

回答

ご指摘の通りであり，現地調査及び水理模型実験を含めて現象解明に努力したいと考えている．

論文番号 129

著者名 玉田 崇，井上雅夫，手塚崇雄

論文題目 緩傾斜護岸の越波流量算定図とその越波低減効果に関する実験的研究

討論者 芹沢真澄（海岸研究室(有)）

質疑

緩傾斜護岸は直立護岸に比べて越波量が大きく，現地でも越波災害を増やす問題をおこしている．合田・高山の研究でもこの性質は既に明らかである．にもかかわらず越波「低減効果」というタイトルをつけて，緩傾斜護岸の建設を推進するような論文を書くのはなぜですか．

7割勾配護岸を推しようしているが，これでは，天端高 6m×7割 = 42m の砂浜をコンクリートで覆ってつぶすことになる．日本の平均浜幅は 30m．これでは，日本の砂浜を全てつぶすに等しい．新海岸法のいう「防護・利用・環境」の調和と全く逆行している．これについてどう考えているのか．

， に対して，著者は社会的責任をとるつもりか．

回答

3割や5割の緩傾斜護岸の越波流量が多くの場合において増大することは，ご指摘の通り既往の研究からも明らかであり，その傾向は本研究においても顕著に現れている．しかし，それらの護岸についても，設置位置（例えば陸上部に設置した場合）によっては，越波流量の減少効果がみられることもある．そのような場合については，低減効果を期待することができるものと考えている．また，緩傾斜護岸のものは，コンクリートに限定されるべきではなく，人工海浜のような砂浜や礫浜海岸も広義の緩傾斜護岸と認識している．特に，勾配の緩やかなものについては，その観点から「防護・利用・環境」の調和のとれたものであるといえる．

著者らは，海岸整備において，画一的な緩傾斜護岸の建設を奨励するつもりはなく，むしろ，それぞれの海岸の個性に応じた海岸整備を実施していく一つの手法として，緩傾斜護岸工法もあると考えている．

に関して，著者らは研究者としての良心は持っている．なお，海岸工学の泰斗から，この実験データを越波の世界的なデータベースに提供するように奨められている．これは，この研究のデータがヨーロッパに多い傾斜護岸に対するものだからである．

討論者 鈴木崇之（横浜国立大学大学院）

質疑

越波量の算出法について教えて下さい．

実験では、不規則波を何波（何秒）で行ったのでしょうか。

回答

越波量の測定は、造波機の緩起動装置を考慮して造波開始後 2~4 分の 2 分間とし、その時間内における全越波量を護岸背後で採水升により採取し、メスシリンダーで計測した。また、実験は 3 回以上実施して、波近似した 3 回のデータの平均値を単位時間、単位幅当たりに換算して越波流量の実験値とした。なお、実験では、静水位を一定に保つため、護岸上を越波した水はポンプで排水して、水槽内に戻した。

造波開始後 2~4 分の 2 分間の全越波量を測定した。本実験では、有義波周期 $T = 1.0s$ の不規則波を対象としており、概ね 120 波前後の不規則波について解析した。

論文番号 130

著者名 木村克俊，浜口正志，山本泰司，前田宗文，三船修司

論文題目 直立消波ケーソン式護岸における越波飛沫の打ち上げ特性とその対策に関する研究

討論者 半沢 稔（株式会社テトラ）

質疑

図-10 で R_{max} の実測値と計算値を比較しています。計算値は図-8 の実線、つまり式(1)と図-9 の実線の積で求めれば良いのですか。また、定式化としては式(1)のように $R1/3$ の推定式が提案されています。例えば、防波フェンス等の設計には $R1/3$ を用いることを前提として考えてよいのでしょうか。

回答

ご指摘の手順によって R_{max} の計算値を求めることができます。現地で飛沫対策として防波フェンスを用いる場合、背後地における通行車両等の安全を確保するための必要高さの算定には、飛沫の打ち上げ高さ $R1/3$ が目安になると考えています。ただし、フェンス自体の耐波安定性を検討するには最高波諸元に着目する必要があります。

