

論文番号 177

著者名 安井章雄，宮本崇弘，幾田正一郎，出口一郎

論文題目 網状浮体構造物のふかれ変形と作用する係留力に関する研究

訂正

図 - 7 の標題において重錘配置の記述に誤りがあり，両端配置ではなく均等配置が正しい．

討論者 石川元康(日本大学)

質疑

網目合いの違いによって膜の有効高さに影響はあるのか．

水深，膜高比の違いによって膜の有効高さに影響はあるのか．

回答

計算では網目合いの違いによって膜の有効高さに影響を及ぼします．網を構成している線径が同じであれば，網目が細かい方が有効高さ(de/d)は小さくなりますが，実験で行なった程度の違いであれば，それ程大きな違いは生じません．図 - 3 に示した実験値でも，明確な違いは確認できませんが，ここで示した以外の実験データを確認すると，計算と同様に網目の細かいものの方が有効高さ(de/d)が小さくなっています．

計算では網は流れに大きな影響を及ぼさないとしているので，水深，膜高比の違いによって膜の有効高さには影響を及ぼしません．高さを一定にして幅を変えても有効高さには影響を及ぼしませんが，幅を一定にして高さを変えると有効高さに影響がでます．膜の場合は，既往の研究でも水深，膜高比の違いによって膜の有効高さは影響を受けることが確認されており，本研究で行った実験でも図 - 2 に示すように計算結果と実験は良く合致しました．

討論者 高山知司(京大防災研)

質疑

図-6 および 7 で下端部の網の幅が縮む理由は何か？

このような縮みは実験によって確認したか？また，計算と実験での比較結果はどうだったか．

回答

図-6 および 7 は網の目合は菱形形状の計算です．上端部はフロートにより変形を拘束しているので変形しませんが，両サイドおよび下端部は拘束されていないため流れにより網が変形します．図-5 の網のモデルからも想像できると思いますが，下端部に錘を設置すると，均等に配置しても両端に配置しても網目が縦長になることから，下端部が縮みます．

実験でも下端部の縮みは確認していますが，計算と実験の比較は行なっていません．

討論者 重松孝昌(大阪市立大学大学院)

質疑

膜を用いて実験を行うとシワが発生するが，網を用いて実験した場合はどうか．また，モデルでシワの影響をどのように取り扱うことができるのかご教示いただきたい．

回答

実験では網目の長さが変化しないよう網目部にストローを取り付けました．したがって，シワ

はできておらず、数値計算でも特に考慮していません。なお、実験では、流れを与える代わりに膜や網状構造物自体を動かし、構造物移動中の最大変形時(最大流速時)データを採用したので、膜でもシワは確認できませんでした。

論文番号 178

著者名 榎田真也，馬替敏治，由比政年，石田 啓

論文題目 振動流と定常流の共存場に設置された円柱に作用する流体力特性の数値解析

討論者 榎山 勉（電力中央研究所）

質疑

波と流れの規模が同程度までの条件について計算されているが、どのような状況を想定されているのでしょうか。また、波に対して順流、逆流と意識しているのでしょうか。(V_c/U_m (= 定常流速/振動最大流速) を定常流速・波速の比と取り違えていました)

図-6 の CM と KC の関係が $KC > 25$ で計算結果と実験結果で傾向が異なってくる理由は検討中とのことですが、現時点での考えがあれば教えて下さい。

回答

例えば、洪水時の小規模河川の河口域(逆流)、離岸流などの海浜流が発達する浅海域(逆流)、潮位変動が大きな湾の湾口や海峡周辺(順流・逆流)、海流の発達する深海域(順流・逆流)などが考えられます。なお、本計算の大部分は、流れ成分より波動成分が強い場合 ($V_c/U_m < 1$) を想定した解析結果を示しております。

計算では、波・流れ共存場を定常流・振動流で仮定していること、自由表面を無視した 2 次元計算であること、乱流現象を厳密には解析できないこと、振動開始 20 周期間までの計算に留まっていること、など実験条件との相違が原因の一つであると考えます。現在、振動開始から 50 ~ 100 周期にわたる長時間の計算を行い、流体力係数について再検討中です。

討論者 中村考幸（愛媛大学）

質疑

高レイノルズ数に対する計算は可能ですか。

回答

本モデルは乱流モデルを用いていないため、乱流現象を厳密に解析することはきわめて困難です。ただし、計算機の性能の許す範囲で緻密なグリッドを用いて、3次元解析することにより、中程度のレイノルズ領域 ($Re=O(10^3)$) までの高精度な計算は可能であると考えます(榎田・由比・石田、局所洗掘による直立円柱周辺の 3 次元流体場の変動特性に関する数値解析、海岸工学論文集、48 巻, pp. 796, 2001)。また、流体力の解析に関しては、本 2 次元解析モデルでも、 $Re=4000$ までの振動流場の流体力係数を精度良く計算できることを報告しています(由比・石田・榎田、正弦振動流中に設置された円柱に作用する流体力特性の数値解析、海岸工学論文集、45 巻, pp. 736, 1998)。

論文番号 179

著者名 林建二郎，藤井優宏，重村利幸

論文題目 水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究

訂正

pp.892 の上から 8 行目の $n=1/2+(2 \cdot d/L) / \sinh(2 \cdot d/L)$ の記述にミスがあり $n=1/2+(2 \cdot d/L) / \sinh(2.2 \cdot d/L) =1/2\{ 1+ 2kd / \sinh(2kd) \}$ が正しい。

追記

図-3 は，簡潔な表現とするために慣性力の影響を無視できる KC 数が高い場合を対象したものである。つまり，(10)式中の右辺の第 2 項は省略した計算結果です。

討論者 原田賢治（東北大学）

質疑

C_M （質量係数）について省略する理由はなぜですか？

波のスケールはどのくらいのものを考えているのでしょうか？

回答

三角関数で表現される微小振幅波理論を適用して，本論文中の(1)式で用いられている波の水粒子速度の水平方向成分 u ，加速度 du/dt ，ならびには波の水位変位量 を評価し，波 1 周期間の積分を行うと，(1) 式中の右辺の第 2 項は打ち消しあって 0 となります (C_M を省略 ($C_M=0$) しておりません)。但し， C_M は周期内で一定と仮定します。有限振幅波理論を適用しても，波形の前面と後面の対称が維持されておれば，(1) 式中の右辺の第 2 項の慣性力による損失エネルギーは同様に消えると思います。

しかし，浅海域における津波や段波等においてみられるように波形の前面と後面が非対称な場合には，(1) 式中の右辺の第 2 項は 0 とならないと考えられます。(実際に計算式で確認はしておりません。) また， C_M の位相変化が波形の前面と後面において非対称の場合にも，(1) 式中の右辺の第 2 項は 0 とならないと考えられます。構造物等が流体力に対して振動する場合も，流体力と振動変位の間には位相差が生じるので，右辺の第 2 項は完全には打ち消されず 0 とはならないと考えられます。しかし，これらの場合においても右辺の第 2 項の値は，(条件にもよりますが) 一般には第 1 項に比べて小さいと考えられます。

