一旦、被害が小さくなってその上の粒径でまた被害が大きくなっているのはなぜでしょうか？

回答

この箇所は私も気になっているところですが、何度、計算し直しても同じ結果となりました。今回の計算では、波力係数を正規分布に従う確率変数として各要素に与えておりますが、1つの D/D_0 に対して1通りの与え方しか計算しておりません。初期値を変えることにより、1つの D/D_0 に対して波力係数の与え方を変えた数パターンの計算を行い、平均をとるならば、単調に減少する結果が出るかもしれません。

討論者 勝井秀博(大成建設(株))

質疑

3次元のDEMなら、端部の方が中央部より動き易いと期待したが逆の計算結果である。なぜでしょうか？

回答

端部の捨石が中央部より動きやすくなる理由は、1)側面からも波力を受ける、2)沖側または岸側の斜面に加え、側斜面への転落もある、等の理由からだと思われます。

1)について： 今回の計算では、実験で測定された流速からMorison式により波力を算定しましたが、実験で測定された流速の沿岸方向成分が非常に小さいため、沿岸方向の波力成分も小さくなってしまいました。

2)について： 計算では図-4に示すように捨石を配置したため、捨石の配置状況、すなわち斜面下方への転落のしやすさについては端部も中央部も同じ状況になってしまいました。

以上のことが原因と考えておりますが、端部の捨石のほうが中央部より動きやすい結果が出るようモデルを改良していきたいと考えております。

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

流れによる力は渦励起による横方向の振動力を伴いますので、そうした現象を取り込まれると端部の捨石の移動をさらによく再現でき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。現在は、実験で測定された流速を用いてMorison式で捨石に作用する力を算定するだけでした。実験においても、端部の捨石(特に端部の岸側の捨石)は堤体中央部に向かって移動する傾向が強いので、さらに横方向の力を考慮する必要があります。

モデルに取り込めるよう検討いたします。

論文番号 154

著者名 福本 正，土橋吉輝，高村浩彰，二木 歩，安田孝志

論文題目 実海域における新型人工リーフの水理特性

討論者 斎藤武久（金沢大）

質疑

トラップ型人工リーフは，天端上で強制砕波時のジェットをトラップすることにより，効率的に透過率を低減できる構造であると認識しております．設置位置の条件などを鑑みたときに，今回ご発表された水理特性がトラップ効果によるものであることをより明確に示すために，計測時の映像あるいは砕波点位置の推定値があれば，より効果的かと思えます．

回答

実海域における砕波点の特定は難しい．一方，波浪の周期によって砕波点異なるものの，美川海岸の年数回来襲波を想定した不規則波実験では，1 段目リーフで砕波し 2 段目リーフのスリットを有した RC 中空構造物内に確実に突入していることが確認されている（写真参照）．

討論者 神田康嗣（株）水域ネットワーク）

質疑

夏場などに人が利用あるいは遊泳した場合の安全性について検討されているのでしょうか？

回答

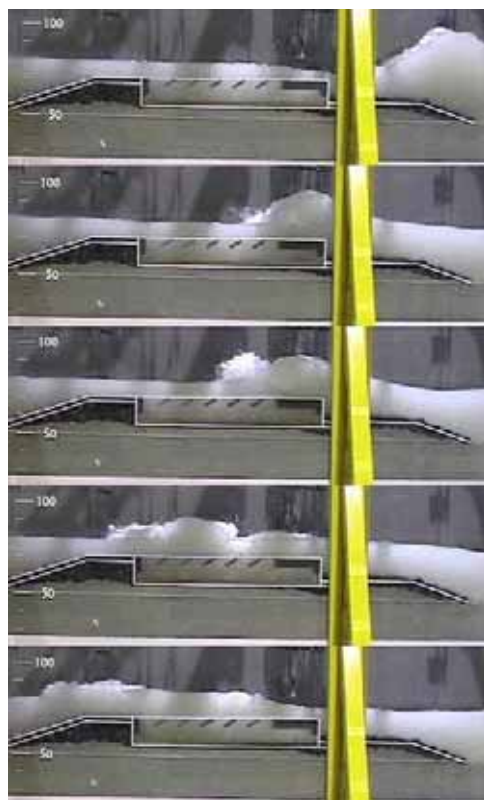
一般的には，消波ブロック等で形成された離岸堤や人工リーフと同程度の安全性（危険性）であると考えている．したがって，天端水深が深い場合は，特段の対策を講じることは考えていない．なお，天端水深が浅い場合には，2 段目リーフのスリットを有した RC 中空構造物内に人が入り込まないように対策は検討している．スリット間の開孔部へグレーチング相当の格止状のふたを設置することも 1 つの方法と考える．

討論者 榎木 亨（災害科学研究所）

質疑

トラップ中にゴミなどが入り込んで維持しにくいという意見が漁業関係者からあり，場所に応じて適用していただきたい（コメント）．

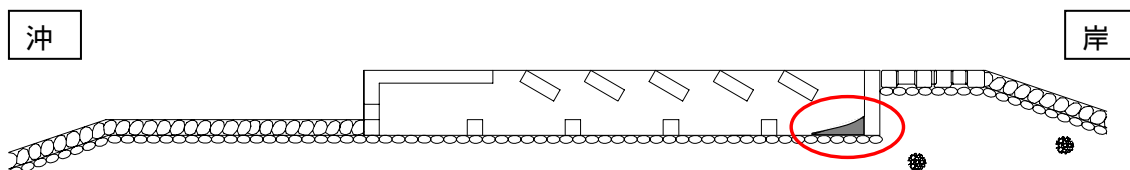
（発表当日の質疑では，透過型の構造物に関する一般論として述べられており，美川海岸に設置されたトラップに特化したものではなかったと著者らは理解しております．ここでは，トラップ式の中空構造物内部に砂またはゴミなどが入り込んだ場合について，消波効果が減少する



など維持管理上の課題について回答させていただきます。)

回答

トラップ式ダブルリーフは、現在美川海岸での実績しかないものの、当該海岸に設置された中空構造物について、内部にはゴミや流木などは入り込んでいるという報告は無い。また、夏場の静穏時に実施した潜水土による目視観測の結果からも、中空構造物の岸側端部底面に砂が少し堆積していただけである(図参照)。



一方、中空構造物内部に砂を充填した実験結果から、年数回来襲波クラスの波浪が数時間作用すると、全ての砂が構造物内部から流出することが確認されている。内部に入ったものは、高波浪によって、外部へ出されるものと考えられるため、トラップとしての水理的機能が低下することは想定していない。

論文番号 155

著者名 山本正司，鳥居謙一，福濱方哉，人見 寿，宇多高明，高橋 功

論文題目 水理模型実験によるクレスト型人工リーフの開発

討論者 安田孝志(岐阜大)

質疑

クレストの水理学的機能についてご教示願いたい。

クレストを設けることによって反射率が增大する問題への対処法をお教え頂きたい。

回答

クレストとは天然リーフに必ず存在しているもので、当リーフはその点を真似たものである。したがって、来襲波がリーフ前面またはクレスト部分でうまく砕波し、越流後、減勢することでエネルギーを逸散する。

クレストの沖側は勾配を付けた緩斜面とすることで、反射波の低減や波圧に対する安定において効果的と考えられる。また、来襲した波浪はクレストの部分でほとんど越流するので、反射波は少ないと考えられる。

討論者 榎木 亨(災害科学研究所)

質疑

人工リーフの効果は全般汀線が前進することである。この面でこの工法は効果があるようである。人工リーフは暗礁となるので、漁業者には不評である点から暗礁の目じるしとして、離岸堤のように全体とせず間けつ型にしてはどうか？

回答

開発目標として、離岸堤開口部の汀線を前進させ、汀線を平滑化することで海岸全体の防護レベルの維持を掲げている。

現在のクレストの形は最も基本的な形であり、今後は高さや列数だけでなく、クレストの幅や延長（間欠型も含む）を変化させた場合について検討を行い、さらに改良を加えたいと考えている。

論文番号 156

著者名 佐藤正勝，齊藤好生，吉澤 裕

論文題目 タンデム型人工リーフにおける海岸保全効果

討論者 安田孝志（岐阜大）

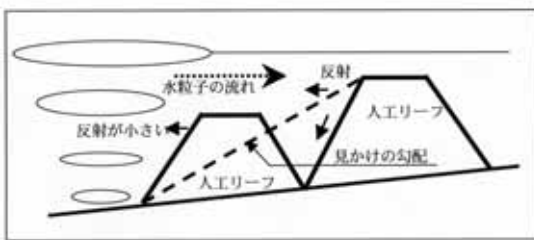
質疑

タンデム型人工リーフ 1 列目 2 列目の水理的機能と、機能を最大化する最適サイズについての検討状況について御紹介願いたい。

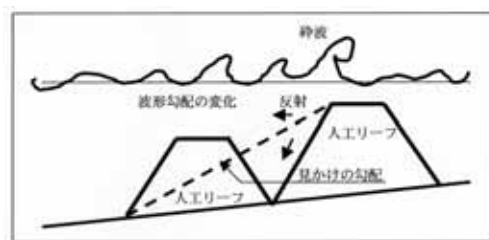
回答

タンデム型人工リーフにおける水理的機能としては、波形勾配が 0.02 程度以上の波浪を 1 列目で波形勾配を大きくし、2 列目の法肩で碎波させようとしております。水理模型実験の高速ビデオを見ると 1 列目の天端を通過して来た波浪水塊が 2 列目のと空間で鉛直に拡がり（2 次元水路なので当たり前ですが）2 列目の法面で反射している様子が見られました。