討論者 田中真史（横浜国立大学大学院 社会空間システム学専攻）

質疑

図-8 のプロットを曲線ではなく直線で近似した理由

回答

できるだけ簡略な定式化を提案するため、今回は直線で近似しました。実際の現象は、遊水室後壁へ波面の衝突状況によって決まるものであり、ご指摘のように曲線的に変化するものと考えられます。今後、飛沫発生に及ぼす遊水室形状等の影響を詳細に調べた上で、より現象に合致した定式化を行いたいと考えております。

論文番号 131

著者名 殿最浩司，井上雅夫，目見田哲，玉田 崇

論文題目 越波排水路の排水能力の評価法について

討論者 合田良実（株エコー）

質疑

図 - 4 を見ると端部から回折波の影響が明らかに出ていますので，多方向不規則波の計算に回折効果を組み込まれると，さらに優れたものになると思います．

回答

今回の検討では，越波排水路内の水位に及ぼす多方向不規則波の影響のみを調べるという観点から，端部からの回折波の影響は考慮しておりません．ただし，実現象を考えると，単一方向不規則波の実験結果(図 - 4)と同様に，回折波の影響が現れます．したがって，合田先生のご指摘のとおり，多方向不規則波の計算にも回折の影響を考慮すべきだと考えます．これについては，今後検討して行きたいと思います．

論文番号 132

著者名 有川太郎，田中信行，黒田豊和，下迫健一郎

論文題名 越波時における護岸後背地構造物に作用する流体力に関する実験的研究

討論者 角野昇八

質疑

デジタルビデオによる画像で水表面付近の気泡群の存在をどのようにしたのか（水面は気泡群の上端か下端のどちらをそれとしたのか？）．

また，そのことで，DV 画像による効果が 10%大きくなっているのではないか？

回答

気泡群に関しては，レーザーで当てているだけでは鮮明に捉えることができなかつたために，レーザーで光っている部分を輝度値の max 値の 8 割としています．ですので，気泡群の上端でも，下端でもないと考えられます．また，10%程度大きくなることについては，原因としては，いくつか考えることができます．

- ・ 水面付近に気泡群が入り込むことによる水表面のぼやけ
- ・ 波高計での計測から移動平均をとっていますが，水位自体は幅方向にも変化することから，その影響．
- ・ 越波流速の幅方向の変化
- ・ 解像度の粗さ

などが考えられます．このなかでもっとも大きいと考えられるのは，ご指摘のとおり DV 画像処理だと考えていますので，もう少し検討する予定です．

討論者 重松孝昌（大阪市立大学大学院）

質疑

標準化された輝度値の閾値を 0.8 として解析した根拠

すべての画像に対して閾値を 0.95 として解析すれば結果は変化するのか

回答

これは、静水位を測定したときに、もっとも良い値が 0.8 であったので、そうしました。ただし、暗い画像ですと、画像がぼやけ、他の部分のピークをとることもあったために、ぎりぎりの 0.95 を設定しました。ピーク値の 0.8 の部分はピーク値より上側にとっています。

上述のとおり、ピーク値の上側の 0.8 をとっていますので、0.95 とすることで水位が全体的に低くなります。それは、今回では 4mm 程度でありました。全体としては 1 割から 2 割程度低くなる方向に向かいます。ですので、0.9 ぐらいとするのがよいのかもしれませんが、少し検討致します。

討論者 木村克俊（室蘭工業大学）

質疑

実験条件は、現地レベルでどの程度の越波流量($q(\text{m}^3/\text{m}/\text{s})$)を対象としたものでしょうか？

造物に働く流体力を、直立壁に働く波力(たとえば、合田式による算定結果)と比較がされましたか？

回答

水深と沖波の波高の比が、

$$h / H'_0 = 1.5 \sim 1.8$$

$$h_c / H'_0 = 0.2 \sim 0.5$$

程度を考えています。壁面前面水深 18cm に、波高 10cm の沖波を入射したと考えた場合は、合田の越波量算定表から、

$$q\sqrt{2g(H'_0)^3} = 0.02$$

となります。今回の実験は縮尺を 1/70 程度で考えていますので、実際には、7 m が入射してくることとなり、 $1.6\text{m}^3/\text{m}/\text{s}$ 程度となります。