円柱に作用する波力は，モリソン式を用いて評価すると，水粒子速度の 2 乗に比例する抗力 F_D と加速度に比例する慣性力 F_I の和で表されます。周期内におけるこれらの最大値を F_{Dmax} ， $F_{I max}$ とすると，その比は $F_{I max} / F_{Dmax} = (C_M / C_D) \cdot \omega^2 / KC$ となります。式中の KC は， $KC=U_m \cdot T/D$ と定義されています (U_m ：水粒子速度の最大値， T =波の周期， D =円柱径)。KC 数が高い場合には，慣性力項は抗力項に比べて小さくなります。

従って，上記の非対称性がある場合においても，KC 数が高い場合には，(1) 式の右辺の第 2 項は第 1 項に比べて小さくなり無視できます。

本文中の，円柱群および実物ヨシ群の透過率に関する実験では，水深を $d=50\text{cm}$ ， $\sim 60\text{cm}$ で行っております。これらは，湖岸や河岸に生育しているヨシ等の水辺植生や円柱杭型消波構造物の

消波効果を調べるために行っております。模型植生を用いた実験で水深 $d=50\text{cm}$ の場合（模型植生の高さ 22cm ）は、湖岸や海岸に水没している沈水植物（コアモ等）やアマモ等の消波効果を調べることを目的としております。

樹林帯密度が小さい円柱群の消波効果評価式として提示している(7)式は、樹林帯密度が低い場合のマングロ・ブ林や防備林の幹部による波浪減衰問題にも適用できると考えております。ただし、葉部の抵抗による波浪減衰は考慮しておりません。葉部へ作用する流体力の特性が上手く評価できれば同様な扱いでエネルギー・減衰を評価できると考えております。また、実際の海岸での波浪や津波を対象としますと、 Re 数 ($=U_m \cdot D / \nu$ 、波の水粒子速度の最大値、 D =幹の直径) が大きくなります ($Re > 10^6$)。その時の C_D 値の適確な評価が重要と考えております。波動場における円柱の大きな Re 数での C_D 値を調べて実験結果はまだ不十分だと思います。

討論者 辻本剛三（神戸市立高専）

質疑

7)式から(9)式中の θ 値は、植生の岸沖位置によって変動することが予想されますが理論的検討を行う際には、 θ はどのようにして与えるのでしょうか。

振動している円柱群と振動しない円柱群が透過率に影響を与えていない要因として、位相差が 10° と小さいことが原因と論文中で述べておられますが、位相差が大きい場合の結果を持ちでしたらその場合はどのようになっているのでしょうか。

回答

植生の剛性、質量、構造減衰定数等と（振動する）植生に作用する波力の時間変化が評価できれば、強制振動方程式の解より作用波力と植生振動変位との位相差 θ は評価できると思います。作用外力の位相変化を三角関数で表した線形振動方程式で近似できるなら、その解析解より、位相差 θ は周波数比と減衰定数の関数として以下ようになります。

作用波力周波数 f と植生の固有振動数 f_n との比 f / f_n が小さくなると -- θ は 0 に近づく。

f と f_n が一致する共振の場合 ($f / f_n = 1$) ----- $\theta = 90^\circ$

f / f_n が大きくなると小さくなると ----- θ は 180° に近づく。

ただし、振動する植生に作用する波力においては、植生振動と流体との相互作用がありますので、その正確な評価はかなり複雑だと思います。また、振動する植生に作用する波力の一部は、付加質量や流体減衰力として寄与するため、固有振動数や減衰定数の評価に注意を要します。減衰定数と周波数比 f / f_n は、位相差 θ を規定する重要な値です。

本文中の θ は、植生がある場所に対応する振動流の主流速度 u に対する振動変位 x の位相遅れと定義しております。 u と振動している植生に作用する波力との位相差が解れば、 θ も振動方程式より評価できます。植生に作用する波力の評価法として u と植生振動速度との相対速度を用いる手法を今回近似的に用いておりますが、抗力係数 C_D は植生振動と流体との相互作用のため、植生が静止している場合の C_D との変化を考慮する必要があります。

実物ヨシ群における透過率 K_t の水深波高比 H_i/d に対する変化特性を、水深波長比 d/L と周波数比 f_w/f_{nw} (f_w : 作用波周波数, f_{nw} : ヨシの静水中における固有振動数) をパラメータとして本文中の図-6 に示している。 $f_w/f_{nw} = 1.08$ の場合、透過率 K_t は他の場合に比べて大き目となっている。これは、共振状態に近づく結果、位相差が 90 度に近づく(参考文献 海岸工学(1999)pp.1120 の図-9 参照)、損失エネルギー E_f が減少した結果だと考えております。振動円柱群を用いた実験では、円柱の固有振動数が $f_{nw} = 2.22\text{Hz}$ と高すぎたため共振状態を起こせませんでした。共振状態にある振動円柱群の透過率 K_t におけるこの現象の確認を今後の課題としております。

討論者 中村孝幸(愛媛大学)

質疑

植生の非弾性的な挙動によるエネルギー - ロスの評価が必要ではないでしょうか?

回答

植生からの反射率 K_r が十分小さい場合は、反射波の波エネルギーは十分小さいので(例えば、反射率 $K_r = 0.1$ 、透過率 $K_t = 0.9$ の場合、反射波の波エネルギーは入射波の波エネルギーの $1/100$ 、植生部で逸散された波エネルギーは入射波の波エネルギーの $18/100$ である)植生部を透過する波のエネルギー E_t は植生部に入射する波のエネルギーから、植生部で消費(逸散)される波エネルギーを差し引いたものに等しいと考えられます。従って、この植生部で逸散される波のエネルギー E_f を評価できれば、植生部を透過する波の透過率 K_t は評価可能と考えております。損失エネルギー E_f の評価には本論文中の(1)式 or (10)式を用いております。(1)式は植生(模型円柱)が振動しない場合、(10)式は植生が振動する場合です。このエネルギー E_f は、植生が振動していない場合は、植生表面に作用する摩擦力や後流渦部での乱れにより熱エネルギーとして消費されていると考えております。植生が振動している場合は、植生表面に作用する摩擦力、後流渦部での乱れ、ならびに植生内部での構造減衰力により、熱エネルギーとして消費されていると考えております。

基本的には、植生がどのような振動形態であっても、植生に作用する流体力と主流速度(植生茎の影響を受けていない場合の波の水粒子速度)の位相変化が評価できれば、植生によるエネルギー - 逸散 E_f を評価できると考えております。従って、植生の非弾性的な挙動によるエネルギー - ロスも、本論文中の(1)式 or (10)式により評価した植生によるエネルギー - 逸散 E_f に含まれていると考えております。