1 列目のみの場合の水理模型実験では 1 列目を乗り越えてくる波高が大きくなり 1 列目陸側海底を洗掘し、現地においても 1 列目のみの施工箇所では水理模型実験と同様に陸側海底地盤の洗掘が観測されております。このことから 1 列目で波形勾配が大きくなっていることは検証済みです。以上の現象から水理的な機能は図-1，図-2 のように考えております。



156-1 見かけ上の勾配の効果



156-2 タンデム型人工リーフによる波高減

また、機能を最大化する最適サイズについては、波形勾配を大きくする 1 列目の形状（天端高と天端幅）

と 1 列目と 2 列目の空間距離と 2 列目の碎波機能から機能最大化する最適サイズを決定すべきと考えておりますが、未だ検討しておりません。

現在実施しているタンデム型人工リーフの断面形状は、胆振海岸の場合人工リーフ築造箇所がホッキ漁場になっており、最小敷き幅で最大効果をねらい 2 列目（陸側）は L.W.L.TP-0.78

mぎりぎりの TP-0.8mに固定しています。1 列目（沖側）の天端高は波浪の水粒子の移動速度から TP-2m にし、1 列目と 2 列目の空間距離を 10m・15m・20m の 3 タイプ実験し、波高伝達率を 15m と 20m で比較するとその差が小さいことから 15m で決定しております。

討論者 福本 正（西松建設（株）技術研究所）

質疑

タンデム型人工リーフはコスト縮減を目標としているが、比較する台形型人工リーフと比べてどの程度縮減されるのか？

回答

台形型人工リーフでは、人工リーフ基礎部に洗堀防止マットを使用していたが、タンデム型人工リーフで実施することで人工リーフ基礎部の構造、材料を変更し約 25%のコスト縮減となりました。

論文番号 157

著者名 山本泰司，木村克俊，田端恵士，北原繁志，二ノ宮清志，佐藤典之

論文題目 北海道森港における消波型高基混成堤の設計と施工

討論者 金沢茂善（コストアルエンジニアリング）

質疑

前面円柱と背面壁で天端をつないだ方が、もっとスリムな構造物にならないか？

円柱に付着生物がついて消波機能を失うようなことはないか？

回答

反射，越波の低減のための消波機能を発揮するためには，論文中にあるように遊水室幅を一定以上大きくする必要がある。円柱部は波力を片持ち梁として受けるため，部材波力が問題になる場合には，ご指摘のような対応が考えられる。

円柱部にどの程度の生物が付着するか現在は不明である。この護岸はマウンド部の藻場機能にも注目しており，今後継続して生物調査を行う予定であるので，ご指摘の内容についても注意していく。

論文番号 159

著者名 許 東秀，中村友昭，岩田好一郎

論文題目 捨石護岸背後の埋立土砂吸い出し機構に関する研究

訂正

図-1(a)に間違いがあり，地下水位計 8 と不透過壁との距離は 14 cm ではなく 140 cm が正しい。

討論者 合田良実（（株）エコー）

質疑

この研究の成果自体を否定するものではありませんが，工学の研究である以上，吸い出しの

限界を解明することではなく、吸い出し防止工法の有効性あるいは設計法にまで踏み込んで頂かないと実際の役には立ちません。

総論として、わが国の埋立護岸の設計施工法は小粒径の捨石のフィルター層を設置しないという過ちを犯しています。欧米の傾斜堤においては表面の被覆層の下に必ず1~2層のフィルターを設け、コア部の小粒径の石の吸い出しを防いでいます。研究担当の方であってもフィルター層の必要性を十分に認識され、実務者が相談に来た際にはフィルター層を必ず設置するように説得して頂きたいものです。

回答

ご指摘の通り、フィルター層は有効な吸い出し防止工法の一つと考えられます。ただし、本研究で対象とした捨石護岸にはフィルター層が設置されていなかったことから、フィルター層の設置を始めとする吸い出し防止対策の有効性についての議論は行いませんでした。今後は、フィルター層などの吸い出し防止工法の効果も含めて土砂吸い出しに関する検討を進めていきたいと考えております。

討論者 上野成三（大成建設（株））

質疑

捨石堤と背後の土砂の間に吸い出し防止マットがない状態では、波の条件によらず砂の水中安息角に沿った土砂形状になるのではないかと思います。しかし、波の条件によっては砂の吸い出しが生じないのはなぜでしょうか？

回答

ご指摘の通り埋立土砂の形状は安息角に従って決まると考えられます。しかし、本研究では、砂の粘着力などの影響から土砂吸い出しが生じないケースがあったと考えています。今回は土砂吸い出しに与える重力の影響は考慮しませんでした。土砂の挙動には重力も関与していると考えられることから、土砂吸い出し現象をさらに検討していきたいと思っております。

論文番号 160

著者名 狩野真吾，小田勝也，吉田 誠，三藤正明

論文題目 管理型廃棄物埋立護岸の地震時変動に伴う遮水シートの変形特性

討論者 勝井秀博（大成建設（株））

質疑

40%以上の歪でもシートは破断しない。実際に波の場で、シートが破れていることが事実としてあるならば、恐らく数%以下の歪であるにもかかわらず、何故シートが破れるのか？礫等の摩擦によるすり減りなど、小歪下におけるシートの耐久性について知見があれば教え下さい。

論文番号 161

著者名 熊谷隆宏，山本省吾，平山達也，真鍋 匠，清水英久，川口 毅，平田賢治，小宮一成，小林一美

論文題目 ブロック直投方式を用いた人工海底山脈築造に関するブロックの落下挙動および拡散特性に関する研究

討論者 半沢 稔((株)テトラ)

質疑

投入されるブロックの落下挙動解析に関して、ブロックの比重の効果はどのように取り込まれるのですか？

回答

落下挙動解析は、論文における式(1)に基づいて行われます。式(1)において、右辺の第2項が重力項を示していて、ブロックの体積 V に相当する浮力が働く形になっておりますので、ブロックの比重の効果を取り込まれます。

なお、式(1)の両辺をブロックの体積で除すると、ブロックの質量でなく、直接、比重がパラメータになりますので、比重の効果をより明確に表現することができます。

論文番号 162

著者名 酒井哲郎，後藤仁志，原田英治，許 伶宅，岩本晃幸

論文題目 人工海浜砂層内空洞の形成過程に及ぼす埋設物の影響

討論者 前野詩朗(岡山大)

質疑

初期のパッキングが計算結果に影響を及ぼすものと考えられます。どのようにパッキングしたのか教えて下さい。

毛管現象などの影響は考慮されていますか？

パイプの直径と粒子径が同じものとして取り扱われています。実際の土粒子の径はパイプの径よりも小さいと思います。パイプと土粒子の大きさを同じ大きさに取り扱ったことによる現象への影響はありませんか？

回答

御指摘の通り、初期のパッキングが計算結果に及ぼす影響はあります。本研究では、粒子が最密充填されるように配置しました。

毛管現象による粒子間力の変化は、引っ張りに対する抵抗力で単純に模擬しています。詳細な検討は今後の検討課題です。

御指摘の通り、パイプと土粒子の大きさを同じ大きさにしたことによる現象への影響はありますが、計算機能力の制約上、同一粒径を用いました。また、同一粒径を用いた計算によっても、計算結果が既往の実験での空洞規模や形状と概ね一致するように計算の工夫をしています。

論文番号 163

著者名 三浦清一，川村志麻，横浜勝司

論文題目 異方的に堆積した海底砂地盤の流動変形とその発達のメカニズム

討論者 吉岡 健（国土技術政策総合研究所）

質疑

防波堤等の外郭施設をみると、捨石マウンドを有する混成タイプが近年は、一般的であると思われる。その場合でも異方性の影響が現れるのでしょうか？設計実務では、Bishop 法等のすべり計算によって地盤の支持力の照査を行うことが多いと思われるが、その場合においても異方性を何らかのパラメータで取り入れることが可能でしょうか？また取り入れるべきでしょうか？

回答

ご指摘のとおり、近年では捨石マウンドを有する混成タイプが一般的です。捨石マウンドを有する場合は、沈下に対して十分な設置効果を有していると思われるので、捨石マウンド下では地盤に対する異方性の影響は小さいかもしれません。ただし、下部地盤においても固有の異方的な性質は存在しますので、対象地盤がどの程度の異方性を有しているのかを把握する必要はあると考えております。