直接比較は行っておりませんので、今後検討致します。現段階で言えることは、合田式による波力算定との大きな違いは鉛直分布であろうと思われます。その部分の評価方法を考えていきたいと思えます。

論文番号 133

著者名 中村孝幸，高木伸雄，中山哲巖，河野 徹

論文題目 ピストンモード波浪共振を利用する低反射・低透過構造の海水交換型防波堤の開発

討論者 角野昇八（大阪市立大学）

質疑

実験で水槽隔壁の造波板近くでの処理をどうしているのでしょうか？
また、隔離された水槽間での相互の干渉はないのでしょうか？

没水平板付きの構造形式の場合、没水平板は消波の基本原理とされている「ピストンモード」運動を抑えることになると考えられる。したがって、没水平板付きとそれがない場合では、消波原理は異なる考えられるではないでしょうか？

回答

平面水槽の造波板近くでは、幅10mの水槽をほぼ4分割している隔壁がなく、ご指摘のような干渉が現れる可能性は考えられます。ただし、隔壁の延長は、模型位置より造波機側に約12m程度、透過側に8m程度設けてあり、ご指摘の干渉の影響は、有効波数の時間内では現れにくいものと推定されます。隔離された水路間の干渉ですが、側壁はなるだけ剛に固定してあり、水密性もあるように製作してあります。実験で観測している限り、そのような干渉は見られませんでした。

没水平板を設けることは、スリット式ケソンなどと同様に遊水室内部にマウンドを設けることと類似しています。すなわち、没水平板付きの堤体では、遊水室内の水深が浅くなるため、板上では波長も短くなり、結果的により長周期の波に対する反射波低減効果が向上します。事実、論文集に示しましたように、反射率が極小となる周期条件は、それがない場合に比較して長周期側に現れることが理論と実験の両者により確認されています。消波の基本原理である「ピストンモード」運動は、実験で採用した範囲内では、低減するのではなく、増大するように影響を受けているように判定されます。

一方、没水平板の付加的な効果として、講演時に示しましたように、渦流れの制御効果により平均流を生成することが挙げられます。

討論者 半沢 稔(株テトラ)

質疑

港内側への透過波を抑えるために、港内側の力-テン壁が有効であるとされています。論文中では、その港内側の力-テン壁の没水効果が示されています。港内側力-テン壁の位置(図-3で言えば B_2)の影響について検討されていたら教えて下さい。

実験では、 $B_2=1/2B_1$ とされていますが、何か事前に検討されたのでしょうか？

図-13は港内側に力-テン壁を設けたケ-ス(図-3)に対する透過率の結果ですが、横軸 B/L の B は $B=B_1$ あるいは $B=B_1+B_2$ のどちらでしょうか？

回答

港内側力-テン壁の位置(図-3の B_2)の効果ですが、減衰波理論を用いて理論的に事前に検討しています。その結果、前後の遊水室幅をほぼ同じにすると透過率が多少ながら増大する傾向を確認しています。

これは、港外側と港内側の遊水室でのピストンモードの波浪共振条件が同一になるためと推測しています。このことは、実験的に検討していないため、今後検討してみたいと思います。

図-13の横軸 B/L の B は $B=B_1$ です。変数の定義が二重になり、申し訳ありません。

討論者 木村昇（鳥取大学）

質疑

没水平板をもつタイプの防波堤の場合、防波堤から沖に向う流れが発生していますが、この流れを生む力は何ですか？

回答

没水平板の有無により、沖側力 - テン壁まわりに発生する渦流れのパターンが大きく異なることが実験的に確認されています。没水平板が有る場合、遊水室内では押し波時に発生する渦が蓄積しやすく、室内では洗濯機のように回転する流れが持続して見られます。一方、引き波時に沖側力 - テン壁の沖側に発生する渦は、水面付近に掃き出され、この渦が水面付近に移動するとき、堤体下部通水部付近の流れを引きずるため、結果的に沖側に平均流を生成するようになると考えられます。