但し、(1)式 or (10)式においては、波の進行方向のエネルギー - 逸散成分しか考慮しておりません。実物のアマモやコアマモならびにアサザ(浮葉植物)のような植生の場合には、植生自身の剛性が小さいために、波の水粒子運動に概ね追従した大きな振動(揺動)となって鉛直方向への振動や作用流体力も顕著となっております。模型植生の場合と同様に作用流体力の計測を行いました。このような場合においては、鉛直方向のエネルギー - 逸散成分(=植生に作用する鉛直方向流体力と鉛直方向流速成分との積に起因する)をも考慮する必要があると考えております。また、 E_f の正確な評価には、作用流体力と主流速度の植生軸に沿った分布特性をも考慮する必要

があります。

水底で支持され鉛直方向に直立している植生の静水中での水平方向への自由振動においては、復元力として植生の剛性と植生の浮力があります。また、静水中で振動運動している植生には、振動速度の2乗に比例（速度が遅い場合は速度の1乗に比例）する抗力と振動加速度に比例する慣性力が働きます。この場合の抗力係数を C_{D0} 、慣性係数を C_{M0} とします。この慣性力は植生の付加質量として、抗力の振動速度に比例する成分は減衰力（流体減衰力）として振動方程式中で寄与します。その結果、水中における植生の固有振動数や減衰定数は、空気中とは異なります。同様なことは、植生が流れ場や波動場等で振動している場合にも生じますが、流れと植生振動との相互作用の結果、植生に作用する流体力の上記成分（=振動速度の2乗および加速度に比例する成分）の抗力係数 C_{D0} 、慣性係数 C_{M0} は、静水中の場合とは異なると考えられます。従って、流れ場や波動場における固有振動数や減衰定数は、見かけ上、静水中の場合と僅かに異なる場合があると思います（（参考文献 海岸工学(1997), pp.813~814 および図-3 参照）。従って、流れ場や波動場における植生振動の共振周波数の正確な評価は複雑だと思います。

マングロ - プの樹林や防備林等においては、波力による幹部の振動は、その剛性が高いため通常は無視できると考えます。ただし、カルマン渦等の出現による高周波成分を有する揚力等に対する振動においては、共振現象が生じる可能性があると思います。河岸や湖岸に生育しているヨシ等の抽水植物の場合、剛性による復元力は浮力による復元力に比べて大きく、植生は静水中で減衰自由振動します。この剛性は樹林等に比べてかなり小さいため、その固有振動数は作用波力の周波数に近づく可能性も大きく、その場合には植生の振動が顕著となります。この場合の振動現象は、アクリルパイプを用いた実験で評価できると考えております。水底より水没して生育している、アマモやコアマモならびに昆布等のような植生の場合、植生の剛性による復元力は非常に小さく、浮力による復元力が支配的だと思います。この場合においては、流体減衰力の寄与も大となるため減衰定数が1以上となるため、静水中においては自由減衰振動現象が生じず、無限時間後に運動が消滅します。波動場におけるこれら植生の振動は、波動の運動に概ね追従しているように思われます。ただし、流体力も作用しておりますので、波動運動との位相差や植生の緊張状態もあります。本文中の高さ22cmのビニール製の植生モデルは、このような植生を対象としたものであります。しかし、本植生モデルの作用波に対する応答振動は、過減衰の状態ではありましたがモデルの剛性や比重は実際とは多少異なっているために、実物のアマモやコアマモ等の振動（揺動）を上手く再現できておりません。

本解析法による植生による逸散エネルギー E_f の評価においては、植生に作用する流体力と主流速度の位相変化の評価が重要となります。静止している植生に作用する流体力の精度良い実測は可能ですが、振動している植生に作用する流体の実測は困難（複雑）です。例えば、分力計を用いて計測した場合、分力計で計測された力には、振動している植生に作用する流体力と植生部の運動による慣性力（=植生の質量 * 植生の運動加速度）が含まれております。本論文の4.4 模型植生群の透過率の節では、ビニール製の模型植生に作用する流体力を実測値を用いておりますが、この実測値には植生部の運動による慣性力も含まれております。しかし本植生モデルの質量は小さ

く、振動変位量も大きくないので、本計測においてはこの慣性力は無視できると考えております。

論文番号 180

著者名 下迫健一郎，増田慎太郎，宮間俊一

論文題目 混成防波堤の滑動時における捨石マウンドの挙動に関する基礎実験

討議者 半沢 稔（(株)テトラ）

質疑

今回の実験では、ケーソン下部に力をかけていますが、実際には水平波力の合力の作用位置はケーソンの中間（静水面近く）にくるものと思います。水平力の荷重位置が摩擦係数（滑動）に及ぼす影響もあるものと思います。今後、実際に波を当てた研究も計画されていますので、動的荷重に対する検討と併せて、荷重位置の影響も検討されるのですか。

回答

荷重の作用位置によって摩擦係数が変化する可能性については認識しておりましたが、今回の実験では、できるだけ現象を単純化して再現することを目的としておりましたので、静的荷重を用い、作用位置についても回転モーメントが働かないようケーソン下部としました。今後、実際に波を作用させる実験によって、静的荷重と動的荷重の違いや荷重の作用位置の違いによる影響について検討する予定です。

討議者 後野正雄（大阪工業大学）

質疑

砕石の割れが生じる位置（深さ）、アスファルトマットの有無による割れの変化

回答

砕石の割れが生じたのはマウンド表面付近のみで、深い部分では割れは生じていませんでした。また、アスファルトマット有りの場合、マットがない場合に比べて砕石の割れはかなり少なくなっていました。これは、アスファルトマットが塑性変形することにより砕石がマットの中にめり込むため、マウンド上にケーソンを直接設置した場合に比べて、砕石に局所的な集中荷重がかかりにくくなるためと思われます。

論文番号 181

著者名 土田 孝，梅沢信敏，山本泰治，石倉克真，浅沼丈夫，湯 怡新

論文題目 混成防波堤マウンドの期待変形量の計算法と適用例

討論者 森屋陽一（国総研港湾研究部）

質疑

円弧すべりの破壊面を固定しているが、モンテカルロシミュレーションで波高を変化させるため、波高ごとに破壊面が変わるのではないか。

計算に使っている土質定数の確率分布は何か。その設定根拠は何か。

回答

本プログラムではモンテカルロシミュレーションによって地盤条件が決定すると、円弧すべり解析を行って安全率が1になるときの波高(限界波高)を計算します。以後の変形量の計算では、この限界波高のときのすべり面に固定しています。確かに波高によって最小安全率を与える破壊面は変化しますが、波高(波圧)は突然その値になるのではなく、短い時間の中で上昇してその値に達すると考えれば、安全率が1を切ったとき(限界波高に達したとき)にすべりが始まるので、その後波高が限界波高よりも大きくなってもすべり面は限界波高のときのすべり面で決まると考えました。