また設計実務において、異方性の影響を考慮する具体的な方法は、異方性によって変化する土の内部摩擦角 ϕ を実験的に求めて定量化し、与えられた異方性地盤に相当する内部摩擦角 ϕ を用いれば、Bishop 法に取り入れることが可能になります。性能設計の導入が進められている現在、固有の力学特性を考慮することによって、現行法よりも適切な設計が可能になると思いますので、取り入れた方が良く考えます。しかしながら、詳細な力学挙動を検討し、各種パラメータを導入できる反面、現在の設計では確率論に基づいた係数を導入しておりますので、系全体の安定性が過小または過大評価にならないような注意は必要かと考えております。

論文番号 166

著者名 前野詩朗，Lechoslaw G. Bierawski，小川 誠

論文題目 波 - 混成堤 - 地盤系の相互応答に関する研究

討論者 山城 賢（九州大）

質疑

VOF と FEM との結合では、FEM で計算された水圧と流速が VOF の境界条件となるのですが、結合に関して特に難しい点、注意が必要な点などありましたらお教えてください。

また、将来的には地盤の変位を考慮できるよう発展させることが必要と思われるでしょうか？

回答

VOF の境界条件となるのは流速のみで、水圧については VOF ではなく FEM の境界条件としています。まず、水圧についてですが、VOF により得られた地盤面の水圧を FEM の地盤表面における水圧として与えることにより FEM 解析を行っています。VOF の格子点と FEM の節点が一致しない場合は、VOF の格子点で得られた節点値を内挿します。次に、流速についてですが、地盤表面と水路部との間における水の透過を考慮するために、VOF の境界条件として鉛

直方向流速 w をダルシーの法則 $w = -k(\partial h / \partial z)$ により与えています。ここで、 k は地盤の透水係数であり、 h は FEM で計算される水圧水頭です。 $\partial h / \partial z$ の計算は FEM で一般的に行われる補間と同様の計算をしています。

FEM に与える水圧の境界条件は FEM 解析を行う上で必ず必要ですが、VOF に与える流速の境界条件については、ダルシー流速が非常に小さいため考慮しなくても結果にさほど大きな違いは現れません。

波 - 混成堤 - 地盤系の相互応答を考える上で、地盤や捨石の変位を考慮することは重要な課題であると考えています。本論文では地盤の変位を考慮していませんが、前野ら (2001) のように砂粒子の変位を個別要素法 (DEM) と FEM を結合させることによって地盤の変位を解析することは可能です。また、捨石部についても DEM と VOF を結合させることで捨石の変位と波の応答を解析できると考えています。

参考文献

前野詩朗・後藤仁志・坪田裕至・原田英治(2001)：DEM-FEMモデルによる変動水圧場における護岸周辺地盤の流動解析，海岸工学論文集，第48巻，pp.976-980.

論文番号 173

著者名 伊藤一教，東江隆夫

論文題目 消波ブロックの安定性に対して断面変化形状を考慮した信頼性設計手法

討論者 吉岡 健 (国土技術政策総合研究所)

質疑

Pf が高すぎるのではないのでしょうか？性能関数に余裕度が隠されているのではないのでしょうか？ β と数値積分を比較されているが、 β とモンテカルロで比較したらいかがでしょうか？破壊線 ($Z=0$) を見てみれば、AFOSM の適用性がわかると思います。波高 H と CH について感度分析 (式 (11)) を行っていますが、AFOSM によって感度係数 α を計算されているのでそれを見れば一目でわかると思います。以上、恐縮ですがコメントさせていただきます。

回答

コメントありがとうございます。コメントを参考に今後検討させていただきたいと存じます。
討論者 長尾 毅 (国土技術政策総合研究所)

質疑

確率個別要素法について御教示頂きたいのですが、確率有限要素法と同じような概念と理解すればよろしいのでしょうか？(確率分布を高次の項まで展開してテールのフィッティングをするようなイメージなののでしょうか。正規分布以外の適用も容易なののでしょうか)

回答

確率変数をテラー展開し、基礎方程式を摂導展開式に変換して高次の解を算定しますので、確率個別要素法と確率有限要素法は基本的に同じ概念です。ここでの確率個別要素法は 1 次までを取り込んでいるため、変位の期待値と分散が摂導解および確率変数の期待値および分散が

ら算定されます。摂導解を算定する際には、分散は変数となりません。変位の分散を算定する時にのみ確率変数の分散を用いるので、分布関数を正規分布以外にすることは容易です。確率変数の分布形に関する議論は、以下に示す著者らの既発表論文をご覧いただきたいと存じますが、基本的には確率分布が広い分布の場合には適用性が低下します。

確率個別要素法の開発とその応用 - 捨石構造物を対象とした信頼性設計の試み - : 土木学会論文集 No.768/ -68: 2004 年 頁: 113-130 頁 著者(和): 伊藤 一教, 安田孝志

論文番号 174

著者名 有川太郎, 大寄菜々子, 池辺将光, 下迫健一郎

論文題目 ケーソン壁面の押し抜きせん断破壊に対する設計手法の提案および対策の検討

討論者 長尾 毅 (国土技術政策総合研究所)

質疑

消波工の衝突で穴があいて砂が流出し、活動安全性が減少した時の議論をしておられますが、そもそも最適な設計が行われていれば消波工により穴があいた時点で復旧の必要が生じると思います。従って、検討のフローは最適ではない(不経済な)断面が前提となっており、納得がいきません。

消波ブロック被覆堤は消波工の設置により建設コストが上がっているの、さらに衝突の対策を考慮するのは、設計思想として問題があるのではないのでしょうか。(そもそもブロック側に性能を求めるとは思いますが)

回答

ここで対象にしているものの基本となっているのは、現行の設計に基づく断面でありますので、おっしゃるとおり、最適設計が行われているものに対しては不要な議論だと思われる。ただし、設計思想に関しましては、後背地の安全という観点も含めまして、衝突の対策まで考慮するかどうかを考えても良いのではないかと思います。

討論者 合田良美 ((株) エコー)

質疑

図-3 の設計断面の場合に性能設計法によるケースが安全率法のケースよりも中詰め砂流失に対して敏感であるとの結論ですが、水深がより深くなると両者の関係が逆転するでしょう。

コストを検討される際には、ケーソン全体の建設費をベースとして比較される方が良いと思います。

この研究は、現実問題の一局面のみを扱っておられますが、もっと広い視野からの取り組みが必要と思われます。すなわち、こうした研究の前提として消波ブロックの沈下を防止するための洗掘対策の設計・施工法の開発に努力を傾注すべきでしょう。

回答

おっしゃるとおりです。条件によって異なる点をしっかりと記述しておかなければなりません。

そのとおりだと思いますので、そのようにいたします。

そのとおりだと思います。ただし、一方で、ブロックの波による挙動、砂との相互作用等、明らかにしなければならない問題も多く、当面の問題として、ブロックが動いた場合を想定した議論も必要かと思いました。これも含めまして包括的な視野からの議論を今後詰めていきたいと思います。

討論者 半沢 稔((株)テトラ)

質疑

今後の展開についての質問です。

今回の検討は、仮に対策をとるとした場合の話としてケーソンサイドからの対策法を示されたものと理解しました。今後は、現象のメカニズムも含めて、設計条件に応じて現象発生の可能性も見極めた上で、具体的な対策法を選択していくものと理解していますが、よろしいですか？

ブロックの質量割増も対策法の1つと考えますがいかがですか？

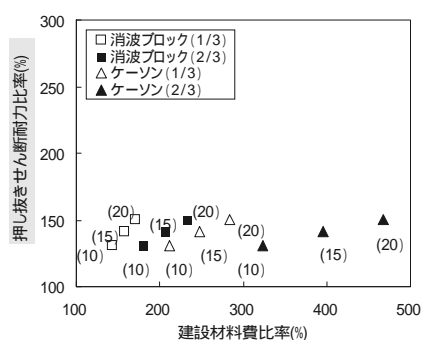
回答

そうお考えになられて問題ございません。

ブロックの質量を増すとそれだけ衝突力が増加します。また、ハドソン式等で安定条件を満たしていたとしても、施工途中等、動きやすい状況のなかでは、動く可能性を否定できません。1)の回答につながるかと思いますが、そういった可能性もふまえて設計されていくのがよろしいかと思います。

訂正

図の差し替え、p. 870 図-14 ゴム緩衝材による押し抜きせん断耐力と材料費



174-14 ゴム緩衝材による押し抜きせん断耐力と材料費

論文番号 175

著者名 吉岡 健, 長尾 毅

論文題目 ケーソン式防波堤のライフサイクルコスト最小化法に関する一考察

討論者 合田良実((株)エコー)

質疑

ケーソン滑動量が 30cm あるいは転落の場合の復旧費が、初期建設費の何割くらいになるのでしょうか？

表-3 の計算条件の中に、重複波圧的なものが少ないようなので、力の釣合いと変形量設計の比較をするケースが不足しているのではないかと懸念されます。

図-2 の D-2, D-3 のカーブは、裾長さ $\gamma_{50}=1.23\sim 1.26$ に比べて急になっているように見えます。逆に C-2 は、図-2 からは γ_{50} が表-3 よりも小さく見えますが、表の数値はこれでよいのでしょうか？