すなわち、沖側へ向う平均流を引き起こす力は、沖側カーテン板の下部より発生する渦によるといえます。ただし、没水平板がないと押し波時に形成される渦は引き波時に形成される逆循環の渦と混合しやすく、沖側へ向う平均流を引き起こす力は弱まることから、没水平板による渦流れの制御あるいは整流効果も重要になります。

討論者 斉藤武久（金沢大学）

質疑

没水平板をもつタイプの防波堤の場合、防波堤から沖に向う流れが発生する報告がありました。このとき岸側水域での平均水位に大きな変化はあったでしょうか？

回答

沖側・岸側ともに大きな水位変化は見られませんでした。防波堤から沖に向う流れを発生する力は、上記の質問でお答えしましたように、沖側力 - テン板の下に発生する渦および没水平板による渦の整流効果によると考えています。

質疑

没水平板が設置されることにより、（ ）沖側の鉛直板から放出される渦の形状の違い、あるいは（ ）遊水室内の流体の乱れがトレ - サを沖方向へ輸送する原因とはなっていないでしょうか？

回答

既に木村氏の質問に対する答えで書きましたように、没水平板の有無により渦流れの発生パターンが大きく異なり、沖方向に平均流を引き起こすには、没水平板による渦流れの整流効果が重要になると考えています。

論文番号 134

著者名 中村孝幸，高木伸雄，中山哲巖，久保勝太，飯干富広

論文題目 平面波浪場における垂下版式反射波低減工の効果について

討論者 藤田 孝（日立造船・技術研究所）

質疑

仮りに、消波工に側壁（隔壁）がある場合でも、その消波特性に入射角の影響が出ないというのは考え難い。

入射角 45° 、 60° の実験結果があればその結果を教えてください。

また、入射角が大きい場合でもほんとうに直角入射の結果を代用してもよいのでしょうか。

回答

入射角が大きくなると、遊水室の堤長方向に依存するピストンモード共振も現れる可能性があり、今後検討していきたいと思います。

討論者 藤原隆一（東洋建設(株)）

質疑

隔壁の反射率低減に対する結果として隔壁の幅について検討していれば教えてください。

回答

本研究では、隔壁あることで入射角による反射波の低減効果に差が見られないという結果が得られました。隔壁の幅などについては今後検討していきたいと思います。

論文番号 135

著者名 平山克也，上原 功

論文題目 消波構造物に作用する波浪の消波機構を考慮した港内波浪変形計算

討論者 重松孝昌（大阪市立大学大学院）

質疑

海浜モデルの最小水深の設定方法をご教示下さい。

回答

海浜モデルは、海岸地形上の碎波や遡上波の浸透による波エネルギー減衰を、岸側のスポンジ層によって表現したものです。ここで設定される最小水深はスポンジ層の設置水深としてご理解いただければ結構です。海浜モデルの目的上、このスポンジ層には碎波や遡上が生じる以前の波を入射させるべきなので、最小水深は海岸地形へ入射する波に対応した碎波限界水深よりも深く設定することが必要であると考えられます。

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

入射してくる長周期波の低減には寄与していませんが、それで十分なのでしょうか？

回答

透水層モデルは、現実の消波構造物による消波機能を客観的に定量化する部分反射境界として開発したものです。したがって、港内外に設定した透水層モデルによって長周期波の低減が計算されていないのは、現実の消波ブロック被覆堤による長周期波の低減効果があまり期待できないことを示しているものと考えられます。したがって、港内に侵入する

長周期波を低減するためには，風波を対象として実施されてきた港湾整備だけでは不十分であり，港内長周期波の起源の解明も含め，有効な対策を早急に検討することが求められています．