基礎地盤に関しては、粘性土のときは粘着力 c で正規分布、砂質土のときは $\tan \phi$ が正規分布を用いています。また、マウンド材については、見かけの粘着力 $c = 20 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 35^\circ$ が標準で、それぞれ c と $\tan \phi$ について正規分布としています。設定根拠は、これらの強度定数の統計的性質を調べた既往の研究です。

討論者 高山知司(京都大学防災研究所)

質疑

図-1 のような円弧すべりが起こるとすると、防波堤はどのように変形するのか、説明してほしい。

回答

波力時の混成堤マウンドのような偏心傾斜荷重に対するマウンドの安定と変形については、静的な遠心載荷模型実験や実物大実験で調べられている*。それらの一例を示すと下記のようなになる。図のようにすべり面は必ずしも円弧ではないが、限定された変形量の範囲では円弧を仮定してもよいと考えている。なお、実際に波浪が作用したときの支持力破壊による変形については十分にわかっていないので、今後の課題であると考えます。

* 小林正樹・寺師昌明他(1987): 捨石マウンドの新しい計算法, 港湾技術研究所報告, 26 巻 2 号, 1987 年 6 月

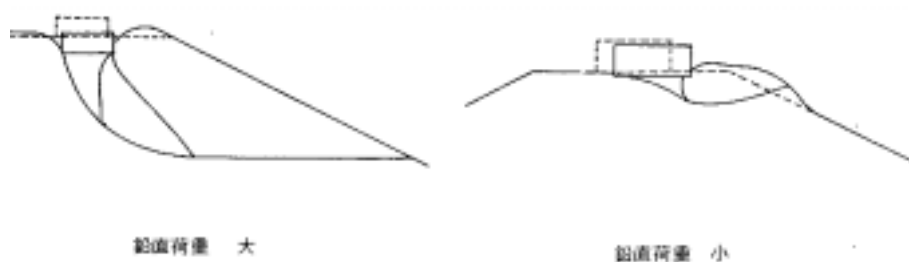


図-1 遠心載荷模型実験におけるすべり面の形状

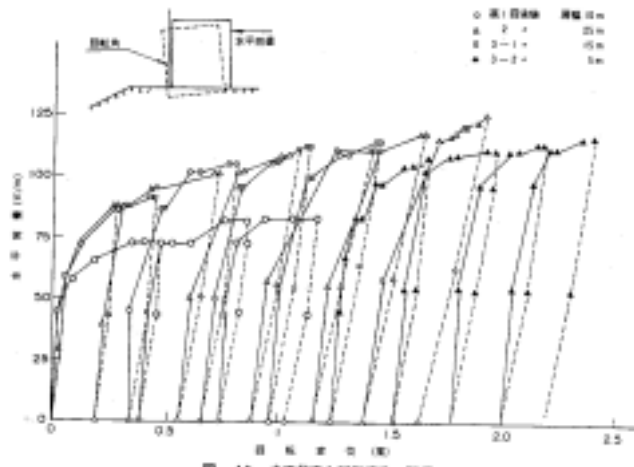


図-2 実物大載荷実験における水平荷重と回転角の関係

論文番号 182

著者名 森昌也, 梅沢信敏, 早川哲也, 木村克俊, 菊池博明, 遠藤 勉

論文題目 消波型高基混成堤のマウンド被覆材の耐波安定性

討論者 半沢 稔 (株式会社 テトラ)

質疑

消波型とすることで被覆ブロック, 根固め方塊共に波向きの違いによる安定性の違いがないということでこれは本形式のメリットだと思います。直立型の場合に根固め方塊では波向きの影響が出るのに対して, 被覆ブロックの場合には影響が出ないことの原因について何か検討されていたら教えて下さい。

回答

被覆ブロックと根固め方塊では作用する流速特性が異なるためこのような違いがあらわれたのではないかと考えられる。今後は, マウンド上の流速についても検討したいと考えている。

討論者 榊山 勉 (電力中央研究所)

質疑

この算定法では無次元流速 m が不連続になるのではないかと

回答

m はマウンドの低い断面から高マウンド形状まで評価する際に, 砕波による衝撃的な波作用が生じるような場合に の最低値を与えるという意味で設定したものです。従って今回のような高基混成堤に限定して考えると砕波による影響が大きいので, 最終的に あるいは算定される N_s も段階的な結果となる可能性は大きいと思います。

論文番号 183

著者名 松本 朗, 高橋重雄

論文題目 流速場に基づく混成堤マウンド被覆材の高度設計法

討論者 木村克俊（室蘭工大）

質疑

実験では被害率を用いていますが、消波ブロックに対して定義されたような被災度で表示することは可能ですか。

回答

今回の実験断面で計算しますと、被害率1%で $No = 0.28$ となります。なお、今回の実験断面はマウンドが比較的深い場合の標準的な断面であると考えております。

討論者 梅沢信敏（北海道開発土木研究所、港湾研究室）

質疑

スリットケーソンの場合、堤前部に渦が形成されると思いますが、水平流速のみを用いて被覆材の所要重量を求めることの妥当性如何。

回答

水理的に考えれば確かに渦の効果等もありうると思われませんが、流速の測定結果によれば水平流速は鉛直方向に比べてかなり大きく、そちらの効果が支配的であると考え今回は考慮しませんでした。実験の範囲内では結果としてよくまとまっていると考えられます。

討論者 伊藤一教（大成建設）

質疑

イスバッシュ式を用いると流速の6乗で効くので流速の計算精度が重要だと思います。そこで、マウンドをポーラスメディアで求める場合、 Cd 等ほどの様に設定すると良いか意見を聞かせてください。

回答

今回の計算では、抵抗係数、慣性力係数は榊山・鈴木（1988）の値を用いました。おっしゃるように、それらの値が流速場の計算結果に影響することが考えられますので、今後、構造形式ごとに適切な値を設定するための基礎的なデータの蓄積も必要であると考えております。

討論者 松見吉晴（鳥取大学・工学部）

質疑

本研究ではCERCの式を基本としておられますから、マウンド近傍の水平流速場の空間分布から被覆材の所要重量を数値計算により算定する方法を提案されていますが、被覆材に作用する流体力をマウンド内外の圧力より直接に算定することも数値波動計算において可能と思われそうです。つきましては、マウンド内外の圧力差の空間分布で議論する方がより高度な設計となると思いますがいかがでしょうか。

回答

個別要素法によりそのようなアプローチをしている研究もありますが、現状では捨石を球体でモデル化しているようです。今のところ捨石の不規則性（大きさ、密度、形状）をそういったモデルに組み込むのはなかなか難しいのではないかと考え、今回報告したようなアプローチを取り