回答

ケース毎に相違があり、滑動量 30cm 程度の中規模被災時の復旧費用は、初期建設費の 3~5 割となっている。また、マウンドからの滑落による大規模被災時の復旧費用は、初期建設費の 4~7 割となっている。ただし、これらは社会経済面における間接的被害費用を含めない場合の比率であり、本研究では、これを α 倍 ($\alpha=1, 3, 10$) した場合の感度分析を行っている。

ご指摘の通り、本研究では地域的に偏りが無いことに主眼をおいて設計事例を選定したために、結果として、重複波領域でのケーソン式混成堤の事例が少ない。現在、重複波領域の防波堤を含めた多数の施設に対するライフサイクルコスト最小化法の検討を行っており、ご指摘の点については今後の検討課題とさせて頂きたい。

図-2 に示したものは、沖波波高ではなく、堤前位置での最高波高である。本文中にも記したとおり、最高波高には浅水変形、砕波変形の影響も加味されるため、その増加程度と裾長さパラメータに明瞭な相関が見られないものと考えられる。

討論者 有川太郎（港湾空港技術研究所）

質疑

あまり学術的ではありませんが、1 回の被災において人命が失われるなどということもあり、該当する地域の住民にとっては深刻な問題になり得ることもあり得るわけですが、今後そういったことはどのようにご検討されるのか教えて頂きたいです。

回答

高潮防波堤や親水性防波堤、防波護岸などを想定してのご指摘と理解するが、本研究で対象としているのはあくまでも、港湾水域施設の静穏度確保を主目的とした一般の防波堤である。したがって、通常的设计で行われる再現期間 50 年の波作用による安定性の照査は、使用性の性能照査であると言える。このような使用性の検討に際しては、ライフサイクルコスト最小化を考慮した設計が、建設コスト縮減の観点からも適していると考えている。逆に、人的被害等の安全性に関わる照査に対しては、このようなコスト重視の設計は相応しくないと考えている。

論文番号 176

著者名 田中浩充，田中茂信，大中武易，土屋文人

論文題目 築堤後 50 年を経過した海岸堤防の評価

討論者 港湾技術研究所 海洋水工部

質疑

点検した結果“中性化”という判断を示されています。具体的には、どのような危険性が生じるのでしょうか？

回答

本海岸の保全施設は波返しをはじめ無筋コンクリートのため危険度が増すことは無いと考えます。本海岸でこの調査を実施したのは、現在進めている波返し工が鉄筋構造物であることから、今後の中性化を把握するための参考として約 50 年経過したコンクリート表法被覆工において、暴露状況の違いによる差異を確認しました。

質疑

堤体内部に空洞が見られます。この原因としては、どのような現象が考えられるのでしょうか？

回答

浜の侵食から、堤防前面の基礎が露出し根入れの浅い基礎下より堤体の吸い出しを受けたと考えます。堤体に空洞が確認されている箇所は、過去の航空写真からも浜幅が狭く、暴浪の度に波浪の影響を受けていたことが推測されます。

質疑

離岸堤が設置されていない区域での越波被害等の報告はありますか？

回答

被害まで至りませんが、侵食により基礎部が露出している箇所では潮位が T.P.+1.4m、平均風速 15m/s の時に有義波高 1.2m でも越波し堤防天端に水溜まりが出来る箇所があります。

論文番号 177

著者名 難波喬司，久米秀俊，横田 弘，田中樹由，岩田好一郎

論文題目 海岸保全施設の維持管理へのライフサイクルマネジメントの導入手法の提案と検討例

討論者 荒木進歩（大阪大）

質疑

文中の図 7 において、「機能回復のための補修」を行っても供用開始時の防護性能までは回復していない。これは、断面の形状としては原型復旧されるが、その他種々の理由により供用開始時の防護性能までは回復しないと理解したらよろしいでしょうか？あるいは、コストの面等から意図的に回復の程度を調整しているのでしょうか？

回答

現在検討を行っている海岸保全施設の LCM 実施指針においては、現行基準をベースに評価を行わず、設計当初の性能を満足しているか否かを判断基準と考えています。本来なら、現行基準に合わせて機能 UP を行うことが必要ですが、管理施設に対して優先度を定めて実施する必要があります。

また、当初供用時の性能まで回復させていない理由として、余盛りや余裕高の余裕をどこまで見込むかという判断もありました。本来防護する機能に余裕をもたせているのが設計ですが、管理の場合は、本来の防護性能を確保すれば良いという判断です。

ご指摘の通り、コスト面ということもありますが、これらを踏まえた維持管理のマネジメントの体系を構築することが重要だと考えます。

論文番号 178

著者名 遠藤 健，田中 仁

論文題目 中小河川河口感潮域における塩分変動特性

討論者 上野成三（大成建設（株））

質疑

七北田川の河道振幅の対策検討を目的としてニューラルネットワークを採用されていますが、河口幅の影響が表現できない結果であるので対策検討に使いにくいのではないのでしょうか？

討論者 藤原建紀（京都大 農）

質疑

風の方向（上流から下流，下流から上流）はどのように取り扱ったか？スライドの風速値は正の値だけであったが。

討論者 信岡尚道（茨城大）

質疑

提案されている手法によって過去の気象・海象および人為的な変動による塩分濃度変化との因果関係を整理できますか？

討論者 内山雄介（港湾空港技術研究所）

質疑

塩分データの取得点の水深はどこですか？また、何故その水深に設置したのでしょうか？塩水くさびの浸入状況、混合過程との関係でお考えをお聞かせ下さい。

論文番号 179

著者名 鈴木高二郎，加藤英夫，桑江朝比呂，下司弘之，亀山 豊

論文題目 東京湾口を横断するフェリーによる冬季海水流動と水質の長期連続観測

討論者 日向博文（国土技術政策総合研究所）

質疑

黒潮系暖水と内湾水の間形成されるフロント部で密度はローカルマキシмумとなるか？

黒潮系暖水流入時における渓谷部の流れの構造はどうなっているか？

1～2週間周期の黒潮系暖水波及メカニズムは何か？

回答

論文に載せたケースではローカルマキシマムになっています。ただし、そうっていない場合もあるようです。

黒潮系暖水流入時には全体的に神奈川側から流出していますが、渓谷の最も深い部分については、ADCP データが取れている場合が多くなく、詳細な構造が良く分かりません。

日向さんがまとめられているように、黒潮流路の変動や前線渦の通過等がその要因として考えられると思います。その詳細については未確認であり、今後、解析していきたいと考えています。

討論者 矢内栄二（千葉工大）

質疑

入口のデータとして貴重なものであるが、それゆえキャリブレーションが重要である。

なかでも、クロロフィルは誤差が大きくなるので、室内分析結果による検定が必要と思うが、検定を行っているのか？

回答

ご指摘のとおりだと思います。1 ヶ月に一度、5 地点程度で 1 リットル程度の海水をサンプリングし、HPLC 法により検定を行っています。ただし、クロロフィル a 量が 5 μ g/l 程度と小さいことから、ばらつきがあるようです。

そのため、今後、室内でクロロフィル検定液を作成し、船内のセンサー部に注入して検定を行うということを考えています。これは月 2 回程度を目安に行う予定にしています。

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

クロロフィル a と塩分の関係について単純な相関ではなく、黒潮侵入の規模やその際の湾内部での混合なども考慮し、もう少しメカニズム的な検討が必要ではないか？

回答

今回は解析があまり進んでおらず、単純なクロロフィル a と塩分の関係についてのみグラフ化していますが、ご指摘していただいた内容についても今後検討を含めていきたいと思います。

討論者 上野成三（大成建設（株））

質疑

クロロフィルの変動要因を *Ceratium fusus* の鉛直移動で説明されていますが、単一種の特性で 3 ヶ月という長期のクロロフィル変動を説明するのは困難ではないでしょうか？

回答

ご指摘の通りで、強引な結論づけであったように思います。ただし、今回、1 月と 2 月に海水をサンプリングしたのですが、いずれの場合も *Ceratium fusus* が優先していました。

討論者 佐々木淳（横浜国立大）

質疑

東京湾の内湾では昇降式の水質モニタリングや貧酸素水塊分布調査が実施され、それらが準

リアルタイムに公開されるようになり、残る湾口でのモニタリングということで大変期待しています。

この貴重なモニタリング結果ですが、web 上での情報公開等について、お考えやご計画があればご紹介下さい。

回答

現在、国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所の方で、XML 化のソフトウェアを作成しています。現在は 2 週間に 1 度、フェリーに乗船してデータを取りに行っており、今年度中にも東京湾環境情報センターから公開できるようになると思います。

また、PHS によるデータ伝送も行う予定であり、これによれば 2 航海に一度のペースでデータが更新されるようになると思います。ただし、PHS の受送信が久里浜港内でしかできず、データ伝送がうまくいかない場合があります。現在、調整中であります。

討論者 多田彰秀（長崎大）

質疑

大変興味深く拝聴させて頂きました。ところで、フェリーの航行速度が速すぎて、データ取得率に支障があるのではないかと懸念されますが、如何でしょうか？さらに、ボトムトラッキングやピング数に特別な工夫がなされているのでしょうか？お教え下さい。