論文番号 136

著者名 平山克也，平石哲也

論文題目 ブシネスクモデルにおける目標反射率の設定法とその港内波高分布計算に対する適用性

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

スポンジ層の厚さの平面計算に及ぼす影響はどうでしょうか？

回答

スポンジ層による波の反射率は，スポンジ層内を伝播する波の進行方向に沿ったスポンジ層の厚さに大きく依存すると考えられます．本論文では，スポンジ層に直入射する波を対象とした目標反射率の設定法を示しましたが，平面的に配置されたスポンジ層による波の反射率は，波の入射角によって異なると考えられます．一方，平面波浪場を対象とした数値計算等で陸境界による反射率を設定する際には，構造形式に応じた反射率の概略値や断面模型実験で得られた実験値が多く使われます．すなわち，現実の港湾構造物による反射率は直入射時のものと考えられます．したがって，平面計算におけるスポンジ層の厚さは図-1 や図-2 より得られる値を基本としながら，妥当な計算結果が得られるように適宜調整することが有効であると考えられます．

討論者 中村孝幸（愛媛大学）

質疑

スポンジ層よりの反射の位相の取扱い，現実的な構造物との対応は？

回答

スポンジ層によって生じる反射波には，大きく分けて，スポンジ層で反射する波とスポンジ層背後の直立壁で反射する波があります．スポンジ層を用いた部分反射境界では，スポンジ層内の抵抗とその作用距離を調整して目標とした反射率を得ることを主眼としていますので，反射波の位相の再現性は考慮されていません．現実の構造物と対応させるためには，スポンジ層の厚さを消波工の設置幅と極力対応させながら必要な反射率を得るよう波エネルギー減衰率を調整する必要がありますが，現実の波の減衰過程を再現するものではないので，特に，スポンジ層で反射する波を再現することは困難です．これらの解決には，消波工による波の減衰過程を客観的にモデル化した，透水層による任意反射境界を適用することが有効であると考えています．

論文番号 137

著者名 中村孝幸，水谷法美，許 東秀，金 度三

論文題目 港湾域における浮防波堤の平面配置問題に対する近似解析報について

討論者 平石哲也

質疑

透過率は固定されていますか？ 波周期によって透過率は変化するのではないのでしょうか？

回答

韓国の漁港の場合，漁港内で制限波高は入射波の周期とは関係なく，波高の大きさで制限されています．

討論者 合田良実

質疑

計算結果が場所毎に細かく変動しているので規則波計算かと思いましたが，不規則波計算であれば周波数，方向成分の数を教えてください．

浮防波堤の性能を透過率 0.3，反射率 0.8 とされています．すなわち，0.27 のエネルギー損失が生じていますので，線形数値計算ではなく，水理模型実験で決められたように思われますが，その通りでしょうか？

回答

不規則波の計算です．波の方向は卓越方向に対して左右 90° の範囲に 5 分割しており，周波数は 3 成分を考慮しました．

用いた透過率と反射率の値は水理実験と理論解析の両面から求めた値です．ここで，理論解析では減衰波理論を適用しているから線形解析でも Vortex 等によるエネルギー損失が評価できるようになります．このような解析結果は実験結果をよく再現していると判断されました．

論文番号 138

著者名 平石哲也，永瀬恭一

論文題目 流体直接解析法による長周期波対策護岸の性能検討

討論者 高山知司（京大防災研）

質疑

護岸による長周期波の反射率を低減することの評価を行う必要があるのではないかと、対策の評価をしてから対策をたてるべきではないかと、順序が逆のような気がする。

回答

護岸の反射率を低下させることにより，対象港湾の港内における長周期波高やうねり成分の波高が低下することはすでに検討しています．また，港内の静穏度の目標となる長周期波の荷役限界波高については，現地観測などから別途検討しており，対象岸壁周辺の波高が低下することが港湾の安全性確立へ役に立つものと考え，今回は具体的な手法につい