ましたが、おっしゃるような力学過程を陽に取り入れた個別要素法からの考察も重要であると考
えております。

論文番号 184

著者名 藤田 孝，永田修一，岩田節雄，新里英幸，武田純男，祐保芳樹

論文題目 振動水柱型消波ケーソンの消波特性に関する研究

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

Ｌ字型遊水室を含め、各遊水室の寸法の設定法とその根拠についてお教えてください。

論文番号 185

著者名 佐藤孝夫，諫山貞雄，山本 悟，竹田春美，添田 宏，山崎耕嗣

論文題目 Ｌ型消波防波堤の被災再現実験による現行設計法の改良

討論者 梅沢信敏（北海道開発土木研究所 港湾研究室）

質疑

Ｌ型構造自体に被災原因にあるような滑動ならびに回転，消波工天端の沈下，波力増大といっ
た悪循環を引き起こしやすい構造であり，今後，改良断面を設定したとしても，根本的な構造上
の弱点はそのまま残ると考えられます。

波高による繰り返し荷重や地震等によって，堤体が偏心していることによる，基礎部の不等沈
下等が予想され，これに伴う消波ブロックの沈下による不完全被覆断面の消波増大が生じる危険
性は，引き続き大きいと考えられます。

以上を勘案しますと，ケーソン式など抜本的な構造形式の見直しも含めて改良方法を検討すべ
きと考えますが，今後の方針をお聞かせいただきたい。

回答

Ｌ型消波防波堤は，従来型のケーソン式に比べ建設費の縮減を目的に当技調が設計した消波防
波堤で，中詰石や消波ブロック重量を抵抗側に加えることができ，通常の設計波に対しては粘り強
い断面である。

ケーソン堤よりも不安定要素の多い構造ではあるが，防波堤が防護する背後地の重要度および
建設費の経済性を考慮の上，設置するかを検討する必要がある。

設計法改良に関する水理模型実験は，T9918 による被災とそれ以前の台風による暴浪でも安定
だったことから消波工の沈下を前提とした設計波力や，荷重の標準値の検討，さらに設計波力算
定法の定式化などについて調査を継続中であり，万一の被災からの復旧コスト・期間を小さくで
きる可能性があることから，消波工の沈下等を予測した，消波工の余盛り・補修という対応およ
び事業面からも考慮した補修方法の検討を実施する予定で，汎用性を有す設計法を検討する方針
である。

論文番号 186

著者名 齋藤武久，石田 啓，大平英継

論文題目 人工リ - フ上における波頂前面砕波の内部流速特性

討議者 野口賢二（国土技術政策総合研究所）

質疑

砕波形式の発生条件の分類を行う際に，平面計算への拡張性を考慮して，天端上水深，戻り流れの条件を導入することは考えられるでしょうか．

回答

ご指摘のように，現地への適用，拡張は重要であると考えます．しかしながら，今回の実験結果は，室内の断面2次元水槽実験の範囲を超えません．この結果を踏まえて，現地への適用を検討することは，今後の課題とさせていただきます．なお，本実験では，人工リ - フ岸側背後域に置ける平均水位の上昇量は最大でも2cm程度でありました．また，平均水位の上昇が砕波形の分類に及ぼす影響は確認できなかったことを付記いたします．

質疑

没水構造物であるため，人工リ - フの被災事態はあまり調べられていないものの，沖側前面の被災はあまり報告されていません．被災機構へ結びつけるのであれば，砕波後のメカニズムに着目してはいかがでしょうか．

回答

ご指摘のように，開口部を伴う複数の人工リ - フ群の場合，砕波および戻り流れ等の影響により岸側法先部で顕著な洗掘現象が報告されており，重要な検討事項の一つであると思います．ただし，本研究で対象としたような人工リ - フ沖側の法面上で砕波を伴う場合は，少なくとも，砕波による影響が沖側法先部におよぶことが考えられます．また，砕波による影響が小さい場合であっても，例えば，直立堤前面部の洗掘に類似した洗掘の可能性があると考えております．なお，断面2次元水槽実験では，沖側法先部での洗掘事例が報告（論文内の参考文献を参照下さい）されています．

討議者 水谷夏樹（国土技術政策総合研究所）

質疑

内部特性と波高減衰過程をどう結びつけばよいのか．内部特性を把握して，人工リ - フをどう改善していけばいいのか，見通しを教えてください

回答

本論での報告内容は，人工リ - フ上において，波峰の進行方向前面部（波頂前面部）で砕波を伴い，波頂部が人工リ - フ天端に乗り上げる砕波を確認したこと．また，このような砕波の場合，透過率が極めて高いこと．さらに，人工リ - フ法先部の洗掘機構に資する内部流速特性を紹介することを中心に行いました．

ご指摘のように，波浪減衰過程，波浪減衰機構を議論するためには，時・空間的により分解能の高い流速データが必要かと思えます．加えて，内部特性と波高減衰過程をどう結びつける

ことは非常に難しい問題の一つであり、人工リ - フの改善も含め今後の課題とさせていただきます。

論文番号 187

著者名 荒木進歩，小竹康夫，金澤 剛，松村章子，出口一郎

論文題目 VOF 法と個別要素法の連成解析による傾斜捨石護岸の変形予測

討論者 渡辺 晃（東京大学）

質疑

揚力を無視したり、実験との比較において不規則波を代表波でおきかえた計算結果を用いている等、実現象との相違（特に不規則波実験における波群の影響の無視）がかなりあるにもかかわらず、両者で比較的よい一致がみられるのは、どう解釈すればよいのでしょうか。

回答

今回行いました計算では、護岸法面の勾配は 1:4/3 でした。この程度の急勾配斜面に安定限界以上の波が作用した場合、捨石は岸向きに移動して停止することは考えられず、すべて冲向きに斜面を転落し、法尻付近に堆積すると考えられます。こうして S-shape の断面が形成されますが、今回の計算において、初期断面から安定な S-shape の断面に変化する際の捨石移動には、初期断面の形状（特にその急勾配）の影響が大きいと考えられます。

したがって、急勾配の護岸法面上の捨石に対して、安定限界より十分大きい波が作用した場合には、このような S-shape の形状以外の安定形状は考えられないと思われます。ただ、規則波で検討を行うと連続して高波浪が作用しますので、不規則波による検討よりも断面形状の変化が早くなっております。

また今回の計算は、捨石の重量 60kg に対して波高 3.0m および 3.8m（いずれも現地スケール）の規則波を入射させた 2 ケースを行いました。これらの入射波は、それぞれ不規則波実験の有義波、1/10 最大波に相当し、どちらも捨石の安定限界より十分に大きい波であります。

討論者 松本 朗（(株)テトラ 環境技術センター）

質疑

個別要素法の計算では、捨石を球でモデル化していますが、実際の捨石は質量、大きさ、密度や形状、さらにかみ合わせの程度が様々ですので、設計実務へ取り入れるためには、それらの要素の影響を考慮する必要があると思えます。例えば、弾性バネのバネ定数やダッシュポットの減衰を確率変数として取り込むなどのことが考えられますが、それは可能なのでしょうか。また、その他の方法があれば教えて下さい。

回答

おっしゃる方法は可能だと考えております。著者ら（荒木ら(2000)）は既に粒径のばらつきを考慮した変形予測の計算結果を発表しております。また、弾性バネのバネ定数やダッシュポットの減衰、あるいは摩擦係数を確率変数として計算を行うことは十分に可能です。ただし、その場合は計算の安定のために、計算時間間隔 dt の設定には注意が必要になると思われます。また、

実現象のメカニズムとの対応を考えると、パラメータのばらつきや、その決定法法の検討が伊藤ら(2001)によってなされていますので、ご参考にされてはいかがでしょうかと思います。

荒木進歩・藤原由康・宮崎敏弘・出口一郎(2000):個別要素法を用いた捨石潜堤の断面変形計算, 海岸工学論文集, 第47巻, pp. 761-765.