回答

当初、フェリーの速度に関しては懸念していましたが、計測できているようです。パーセントグッドが 80 以上の場合を使用していますが、データ取得率は比較的高いように思われます。ただし、荒天時に波浪条件や風によって船が動揺する場合は取得率が極端に落ちます。久里浜港の少し沖に“あしか島”という島があり、その沖で波浪観測が行われていますが、そこでの有義波高が 1m 以上だと良くありません。また、波高が大きい場合でも溪谷の最深部は計測が難しく、データ取得が比較的うまくいっているのは水深 120m 程度までのようです。なお、ボトムトラッキングやピング数に特別な工夫はしておりません。

討論番号 180

著者名 仁木将人，山下隆男，芹沢重厚，山口弘誠，福神和興

論文題目 田辺湾における夏季成層時の海水交換過程

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

北風による沿岸湧昇以外の外力要因について数値実験による詳細な検討を期待する。

回答

今回の発表では気圧傾度による影響に関する実験計算と北風による沿岸湧昇の再現性の検討を行い、観測結果を説明する定性的な計算結果が得られたと考える。今後、課題としてあげた内部波の再現を含め、田辺湾での海水交換機構の再現が可能なモデルの構築を急ぎたい。

討論者 国土技術政策総合研究所

質疑

JCOPE の黒潮前線の再現性，特に位置や黒潮前線渦はどうか？ネスティングすることによって精度は上がるか？

回答

計算に使用した期間の紀伊半島沖の黒潮流軸に関して，海上保安庁発表の海洋速報と比べると多少の傾向の違いがあるようである．また，データは2日平均されており，計算格子間隔が5分，沿岸の地形データが幾分平滑化されている事から，黒潮前線渦の再現はみられない．以上のような欠点はあるもののこれ以上の時空間的な解像度と連続性をもつデータの取得は困難であり，定性的な水温塩分の場合として利用するには十分と考えられるが，先にも述べたように沿岸域の地形データは平滑化されるなど空間解像度が低いため，ネスティングは必須であり，田辺湾での風による湧昇現象を再現するなど精度向上が見られたのではないかと考えている．

論文番号 181

著者名 多田彰秀，中村武弘，矢野真一郎，武田 誠，藤本大志

論文題目 諫早湾湾口部における潮流流速と溶存酸素濃度の現地観測

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

潮受け堤防内からの排水の影響は小さいと考えてよいのでしょうか？

回答

連続観測した期間内，とくに図-11 に示す St.B の DO と流速成分との関係（大潮期：2004 年 8 月 13 日-8 月 16 日）においては，DO 濃度の高い水塊の移流が潮受け堤防からの排水の影響であると解釈できないものと考えています．すなわち，St.B では流速の EW 成分がプラス側に最大となった下げ潮最強時の3時間後（干潮時）に DO の値が最大となっています．一方，潮受け堤防からの排水は，干潮時になった直後から1時間程度の間実施されており，さらに，潮受け堤防から St.B までは約 10km の距離があります．これらの点を総合すれば，観測期間では潮受け堤防内からの排水の影響は小さいものと判断されます．平成 16 年度も同様の観測を実施していますので，上述のような現象が同様に発生しているのかどうか詳細に検討し，その原因についても考察する予定です．

論文番号 182

著者名 中山哲巖，佐伯信哉，木元克則

論文題目 諫早湾での夏季における流動，成層安定性と底層の溶存酸素の関係

討論者 多田彰秀（長崎大）

質疑

P5 点での潮流楕円について以下の項目についてお教え下さい．

調和解析に用いられた観測データの期間

ご発表の中では上層，中層および下層の潮流楕円をご説明して頂きました．それぞれ，海底面から何メートルの位置の潮流楕円でしょうか？正確な位置をお教え下さい．

上層と下層の潮流楕円の長軸は北西 - 南西方向で，中層の長軸は逆転しているとのこと説明がありました．どのような理由で中層だけが逆転しているのでしょうか？お考えをお教え下さい．

回答

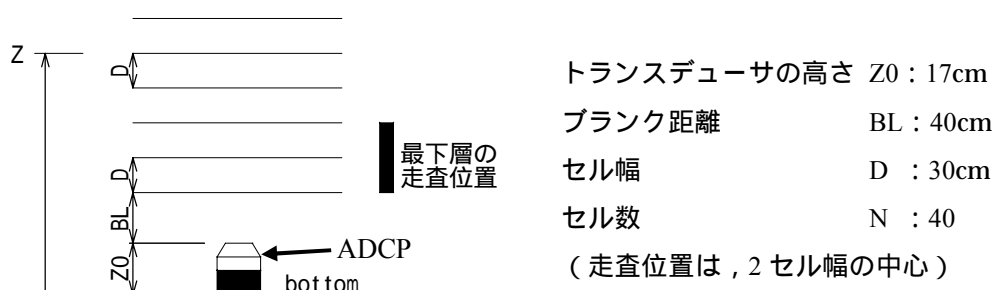
観測データの期間は，2003年6月9日～9月7日です．

計測方法は，下図に示すとおりであり，各層は下記のように定義しました．

下層：最下層～3層の平均 (海底面上約1m程度)

上層：海面の観測値(最上層)を除く海面下3層の平均(海面下約1m程度)

中層：最下層と最上層の中間の3層の平均(水深の中間位置)



はっきりとした理由はわかりませんが，P5点付近は対流域となっているものと思います．中・下層は，海底地形の影響を受け，上層は平面的な地形の影響を受け，複雑な流動を示しているものと考えています．

論文番号 183

著者名 安田秀一，松永信博，徳永貴久，阿部 淳，高島創太郎

論文題目 有明海北部海域における夏季洪水期の物理的環境と溶存酸素の変動---2003年7月の係留系による定点観測から---

討論者 田中健路(熊本大)

質疑

降水分布として地上気象観測データだけではなく，レーダーアメダス解析雨量分布を使っては如何でしょうか．2.5km格子30分毎の降水強度分布があるので，上げ潮・下げ潮時の会場降水分布として有用かと思います．(#特に，諫早湾北部の降水強度分布は要チェックです)

回答

コメント感謝します．限られた紙面の中で何を述べるかということになるわけですが，この度は，1点の係留系観測から新たに提示できる物理的な現象を紹介することに留めました．本報は，現象を詳細に記述するというよりも，物理的なメカニズムの提唱を目的としており，今後この研究をさらに詰めていくときにはより詳細な気象データを参照していきたいと考え

ております。

討論者 日向博文（国土技術政策総合研究所）

質疑

25 毎にデータを区切って潮流楕円を求めているが、これは何(どのような流れの成分)を意味するのか？

回答

岸海域の観測においては、費用や労力の制限から 25 観測を行うことが多いわけですが、その中で最も基本的な半日周期成分の流れでも、これだけ変化するということを残差流の変化と対応させながら示しました。潮流楕円の楕円率がこれだけ変化しやすいということはこの海域の流れがかなり変動的であることを暗示しており、25 観測結果の使い方には注意を要すると考えています。

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

濁度の時系列データに関する調和解析の結果で 6hr 周期のピークを M4 によるものと説明されたが、これは M2 潮による上げ潮・下げ潮(流速絶対値として 6hr おきのピーク)に対応するものではないか？一方、8.3hr にもピークが出ているが、こちらは移流の影響とみればよいか？

回答

濁度の 6hr のピークを M4 によるものと説明したつもりはなく、M4 周期のところにピークが現れているということを述べたと思います。これが潮流の M2 成分に引き起こされているものであるとしたことから、潮流による再懸濁を想定したわけです。8.3hr のピークについては、その大きさが小さいこともあって、M4 のようにその半分の周期に現れることはなく、変動を直接反映することになって、そのまま 8.3hr のピークに現れることとなります。

論文番号 184

著者名 滝川 清，田中健路，森 英次，渡辺 枢，外村隆臣，青山千春

論文題目 八代海の環境変動の要因分析に関する研究

討論者 多田彰秀（長崎大）

質疑

潮汐による流動特性を数値シミュレーションで検討されていますが、外洋部の境界およびそこで与えられた境界条件が明記されていないようです。詳細にお教え下さい。

さらに、潮流による八代海の流動特性に有明海の振動特性が影響を及ぼすとのこと説明があったかと思えます。同様に東シナ海の影響をも受けているものと推測しております。そのような観点から、長島海峡と同様に「黒之瀬戸」も重要かと思われませんが、計算上ではご考慮になっておられません。その理由をお聞かせ下さい。

回答

図-12 の八代海の湾振動特性の計算に際しては、下記の文献 1)、2)にも示しておりますが、

解析領域は、北緯 $31^{\circ}50' \sim 33^{\circ}15'$ ，東経 $129^{\circ}45' \sim 130^{\circ}45'$ の矩形領域です。解析領域は出来るだけ広く取るべきで、この領域まで広げると、この計算の場合には領域による問題はないようです。計算の格子間隔は外海部分を 600m、内海部分を 200m のメッシュとして地形の再現性を考慮しています。外海からの海面振動に対する海面の振動応答を算出する目的のために 2 次元の計算で、入射波の振幅は 0.1m と小さくして振動応答の非線形性を除くように単純化計算を実施しています。南側および西側の外海上の境界で、図の横軸に相当する周期の正弦波を境界に沿って位相差を与えながら入射しています。