て検討しています。

論文番号 139

著者名 高橋英紀，高山知司，永井紀彦

論文題目 多峯型方向スペクトル波が港内静穏度に及ぼす影響

討論者 秋田雄大（アルファ水工）

質疑

方向スペクトルの有用性については理解した。その算出に EMEP 法を用いるには海象計で観測しなければいけないか。超音波波高計や ADCP ではできないか。

回答

方向分解精度の高い EMEP 法で方向スペクトルを求め、多峰型方向スペクトル波が港内静穏度に与える影響を調べるのが本研究の目的である。超音波式波高計と水平 2 方向流速計との組み合わせのデータでも方向スペクトルを解析することはできる。しかし、一般に流速計は海底に設置しなければならず、底面付近の流速を測定することになる。周期の短い波では、波による水粒子速度は水深方向に急激に減衰するので、周期の短い波の流速を正確に測ることができなく、大きな誤差を生じる。そのために、方向スペクトルの測定精度が落ちることになる。一方、海象計は 3 方向に発射した超音波パルスの反射信号に対して、ドップラー効果を利用して水粒子速度を求めるもので、海象計を海底に設置しても、水面近くの水粒子速度を求めることができる。そのため、方向スペクトルを精度よく推定することができることになる。したがって、多峰型方向スペクトルの特性を精度よく調べるためには、海象計で観測したデータを用いることが重要である。

論文番号 140

著者名 榊山 勉

論文題目 波と弾性はりとの連成運動に関する数値解析

討論者 高山知司（京都大学 防災研究所）

質疑

実際の構造物の運動には減衰項が入ってくると思われる。
この減衰項で高次の固有振動は消えるのではないのでしょうか。

回答

ご指摘の通りだと思います。
プログラムには、はりの運動方程式に減衰項を加え計算できるようになっています。
実際には減衰係数を 0 として計算したため、論文中のはりの運動方程式には記述しませんでした。減衰率の値による運動の結果の差異を議論することを避ける目的もあり、上記の条件で計算を行いました。このことによりはりの高次のモードの振動も観察できました。
図-9 では外力は左向きに作用しているのに、はりには右向きに変位していることから、慣性

力の作用そのものは表示されていませんが、固有振動している時の慣性力の作用が視覚的に理解できたものと思われます。

計算目的がさらに現実的な場合を対象とするようになりましたら、減衰項を含めた計算にしたいと思います。

討論者 堺 茂樹(岩手大学)

質疑

流体と弾性体の干渉問題では、粘性の影響はどの程度のものか？

回答

今回の計算条件では、フリースリップ条件としてますし、構造物の形状からも、流体の粘性の影響は現れないと思います。

慣性力が支配的で粘性力の影響が小さい船舶などの浮体構造物に限定したモデルではなく、波と構造物との連成運動に関する諸問題への今後の発展性や適用性を考えて、粘性流体の支配方程式から始めました。

論文番号 141

著者名 平石哲也，奥野光洋，宮里一郎

論文題目 沖合い空港島による波浪・河川流への影響に関する模型実験

討論者 池谷 毅(鹿島技研)

質疑

河川に形成されている砂州は、洪水時には変形・流水する可能性があります。今回の実験ではどのように考慮されているのでしょうか。

回答

河口に堆積している砂州は、波と流れに大きな影響を及ぼすために、洪水時の変形を考慮することは重要と認識しています。ただ、今回の実験縮尺は 1/250 であり、砂州の材質を実験で再現することができません。また、現地での底質が十分に調査されおらず、安定正当を検討することができません。そこで、本研究では河口部の地形は変化しないものとして実験を進めました。砂州が比較的固くて流れによって大きく変化しない場合には、本実験の再現性が高くなります。

討論者 稲垣 聡(鹿島技研)

質疑

河川水と海水の密度差を考慮していないが、特に潮流への影響は表層・底層でも差があるのでではないか。出水時であるということだが、実験では少し沖の河川流が 10cm/s のオーダー(潮汐流と同じオーダー)の場所まで含まれているので、その場所では河川ブルームが表層を広がる影響が大きいと思われる。この実験だけで建設物の影響は小さいとしてよいのか。