伊藤一教・樋口雄一・東江隆夫・勝井秀博(2001):個別要素法に基づく捨石のランダム性を考慮した潜堤の変形予測手法, 海岸工学論文集, 第48巻, pp. 806-810.

論文番号 188

著者名 原田英治, 後藤仁志, 酒井哲郎

論文題目 被覆ブロックの幾何配列特性の破壊抵抗に及ぼす影響

討論者 榊山 勉(電力中央研究所・流体科学部)

質疑

図-5のブロック2がfloatで移動し着地した後、振動流による流れがあるにも関わらず、固定しているようにアニメーションで見えましたが、何故でしょうか。

回答

図-5の $t=8.0s$ と $t=9.0s$ を比較して頂くとブロック2の着地点の位置が違い、滑動しており固定はしていません。しかしながら御指摘のように、ほぼ同じ傾きを保持し推移しているのは、ブロック2とブロック10の間の摩擦力が効いているものと考えています。

討論者 藤原隆一(東洋建設(株)・土木設計部)

質疑

被覆ブロックの破壊抵抗ということで、反射波があると思っていたが、アニメーションを見ると進行波のみのように見えた。反射波は、はいていないのか？

回答

計算領域の左右境界を周期境界条件としていますので、反射波の影響は考慮していません。

討論者 渡辺 晃(東京大学)

質疑

ブロックの挙動を断面2次元の計算でシミュレートしようとしているが、断面2次元の計算条件と結果は3次元現場に拡張すれば等断面の長い棒状の物体の運動を扱っていることになり、実現象とは定性的にもかなり異なるのではないのでしょうか。

回答

先生のおっしゃる通りでございます。私は、既往の実験で確認されている被覆ブロックの滑動・転動・回転離脱といった移動モードが2次元モデルの計算でも再現可能であったという視点より定性的に良い一致を示したと考えました。しかしながら3次元性による奥行き方向の影響はブロック挙動に効くのは明白ですので、今後3次元でのシミュレーションを実施したいと思います。

討論者 前野詩朗(岡山大学・環境理工学部)

質疑

ブロック間隔を小さくなると拘束されてブロックが動きにくくなるということですが、間隔が小さくなるとブロック上面と下面の圧力差が大きくなりブロックが飛び易くなりませんか。

回答

先生の御指摘の通り、ブロック間の拘束圧が増加しますと、ブロック群がアーチ状の構造を形成し、さらに、拘束圧が増加しある限界に達するとアーチ状の構造が崩壊しブロックが飛び出し易い状態を形成します（図-2参照）。しかし、図-3を御覧頂くと明らかにブロック間隔が広い箇所から破壊が進行しており、破壊しにくい状態は、ブロックの左右運動が拘束され易く、回転する運動モードにまで至りにくい、ブロック間隔が小さい状態であると考察しました。

質疑

2次元的に扱われていますが、3次元的な影響がかなり入ってくると思いますがいかがですか？

回答

2次元と3次元の違いですが、御指摘の通りです。本論文では、私は、被覆ブロックを扱った既往の実験で観察された滑動・転動・回転離脱といった運動モードが計算できたという視点から、ある程度2次元でもシミュレーション可能であると考えました。しかし、奥行き方向の影響は無視できない重要な要素であることは明白ですし、今後3次元での再現計算を実施したいと思えます。

討論者 勝井秀博（大成建設（株）技術センター）

質疑

ブロックをモデル化するのに、MPSを使わずに通常のDEMにおいて粒子を大きくするだけでは大きな不都合が生じるのでしょうか？

回答

ブロックをモデル化するのに、粒径を大きくするだけでは、任意形状を表現することが不可能ですので、被覆ブロックの幾何的影響を考慮するために剛体モデルを導入しました。勿論、球形のブロックを想定した計算をするのであれば、粒子の粒径を大きくするだけで対応できます。

質疑

捨石への流体力は捨石表面だけに作用させているのですか。porous mediaとして捨石層全体を解いていますか？

回答

捨石への流体力は、k-e乱流モデルから得られる流速を抗力の形で与えています。また、1-wayモデルで計算を実施しましたので、粒子混入による流体への影響は考慮しておらず、porous mediaとして解いていません。

質疑

捨石の不陸やブロック間隙の存在がブロックの安定性に発展することを定性的に示したもので、興味深い論文でした。2次元計算の制約はあるものの今後、模型実験などと比較しながら定

量的の工夫をされることを望みます。

回答

御助言、有り難うございます。今後の研究に考慮していきたいと思えます。

論文番号 189

著者名 松田節男，錦織和紀郎，松本朗，田安正茂

論文項目 天端の低い海岸構造物に用いる被覆ブロックの被災形態と安定数

討議者 勝井英博（大成建設）

質疑

今回の研究で定義した「被害」に基づく N_s と従来定義されてきた被害率やサーフシミュリティパラメータ etc に基づく N_s とは整合性があるのでしょうか？（今回の被害の定義が厳しいので N_s が小さめにできる気がしますが。）

回答

従来多く定義されてきた被害率 1% で不安定とする考え方と今回の安定性の定義では、今回の方が厳しいので、ご指摘の通り N_s は小さめにできます。

発表の際にも述べましたが、平型のブロック相互のかみ合わせがないブロックについては、1箇所の被害が原因で、その後急速に被害が拡大するというおそれがあるので、このようなブロックについては、本研究で定義したような厳しい安定性の定義を適用するべきであると考えています。

なお、本論文中で参考としている斎藤ら(1998)「緩傾斜堤に用いる被覆ブロックの安定性に関する研究」でも本研究と同様のブロックを使用しており、安定性の定義も無被害基準としています。

論文番号 190

著者名 齋藤正文，綿貫 啓，錦織和紀郎

論文題目 多様な生物環境を創造する新型人工リーフの安定性および水産効果に関する研究

討論者 勝井秀博(大成建設)

質疑

水産効果の付加価値を考慮しないで、単純に人工リーフの被覆ブロックとしての機能のみを考えたとき、従来の消波ブロックよりどの程度のコストダウンとなり得るでしょうか。

回答

全断面テトラポッドの人工リーフならば背後からの転用もあるので、ここで取り上げたブロックが必ずしも安くなるとは限らない。しかしながら全断面を新規テトラポッドで構築する人工リーフと比較するのならば、本ブロックは基礎マウンドを捨石で構築すること、一層で被覆できることなどからコストダウンを期待できる。