図-13、図-14 に示した八代海の潮汐による流動計算は、POM2k による 3 次元計算結果です。解析領域は、北緯 $32^{\circ}00' \sim 33^{\circ}10'$ ，東経 $129^{\circ}50' \sim 130^{\circ}40'$ の矩形領域です。また、干潟の干出・水没による計算領域の変化も考慮した計算になっております。計算の格子間隔は 1km のメッシュで、鉛直方向には 6 層の分割です。また波の入射は南側および西側の外海上の境界で、周期 12 時間の正弦波を境界に沿って位相差を与えながら入射しています。入射波の振幅は 1.7m としていますが、これは大潮時の潮位に相当するものです。今回の計算では、八代海の定性的な流動特性を把握する目的であるため、格子分割を荒くした計算です。このため、「黒之瀬戸」が反映されてない結果です。「黒之瀬戸」の流出入流量は「長島瀬戸」の約 1/4 といわれ少ないようですが、より厳密な検討を行うためには、ご指摘のように広範囲でかつ小さいメッシュ間隔を取り地形の再現性を高めた計算が必要です。

文献：1) 滝川・田淵・田中 (2002); “有明海の潮流と物質輸送特性について”，空と海，第 78 号，第 2 号，pp.29-32

2) 滝川・田淵 (2002); “有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響”，海講論文集，第 49 巻，pp.1061-1065

討論者 藤原建紀 (京都大 農)

質疑

漁獲統計で、近年、漁獲量が急速に減っているが、減少種に特色 例え、底生生物が顕著である とかがあるか？

回答

参考文献にあげております「八代海域調査委員会資料」によりますと、

漁船漁業による漁獲量は減少傾向が認められ、特に稚魚期に河口域を利用する魚類やエビ・カニ類の減少が顕著である。漁獲努力量は、熊本県については減少傾向にあり、CPUE は 1993 年ごろまで増加傾向が認められる。

主に八代海内で漁獲される魚種を抽出して経年変化を整理すると、うしのしたには大きな変化は見られず、まあじ、及び、しらすには増加傾向がみられる。くろだい、すずき、にべ・ぐち類、その他のかいらい類 (主にマコガレイ、メイタガレイ) は近年減少傾向にある。などの報告があります。

論文番号 185

著者名 青木伸一，水野 亮，有田 守

論文題目 潮汐の影響を受ける汽水湖での夏期の貧酸素水塊の形成と栄養塩収支に関する研究

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

成層がきつい場合は下図（省略）のような循環系として物質輸送を考える必要があるのでは？

回答

論文中で論じているリンのフラックスは，湖水を上層と下層に分けて塩分の収支から求めた流量フラックスに全リン濃度を乗じて求めています．したがって，リンの移流拡散が塩分の移流拡散と同じであるとしているもので，あくまで目安に過ぎません．またご指摘のように，密度界面近傍での物質輸送は，下層から上層への移流というよりは分散による混合が支配的であると考えられます．

討論者 日比野忠史（広島大）

質疑

成層強度によってリンの収支はどのように変化するのか？

回答

今回は密度成層が強固で貧酸素水塊の形成が大規模であった年を対象にリンの平均的な輸送を論じていますが，確かに成層の強弱によってリンの輸送（特に鉛直方向への輸送）がどのように変化するかを調べることは興味深い点です．今後検討したいと思います．

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

ADCP による流速プロファイルの測定結果（平均象）では単純な鉛直循環（表層流出・下層流入）になっていないが，時間的に変動するものなのか？また，これらの鉛直分布構造が物質循環構造（フラックスの見積り）の評価にどのように影響するか？

回答

図-11 には，水深-1m, -8m, -15m での流速の変化（約1ヶ月間）をプロットしています．これからわかるように，たとえば-15m では期間を通して湖内に向かう（流入する）流れが卓越していますが，その大きさは数日周期で変化しています．また，流出する方向に流れている場合もあります．同様に，-1m, -8m についてもかなり変動しています．これらは，潮汐の大きさや淡水流入量等によって変化すると考えられます．今回のフラックスの推定は，このような変動を無視し，塩分の収支だけで求めています．ADCP のデータでは，平均的には底層からの流入が大きいことを確認したに過ぎません．今後はより詳細な検討を行いたいと考えています．

討論者 村上和男（武蔵工業大）

質疑

6 月までの降雨量が少ないと貧酸素水塊が生成しにくい理由として，6 月までに成層が形成

されているのが原因なのか、6月までの塩分濃度の濃淡が原因なのか？

回答

密度成層の強弱が貧酸素水塊発達のキーになっていると考えています。猪鼻湖に流入した淡水は対流時間が長く、しかも春から夏にかけては風が弱く容易に混合しません。すなわち、この時期に降雨量が多く強い成層が形成されると、貧酸素化が急速に進行すると考えています。

論文番号 186

著者名 入江政安，中辻啓二，西田修三

論文題目 大阪湾における貧酸素水塊の挙動に関する数値シミュレーション

討論者 日向博文（国土技術政策総合研究所）

質疑

高気圧性渦の水質に果たす役割を教えてください。

回答

高気圧性の渦は常に存在するのではなく、物質輸送の主役たる残差流の分布を見た場合に、高気圧性渦は水深3～10mで現れるものです。渦と水質についての関連性については、今回の計算結果からは見えてきませんが、エスチュアリー循環が果たす役割ほど大きなものではないと考えられます。

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

出水の影響の評価の計算条件を教えてください。出水の影響は出水によって負荷が増大し、数日後にプラクトンが増殖するといった過程を評価する必要があるのではないのでしょうか？

回答

出水時の栄養塩流入量など不明な点が多いため、本論文内では、栄養塩フラックスを変えずに「流量が変わり、流況が変わることによって、DOの水平分布にどのような変化が現れるか」について解析しています。

討論者の仰るとおり、出水後のプランクトン増殖から分解の過程について、数値シミュレーションを実施するのが重要ですが、そのためには、まずは現地観測等で詳細を明らかにするのが先決であると思います。

討論者 日比野忠史（広島大）

質疑

底泥内を8層に分割する理由は何ですか？

回答

今回のように短い期間の計算では大きな効果が得られませんが、たとえば、数十年の長期予測を行う場合、底質の変遷も重要となります。そのためのモデル化です。

討論者 藤原建紀（京都大）

質疑

湾中央下層への酸素供給では、エスチュアリー循環流の Return flow であるが、計算で下層の流れはどのようになっていますか。

回答

今回の計算結果では、底層補償流は神戸沖で強く見られます

論文番号 187

著者名 藤原建紀，岸本綾夫，中嶋昌紀

論文題目 大阪湾の貧酸素水塊の短期的および長期的変動

討論者 日向博文（国土技術政策総合研究所）

質疑

成層期に発生する底層の冷水塊の寿命は？また、それは何によって決まるか？

回答

大阪湾の場合、底層冷水の寿命は一ヶ月程度であり、新たな底層水が強混合域から流入してくると、前の底層冷水は消滅するようである。

討論者 青木伸一（豊橋技術科学大）

質疑

底層に冷水塊が生じて貧酸素化する場合について、降雨による流出によって引き起こされるエスチュアリー循環流が底層の冷水塊を解消させるほどの影響を持つものなのでしょうか？

回答

大阪湾東部の場合、水深が浅く、上層と下層がほぼ同程度の厚さであり、下層のエスチュアリー循環流の流速は 10 cm/s (10 km/day) のオーダーとなり、下層の貧酸素水塊を移動させるのに十分な大きさとなる。

論文番号 188

著者名 岡島直也，田中 仁，金里 学，高崎みつる，山路弘人

論文題目 長面浦における溶存酸素の変動機構

討論者 安田孝志（岐阜大）

質疑

日射による水温分布の影響が単に成層のみならず、熱的フラックスにも及んでいる可能性について検討しているか？

回答

特に熱的フラックスまで考慮していない。今後、より詳細な検討を行う予定である。

討論者 藤原建紀（京都大）

質疑

北上川の低塩水が入ってくると貧酸素化するとすると、北上川の低塩水が湾内に入らないように、又は高塩水が入るようにするなどのことは考えられるか？

回答

今回の結果を見ると、北上川からの淡水が長面浦内に流入しないほうが底層に貫入するために、貧酸素の回復には効果的と言える。そのため導流堤などの建設によって河川水が追波湾へ流れこまないようにするなどの対応策が考えられる。しかし、それが周辺に与える影響や費用対効果などの観点から実現は困難であると考えられる。

論文番号 189

著者名 三村信男，吉野哲平，信岡尚道，横木裕宗，荒井将人

論文題目 涸沼における DO の挙動とその支配要因

討論者 長尾正之（産業技術総合研究所 地質情報研究部門）

質疑

底質と湖底直上水の酸素消費速度はどのくらいのオーダー？

海水の流入量の規模と頻度がわかれば湖底 DO の伸長はだいたい予想できるのでは？

回答

直接的な測定結果は得ていない。現地の DO 観測結果から推定するに、直上水では塩水による密度成層が形成した時に、数 mg/L/day(1 のオーダー)の酸素消費速度はあると考えている。

平均的な値は予想できると考えられるので、今後、算定してみる。ただ、涸沼は水深が浅いこともあり風による密度成層破壊、水塊の混合による DO 移流も無視できなく、この効果も加味して予想する必要があると考えている。

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

重回帰分析の結果をみるとその他の要因が占める割合が高くなっている。特に 8/12～9/8 の期間。“その他”の要因と考えられる中身は？

回答

全般的に考えられる理由は、生物化学的環境要因を説明変数に加えていない点にある。もう一つは、データの入手の都合上、降雨の効果を降水量で説明した点にある。降水量と上流からの淡水流入には、ダムでの水量調整効果も加わり、時間波形が異なる。8/12～9/8 の期間については、9/3 ごろからの DO 上昇について説明変数だけでは表現できなかったことが、解析結果に大きく影響した。DO 上昇の数時間前に涸沼川の上流で降水が観測されており、涸沼の DO にその影響があったと考えられる。

論文番号 190

著者名 長尾正之，橋本英資，高杉由夫

論文題目 瀬戸内海における鉛直混合強度の測定

討論者 日向博文（国土技術政策総合研究所）

質疑

$\log_{10}(H/U^3)$ でまとめる意味は何か？

乱れのソースはなにか？

乱れのソースを特定するにはどのような観測を行えば良いか？

回答

広島湾奥部から湾口以南の鉛直混合強度のマッピング結果（図-5(b)）について、なぜこのような分布になったかを考察するため、停滞性の指標の一つとして $\log_{10}(H/U^3)$ を取り上げた。

沿岸域であれば、海底摩擦による潮流のエネルギー逸散が大部分だと思う。その他、風による混合や内部波の砕波も、乱れのソースと考えるのも良いかもしれない。

たとえば、密度界面で生じる内部波の砕波が主たる乱れのソースと仮定できるのならば、繰り返し鉛直微細構造を測定し、その時間的な変化を追ってみるという方法がある。

討論者 矢野真一郎（九州大）

質疑

自由浮上式 TurboMap では水面下どこまでの測定が可能でしょうか？

一定の浮上速度を得るために必要な水深スケールはどの程度必要でしょうか？

回答

水面ぎりぎりまで測定できる。

着底した水深から 2-3m 程度浮上すれば一定の浮上速度を得ることができ、鉛直混合強度の推定ができる。

論文番号 191

著者名 山本 潤，佐伯信哉

論文題目 野見湾での初夏の流況と水質変動及び赤潮発生を捉える現地観測

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

赤潮発生の基本条件として、栄養塩の状況はどうなっていますか。養殖による負荷が栄養塩の主な供給源と考えて良いですか？

回答

良いと思います。養殖に伴う残餌、糞尿等により、陸水の影響が無くとも野見湾の窒素、リンは相当高い値を示しています。野見湾に流入する河川は普段枯れている大谷川のみです。対岸に新庄川がありますが、その影響も湾口部に設置した水質計でチェックしています。赤潮発生は降雨に伴う塩分濃度の低下自体が刺激となって大増殖を起こした可能性が高いですが、その他、微量の何らかの物質が制限因子になっていて、その流入が影響しているかも知れません。

討論者 日比野忠史（広島大）

質疑

前兆を知るために必要なことは何でしょうか？

回答

赤潮発生でなく、その前兆を予測することは現時点では不可能です。毎年、初夏であれば前兆と思われる現象はいつでも起こりうることであり、シストがどこにいて、どんな時に発芽・浮上して活発になるか曖昧な点が多いからです。このため、当地域に整備されたモニタリングシステム等で、特に中層のクロロフィルの変化を監視する必要があります。

論文番号 192

著者名 作野裕司，山口大介

論文題目 海色センサ MODIS を用いた広島湾の赤潮分布推定

討論者 山下隆男（京都大学防災研究所）

質疑

700nm 付近を使う場合と 440nm 付近を使う場合と Chl-a 濃度との関係でどちらが有効になりますか？

回答

衛星センサによる Chl-a 濃度推定の場合、外洋（低濃度海域）では 440nm 付近を使う方が一般的で、誤差も小さい。一方、今回提案した 700nm 付近（678nm と 667nm の比）は、沿岸の高濃度地帯で有効である。その濃度境界（どちらのアルゴリズムを使用するか）を厳密に決定することは難しいが、経験上数 mg/m^3 程度（ $1 \sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ ）であると考えられる。赤潮のような極端に高 Chl-a 濃度状態であれば、提案した方法を推奨する。

討論者 若宮 聡（筑波大）

質疑

MODIS で取得できるデータの有効率（data rate）についてコメントをお願いします。data が使えない場合、雲以外の要因は何でしょうか？

回答

MODIS センサは Terra と Aqua という衛星に搭載され、現在昼間では 1 日 2 回データを取得している。この中でデータの有効率は季節や年によって異なるが、経験上少なくとも 5 日に 1 回程度は比較的クリアな画像が取得されているようである。実際、Chl-a 濃度データプロダクトでは数日間のデータを合成して、雲の極めて少ない平均的な分布画像が生成されている。data が使えない場合の雲以外の要因は、大気（エアロゾル）や水面反射光（ハレーション）、そして無機の懸濁物質が考えられる。

討論者 田中昌宏（鹿島（株）技術研究所）

質疑

数値モデルによる予測シミュレーションの初期条件を与えるためのデータとしては、空間解像度が粗くないでしょうか？ 赤潮発生後の検証データとしては有効だと思います。

回答

解像度や精度の問題は目的によって異なると思われるが、ラフな面データとして衛星データを初期値として使うことも場合によっては役立つのではないかと考えている。実際、数値シミュ

ュレーションを専門とする方々からも、衛星データを初期値として使いたいという要望はある。おっしゃるように衛星データを検証データとして使いたいという要求も多い。いずれにしても、いつでも使える形で衛星データを加工して蓄積しておくことは大切なことだと考えている。

論文番号 193

著者名 川西 澄，田原敏博

論文題目 CDVPによる感潮域における懸濁粒子の現地観測

討論者 山下隆男(京都大学防災研究所)

質疑

flocの効果を入れた検討，データの解析が必要なのでは？今後の観測計画にflocの大きさ，数密度，重量濃度等が得られる観測計画をご検討下さい。

回答

本研究では乱れと濃度の両方のパラメータがflocの沈降速度に与える影響について着目しました。沈降速度が増加する原因としてfloc密度の増加を考えております。この点に関して定量的に評価するにはflocの数密度や重量濃度などの項目についても検討する必要があると認識しております。ご指摘の点については今後の課題にしたいと考えております。

討論者 押川英夫(九州大)

質疑

式(1)，(2)をみると図-7等で沈降速度 w_s が濃度に依存すると考えていることと一見矛盾しているように思えますので，本論文の基本的な考え方をお教え下さい。

回答

(1)式では鉛直速度が高さによらず一定で変化しないと仮定しています。またSta.Aの上げ潮期においては，底面近傍を除いては鉛直速度の鉛直方向変化は少ないという観測結果になっています。

論文番号 194

著者名 山崎真一，本間志歩，山下俊彦

論文題目 石狩川河口沿岸域における底質の巻き上げと水質変動

討論者 田多一史

質疑

巻き上がる前の底質の状態(酸化的 or 還元的)によって直上水への溶出量は変わると思うが，底質の状態と溶出量の関係はあるのか。

回答

巻き上げに伴うリン酸の溶出現象がLangmuirの吸着等温式に従うとすれば，底質の保持しているリン酸吸着量，巻き上げに伴う吸着等温式の遷移の程度，交換層の厚さによってリン酸の溶出量が決定される。吸着等温式は塩分濃度，pHなどにより変化し，一般に海底に堆積してい

る底質の表層付近では有機物の分解などにより pH が低下し底質の吸着能力が直上水に比べ高くなっているが、底質が巻き上げられることによって pH が低下し吸着態のリン酸が溶出するものと考えられる。底質の酸化還元状態の違いによる吸着態リンの吸着等温式の変化は詳細に調査していないので現時点では明確には述べることはできない。

なお、還元環境下にある底質では主として Fe と結合しているリンが間隙水中に溶出しており、直上水が還元状態に近づけば表層付近でも還元性が強くなり巻き上げが生じなくてもリン酸が溶出する現象が確認されている。底質が巻き上げにより酸化状態に遷移すれば間隙水及び直上水のリン酸と Fe が結合しリン酸濃度を上昇させることはないと考えられるが、巻き上げにより直上水までも還元状態に至るような場合には直上水のリン酸濃度が上昇することも考えられる。