一般的な平型被覆ブロックの人工リーフでは、天端水深が浅い場合は、消波効果は同等なので

コスト的にも変わらないと思われる。一方、天端水深が深い場合は、本ブロックの方が消波効果が高くなり、経済的に有利になるとと思われる。

討論者 野口賢二(国総研，河川研究室，海岸研究室)

質疑

生物相について、この論文で取り上げているブロック、エクスブロック、自然石、テトラポッドの生物多様性の違いについて調べていたら教えて下さい。

回答

海面下は水深ごとに生物分布が異なり、帯状分布をする。したがって、各基盤（各ブロック、石等）で生物相を比較するのは、それような実験をしなければ分からない。また、そのような比較は今のところしていない。

一般的な根固ブロックによる人工リーフでは、天端水深が一定なので、帯状分布の観点からすると、同じような種が優占し、多様性は少なくなる。このことは、例えば、洪水による低塩分化、大波浪による海藻のはぎ取り、漂砂による被覆等の現象がおきたとき、一度に広範囲に影響を受けることになる。

一方、ここで取り上げたブロックやテトラポッドのように背の高いブロックでは、1つのブロック上にいくつかの生物種の帯が形成される。これが本論文で取り上げた中林、鬼鹿等で見られるように、下棧と上棧あるいは斜面で植生が異なることを意味する。この場合、上記で取り上げたような現象が生じて、どこかのゾーンは生き延びることができる。このようなことから、生物の多様性は強い生態系ができる上でも重要である。

論文番号 191

著者名 南 将人，真野 明

論文題目 潜堤開口部周辺の地形変化に関する研究

討議者 勝井秀博（大成建設 技術センター）

質疑

図-2において、海岸施設設計便覧の推奨範囲から離れるもの（特に、 L_r/W が大、 L_r/Y が大など、コストがかかる方向）の採用がかなりある。こうしないとイケなかった理由など知りたい。また、それぞれのケースで離岸堤としての目的の機能を果たしていたか、洗掘や沈下が生じたか否かなどのDATAが示されれば、それもまとめて示して頂きたい。

回答

今回のアンケート調査では、主として構造物の諸元や深浅測量の有無を調査項目として実施したもので、設計時に構造物の諸元をどの様に設定したか、また、施工後の沈下の有無までは、調査しておりませんでした。ご指摘の項目は非常に興味がある所で、一部、電話等での再調査を行いました。これらは、整理して始めて分かった事であり、今後さらに調査・検討を続けたいと考えております。また、当初の目的を果たしているかについてですが、約10ケース程、施工前後の深浅測量図を入手する事が出来ましたので、地形変化量を算出してその効果を検討し、別の機

会に発表させて頂きたいと考えております。

討議者 小野正順（高知工業高等専門学校）

質疑

潜堤開口部の岸側，沖側で侵食された砂はどこに堆積しているのでしょうか？

回答

図-5 より，大きな地形変化を生じて入る領域は，潜堤より岸側では左側潜堤の侵食と右側潜堤の堆積の2ヶ所，潜堤より沖側では開口部沖側の侵食1ヶ所の合計3領域となっております。まず，潜堤開口部での侵食は，主に開口部からの戻り流れによるものと考えられ，砂はこの位置より沖側に移動しているものと推測されます。そこで，全6回の深浅測量図を比較してみますと，この領域より深い所の等水深線位置の変化はほとんど見られない事より，潜堤より沖側に薄く広範囲に堆積したものと考えられます。一方，潜堤より岸側の範囲での堆積については，左側潜堤背後の侵食以外に見られない事と図-7の波向の出現状況より図面上左上から右下方向である事を考慮すると，左側潜堤陸側の砂は，右側潜堤陸側に移動したものと考えられます。

論文番号 192

著者名 小野正順，鷺澤栄二郎

論文題目 中層浮き魚礁流出時の安全性に関する実験的研究

討論者 前野詩朗（岡山大学 環境理工学部）

質疑

歪ゲージを使ってどのようにして，衝突力を算出しましたか？

回答

浮き魚礁の剛性は，魚礁上部に50cm間隔で付けられている隔壁板によって決まります。浮き魚礁の模型は塩ビで作成し，隔壁板の剛性をフルードの相似則で縮尺し，隔壁板を塩ビのリングでモデル化しています。そのリングに歪ゲージを貼り付け，船が浮き魚礁に衝突したときのリングの歪から衝突力を算定しています。

論文番号 193

著者名 金夏永，関口秀雄

論文題目 強震動による耐波構造物 - 地盤系の塑性変形

討論者 前野詩朗(岡山大学 環境理工学部)

質疑

式(1)は弾性域と塑性域を分けて解いているのですか。

回答

本動的解析にはPASTOR MODELを用いています。PASTOR MODELでは，(載荷時だけでなく)除荷時にも弾塑性モデルを用いていますので，弾性域と塑性域を分けて解く必要はありません。

論文番号 194

著者名 熊谷隆宏

論文題目 波浪と液状化地盤の相互干渉に関する理論的考察

討論者 関口秀雄（京都大 防災研究所）

質疑

波が液状化地盤上を通過するときを生じるエネルギー減衰を理論解によって評価していますが、エネルギー損失 λ_i の値と既往の実験結果（例えば、高橋・下迫，1994）との対比はどのようなになっていますか。

回答

本研究においてエネルギー損失 λ_i を評価するにあたり、渦岡ら（1997）の実験結果に基づき、液状化した地盤の渦動粘性係数 ν_2 を $0.01\text{m}^2/\text{s}$ で設定しています。

この評価式を高橋ら（1994）の実験条件（周期 1s 、水深 0.25m 、液状化地盤厚 0.4m ）に対して用いると、 $\lambda_i=0.07\text{m}^{-1}$ と算定されます。高橋ら（1994）の実験では、液状化地盤の下部より上向き浸透流を強制的に与えているため、完全に同じ条件では波高減衰性を比較することはできませんが、本評価式によれば、液状化地盤長が 11.4m の実験水路に対して、波高伝達率は 0.5 になり、実験結果（上向き浸透流の条件により $0.3\sim 0.8$ 程度に分布）と比べて大きな差異はないと考えられます。また同様に、姜ら（1999）の実験条件（周期 1.17s 、水深 0.34m 、液状化地盤厚 0.55m ）に対しては、 $\lambda_i=0.04\text{m}^{-1}$ と算定されます。このとき、液状化地盤長が 6m の実験水路に対して、波高伝達率は 0.78 になり、実験結果（上向き浸透流の条件により $0.2\sim 1.0$ 程度に分布）と比べて大きな差異はないと考えられます。

先にも述べましたが、本評価式では地盤が自然に液状化している状態を対象にしているため、上向き浸透流を与えて強制的に液状化が起きている実験結果とは厳密には比較できませんが、オーダー的に考えた場合、それほど外れていないと考えます。