論文番号 195

著者名 志々目友博，渡辺正孝

論文題目 堆積物コア中のダイオキシン，フラン，Co-PCB 等の濃度分布のモデル化に関する研究

討論者 日比野忠夫（広島大）

質疑

D₀ は生物的擾乱の他にどのようなものがありますか？

また、その擾乱は擾乱厚さを説明できるものですか？

回答

船舶の航行等に伴う物理的な擾乱等も概念的には含み得ると考えており、生物的な擾乱と物理的な擾乱を含め、擬似的な拡散メカニズムを想定して計算したものである。

混合層厚さの層において拡散係数が 1/2 の値になるようにモデル化している。

論文番号 196

著者名 山崎智弘，中村由行

論文題目 表層混合層と再懸濁層を考慮した化学物質の堆積物中鉛直分布モデル

討論者 北海道開発土木研究所

質疑

再懸濁層厚の時間的な変化は、どのように考えているか？

回答

再懸濁層厚は、一般には波動などの影響を受けて様々に変動しているものと考えられます。但し、本モデルは化学物質の年単位の挙動を推測するためのモデルであり、再懸濁層厚は再現期間中一定としています。しかし現状では流況および再懸濁層構成粒子と再懸濁層厚の関係が定かではありません。そのため、本研究では放射性各種(PB-210ex および Cs-137)の堆積物中鉛直分布を最もよく再現するように、試行錯誤的に再懸濁層厚を求めることに致しました。従っ

て、ここで定めた層厚は、数十年という再現期間を通じて各測点での堆積環境を代表するパラメーターです。

再懸濁層厚は化学物質の堆積物中鉛直分布を再現するために大変重要なパラメーターですので、今後は流況や粒子の性状の時間的な変化に応じて再懸濁層厚を変化させることによりシミュレーションの高精度化が図れると考えています。

論文番号 197

著者名 五十嵐学，佐々木淳

論文題目 東京湾奥部における浮泥堆積層厚の空間分布特性

討論者 北海道開発土木研究所

質疑

音波探査データと実際のボーリングコアとは密度，含水比等で対応できるのか？

回答

一般的には浮泥表層で 200kHz の反射強度が、浮泥と定着泥の界面で 12kHz の反射強度が高くなると言われており、含水比や密度が分かるというよりは、不連続面を捉えているものと考えられます。今回の調査で用いた機器はこれまで浮泥層圧調査に多く利用されており、これまでのデータの蓄積と調査開始時の簡単なチェックによって、浮泥層の厚さをだいたい捉えているものと判断しております。しかしながら、ご指摘のようにコア資料を用いた含水比等との比較を本来行うべきであり、今後の課題としたいと存じます。

討論者 八木 宏（東京工業大）

質疑

浮泥厚のシミュレーションでは河川から流入する細粒土砂量の評価が重要と考えられるが、今回のシミュレーションではどのような条件を河川からの flux として与えているのか？

シミュレーション結果では荒川河口において浮泥厚が過大評価されているようだが、その理由がわかれば教えてください。

回答

河川流量は日変動の時系列で与えております。また、河川水中の土砂濃度は既往の SS データを基に推測値を与えておりますが、検証等を行っておりませんので、定量的な議論ができる段階ではないと考えております。

最少水深を 5m に設定していたため水深が過大であること、500m 格子のため河川流速が過小評価されること、今回用いた波浪推算の方法では陸に囲まれた海域で波高が過小評価されること等によって、底面せん断応力が過小評価されていることが原因の 1 つとして挙げられます。また、汽水域における凝集沈殿効果にも改良の余地があると考えております。

論文番号 198

著者名 中川康之，渡邊和重，谷川晴一，黒田祐一

論文題目 海底面近傍における底泥密度の鉛直分布特性の把握

討論者 村上和男（武蔵工業大）

質疑

観測地点 C において、潮流により Fluid mud が 10cm 程度形成されていると説明しているが、航路の埋没量はどの程度だったか？

Fluid mud の存在期間はどの程度か？

回答

観測点付近に掘削されたモニター用の試験トレンチ内では年間約 50cm 程度のオーダーでの埋没が観測されている。ただし、航路よりさらに彫り込んだ矩形の地形条件のため、航路部分での埋没よりも過剰な値を示しているものと考えられる。また、今回観測された Fluid mud 層は 10cm 程度であるが、これらの Fluid mud が観測地点にそのまま沈着するのか、あるいは移動して堆積するのか、水平方向の移流特性はまだ未解明のため、Fluid mud の時空間的な変動特性を把握した上で埋没量との対応を検討していく必要がある。

筒内で濃度一様な状態から、泥を自由沈降させた場合の堆積特性を調べた過去の実験結果（たとえば Dyer, 1986）によると、Fluid mud の形成を経て、79 時間後には圧密状態の堆積泥に移行している。しかし、これらも水平方向移動がなく、潮流や波浪等の影響もない、静穏状態での沈降過程であるため、実海域での Fluid mud の形成及び堆積過程とは異なるものと思われる。すなわち、上記での質疑応答と同様に、Fluid mud の水平移流特性等の挙動や埋没との関係については未解明であり、これらの現象解明は今後の研究課題としたい。

論文番号 199

著者名 田多一史，日比野忠史，松本英雄，村上和男

論文題目 間隙水の流動に伴う底質の性状変化

討論者 上野成三（大成建設（株））

質疑

間隙水の流出が、濁度の上昇、DO の消費の原因であるとの結論ですが、『底泥の水温差、濁度、DO の時系列データからなぜ間隙水の流出と判断できるのか』追加説明をお願いします。

回答

流速、底層・底泥の水温差、濁度、DO の時系列データより、以下の様な見解が得られた。

流速と濁度（海底上 7cm）の関係から、流速が小さい（約 6cm/s 以下）場では流れが濁度の上昇を直接起こしているとは考えにくい。濁度（海底上 7cm）上昇は、底層の水温差（海底上 50cm と 7cm）の減少（底層水温の低下）とともに起こっている。底泥の水温差（泥深 10cm と海底 0cm）の減少（底層水温の低下）時にも、濁度（海底上 7cm）は上昇し、DO（海底上 50cm）の低下が起こっている。貧酸素が解消された後は、濁度は上昇しておらず、底層水温は低下し、泥温と海底の水温差は小さくなっていく。

この現象を明らかにするために、底泥中における間隙水の流動と底質の性状変化（季節変動）

ついで以下のように考察した。浮泥・堆積泥の季節変動から、底泥の泥深数 10cm の範囲にわたり湿潤状態が変化し、栄養塩等が湿潤状態の変動と類似の変動が起こっていた。海底に埋設した埋没型沈降物サンプラーには、2003 年 8～9 月に平均で 4.5cm、9～10 月に平均で 1.8cm の浮遊泥が堆積していたが、埋没した沈降物サンプラーの状態から浮遊泥の堆積のみによって、底泥の性状（含水比、湿潤密度）が数 10cm にわたって変化するとは考えにくい。すなわち、夏季～秋季に泥の堆積状態が緩くなるのは、海水の泥中への浸透による影響が強く関連していると考えられる。20cm を越える泥深においても、季節的に 200～300%の含水比の変化があることから、少なくとも底泥表層の数 10cm の範囲で間隙水（海水）の流動があることが示唆される。

この様に大きな間隙水の流動が想定される底泥表層において、底泥間隙水の流動による影響を考慮せずに底層水温、DO の低下や濁度の上昇を説明することはできない。すなわち、底泥が強い還元状態にある時（夏季～秋季）に間隙水が海水に流出すると、濁質が浮遊し、DO の消費が起こることが予想される。しかし、底泥内の間隙水の流動を引き起こす外力については、現在のところ特定できていない。

論文番号 200

著者名 佐々木淳，赤枝耕次，Achiari Hendra

論文題目 東京湾三番瀬の猫実川河口域における底泥堆積環境の空間特性とその形成要因

討論者 五明美智男（東亜建設工業（株）技術研究所）

質疑

コーン試験の自重貫入厚の定量的評価について

- 1)仮に、貫入層の粘着力を一定と考えれば、力学的な考察（自重と支持・摩擦力のつり合い）が可能ですし、
- 2)密度が非常に小さいとすれば、流体的な扱いとして（自重と浮力のつり合い）、平均的な密度が推定できるかもしれません。

おそらく、鉛直勾配があるので定性的に扱っているものと思いますが上記の様な検討をしていれば教えてください。

回答

ご指摘誠にありがとうございます。今回は定量的な評価はしておりません。今回の研究目的は三番瀬における軟泥（ヘドロ域）域の分布を効率的に把握することと、その軟泥域の存在理由を明らかにすることにありました。定量的評価はご指摘のように鉛直方向の一様性がどの程度仮定できるかに依存すると考えられ、一般的にはなかなか困難なのではないかという感触を持っております。が、軟泥域に限ればコアを見た限りでは比較的一様性が高いように見受けられましたので、定量的評価の可能性も見ていきたいと存じます。

討論者 中川康之（港湾空港技術研究所）

質疑

河川の影響を評価するには河道内の底質分布も情報として必要ではないか？

回答

猫実川は江戸川からポンプで水を引いて流量を確保している河川で流量は極めて小さく、豪雨時を考えても、江戸川放水路が開いた際に流入する土砂の影響が圧倒的に大きいのではないかと推測しています。よって猫実川の影響は小さいと仮定し、技術的な問題もあって調査をしませんでした。しかしながら、猫実川は明らかに人工的に整備された河川ですので、その歴史的経緯を含めて猫実川との関連を見ていきたいと考えております。