ただし今後の課題として、本理論を実験条件に合うように改良した上で、同一条件で実験と比較し、理論の妥当性を検証することが重要であると考えます。

論文番号 197

著者名 酒井哲郎，後藤仁志，原田英治，羽間義晃，井元康文

論文題目 波浪による海底地盤の液状化が漂砂量に及ぼす影響

討論者 田中 仁（東北大学）

質疑

実験では、特に、底面せん断力が小さいところでバラツキが大きいと考えられる。plotしたものは、何回かの実験の平均値なのか？バラツキはどの程度か？

回答

水圧の漸増・急減のパターンを10回繰り返して作用させ、流砂量の累積値を測定するというセットを5回繰り返して得られた平均値をプロットしています。御指摘のように、底面せん

断力が小さい領域では、プロットしている値の数倍から数分の1の範囲のデータのバラツキが見られます。

論文番号 200

著者名 三宅達夫，鶴ヶ崎和博，馬場慎太郎，柳畑亨

論文題目 底開式土運船からの直投土砂による海底地盤への衝撃圧

討論者 稲垣 聡（鹿島建設(株) 技術研究所）

質疑

図-6で、現地実測の方が応答が遅れているのはなぜか

回答

現地計測結果と遠心実験結果を比較しますと、ご指摘のように現地計測の応答が遅れているとともに、投下に要する時間も実験とは異なっております。これは、実験では投下開始後に底扉は完全開放状態となり、土砂は一気に落下するのに対して、現地においては、材料の粒径や湿潤状態によって落下に要する時間が変化することや、船体の安定性を考慮して、底扉の開放をコントロールしていることによる影響であると思われます。ただし、投下開始してからの初期の反応時間（土砂の到達時間）については実験と現地計測ではほぼ一致しておりました。

論文番号 201

著者名 浜田敏明，北山 斉，岡 良，中井 章，若杉利彦

論文題目 海水中における摩擦増大用アスファルトマットの長期耐久性（30年）について

討論者 池谷 毅（鹿島技研）

質疑

防波堤のケーソン下部のアスファルトマットを採取したとあるが、具体的にどのような手法で行ったのか。

回答

ケーソンの基礎部分である捨石マウンドを一部掘削し、露出した底面部のアスファルトマットを採取した。

論文番号 202

著者名 小川 元，田崎道宏，落合 実，遠藤茂勝

論文題目 水平スラグ流輸送における圧力，速度特性について

討論者 池谷 毅（鹿島建設株式会社 技術研究所）

質疑

実験について

口の条件はどのようになっていますか。

曲がっている場所では、どのような現象が発生するのでしょうか。

管の材料は何ですか．

回答

吐出口である管路の末端は地下タンクに導入されていて，多少レベルが低くなっていますが，大気開放状態となっており，末端での影響が生じないように配慮しています．

実験装置概略図では模式的に描いたため，管路が直角に曲がっているように示していますが，実際の配置では曲率半径を 5～10m でゆるやかな曲がりとなっていて，流動状況に影響がないように配慮して設置しています．したがって，スラグ流は直線部分と同様な流れとなっており，曲線による特異な現象は認められませんでした．

実験に使用した管路はポリ塩化ビニル製の透明管（内径 32 mm，耐圧 0.4Mpa）であり，屋外での実験のため耐候性も考慮しています．特に実験中の管路内の圧力変動や気温，水温の変化などでは伸縮しないものです．管路全長 600m での圧力差は 0.1Mpa（ゲージ圧）以下であり，管路内の圧力がそれほど高くなくとも 1.0～2.0m/s 程度のスラグ流が発生します．

論文番号 205

著者名 鳥居謙一，福島雅紀，佐藤慎司，高木利光，Ding Yan

論文題目 海岸管理のための汀線変動の確率的評価

訂正

論文集 p1022 左 15 行目「 $f(S, R)$ 」を「 $g(S, R)$ 」，p1023 右 9 行目「AMS」を「PDS」，p1024 図 - 7 のタイトル「AMS，PDS」を「PDS」，p1024 図 - 8 のタイトルおよび X 軸の「年最大後退量」を「超過侵食最大量」に修正願います．

討論者 栗山善昭（（独）港湾空港技術研究所）

質疑

実際に砂浜の設計では岸沖漂砂による汀線変動を考慮しなければいけない．現在のレベルで，本論文で提案されている方法を実際の海浜の設計に適用できるのか．

回答

本論文は，モンテカルロ法による汀線変動の確率的評価手法を提案するものである．岸沖漂砂による汀線変動を評価する方法としては，砂村モデル（Sunamura，1989），加藤モデル（加藤ら，1987）や沿岸漂砂による海浜変形も含めて評価できる 3 次元海浜変形モデルがあるが，現在のところ長期的に汀線変動や複雑な現地の海岸に適用できる段階にない．将来，長期的な岸沖漂砂による汀線変動を実用的な計算時間で評価できるモデルが開発されれば，本手法で評価できると考えている．

論文番号 206

著者名 川崎浩司，大谷知樹，中辻啓二

論文題目 固気液多相共存場に対する統一数値解法の構築と複雑水理現象への応用

討論者 榊山 勉（電力中央研究所 流体科学部）

質疑

相間の境界条件はどのように扱っているのでしょうか？

固相運動の計算方法を補足説明して下さい。

回答

本モデルでは、相全体を統一的に解析しているため、異相間の境界条件を設定する必要はありません。

固相(剛体)運動の取り扱い方につきましては、まず固相を高密度・高粘性流体と考え、計算を行います。しかし、この時点では、剛体を構成する固相間の相対的位置にずれが生じます。そこで、固相に作用する圧力を用いて物体重心での移動速度と角速度を求め、固相に対してのみ相対的位置を修正します。これにより、剛体運動を擬似的に解析することができます。なお、詳細は、Xiao et al.(1997)を参考にして下さい。

討論者 水谷夏樹(国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部)

質疑

水を含む液相の状態方程式はどのように取り扱っていますか？

CIP-CSL法の総量の取り扱い方をもう少し詳しく説明して下さい。

回答

液相の状態式は、陸田ら(1998)と同様、日本原子力学会編「気液二相流の数値解析」を参考にしました。

CIP-CSL法の特徴は、グリッド間における補間関数を構成する際に、物理量とその空間微分以外に、グリッド内の物理量の積分値(総量)を変数として取り扱っているところにあります。そのため、総量の時間発展式、つまりセル界面からの流入出量の収支より次の時間ステップの総量を計算する必要があります。

討論者 重松孝昌(大阪市立大学大学院)

質疑

気相と液相のレイノルズ数が異なるので、気相と液相で計算解像が異なるのではないかと考えられるが、この点についてコメントをいただきたい。

回答

ご指摘のとおり、気相と液相ではレイノルズ数が違いますので、計算解像度が異なると思います。そのため、流体の物性値が異なる界面では数値拡散が発生しやすくなります。しかし、CIP法など数値拡散を極力防ぐことができる高精度数値スキームを導入することにより、安定した計算を行うことができると考えております。