回答

実験で対象とした河川の出水量は洪水時のもので、河口部での密度成層は形成されていないと考えられます。沖合では河川流速が小さくなり潮汐流とオーダーが一致しますが、このときは波浪による海浜流が卓越するため、河川流の影響は相対的に小さく、河川ブルームの影響も小さいと考えられます。

平水時には密度差による影響が大きくなりますので、構造物の河川への影響は本実験結果だけでなく、他の流況シミュレーションなども総合的に判断して決定いたします。

論文番号 142

著者名 榎田真也，由比政年，石田 啓

論文題目 共存流による直立円柱底面付近の3次元流体場の変動特性

討論者 池谷 毅（鹿島・技研）

質疑

この研究成果を実務に生かすとするところのようなアプローチが考えられるでしょうか
回答

実務への利用としては、次のようなことが考えられます。底面付近における速度場・圧力場および底面せん断力の結果は、特に波・流れ共存場における底質の侵食性・堆積性の判断、洗掘防止用ブロック、捨石などの重量算定などの設計に有用であると考えます。また、非定常・3次元の詳細データは構造物自身および付帯施設の最適設計を行う上でより重要となる。さらに、図-3 にまとめられた KC 数や相対速度に対する馬蹄形渦の大きさの変化に関する結果は、波動場単独および波・流れ共存場における小口径構造物周辺の洗掘対策工の施工範囲を検討する上で貴重なデータとなると考えます。

なお、移動一般曲線座標系 Navier-Stokes 方程式を用いた本解析モデルは、任意境界形状、境界面の变形や移動に対応できるので、より一般的な形状の海岸構造物周り流体場の解析が可能です。さらに、今後は、底質輸送モデルを流体解析モデルに組み込むことにより、洗掘地形を詳細に予測可能な流体場・底質輸送の連成解析モデルへと発展させる予定です。

論文番号 143

著者名 石田 啓，川崎秀明，渡部敏男，高地 健，大貝秀司，榎田真也

論文題目 新型水車による流水エネルギー抽出装置の開発と現地設置

討論者 谷野（北海道東海大学）

質疑

エネルギー変換効率が低い。コストパフォーマンスが悪く実用的でないのではないかと。「高トルク」ということは大きな外力を受ける。可動部が多いとくり返し荷重による疲労破壊が発生しやすい。実用化を考える時どのような対応を考えているのか。

20数年前に同様な研究がされています。海講にも発表されていますので一つ参考にしてください。「新型」ということですが、海流発電のアイデアの中にも同様な水車がありま

す。

回答

模型実験では、流水を縮流することにより高くなった流速を模型水車に作用させているので、元の水路の流水エネルギーに対する抽出エネルギー効率は高くなっており、エネルギー変換効率は低いわけではない。現地の水車では、水路幅が1 mと小さいため、設置した水車が流水疎通を阻止するための水位上昇が取水口にまで影響し、そのため本河川からの取水量が減少し、抽出エネルギーが小さくなったと考えている。今後は、より効率的な水車になるよう取水口部や水車の改良を検討する予定である。

本水車は羽が揺動回転するため、ダリウス水車のような特殊な羽断面を用いる必要が無く、また固定羽のクロスフロー水車のような導水カバーを厳密に付ける必要が無いという長所がある。ご指摘の、「羽軸回りの揺動回転が疲労破壊を誘発する危険性」も無いとは言えないが、羽ね軸の自転速度は小さく、回転角度幅も90度以下程度と小さいため、問題は無いと考えている。

ご指摘の第28回海講論文集（近藤・谷野ら）の波力水車と同型の水車を、現在、試作中であり、当論文は貴重な参考論文となっている。なお、本水車（特許申請中）を新型と呼んだのは、流体力により羽が揺動する水車はまだ作製されていないと認識しているからであり、もし既に同様のものが存在する場合は、詳細をお知らせ下さい。

討論者 平石哲也（港湾空港研）

質疑

大変興味があるのですが、実用機の抗力係数などはどのように決めて行くのですか。

回答

本水車は、水車の公転中に、公転による羽の位置の変化および羽の揺動自転のために、羽の仰角は刻々と変化し、抗力係数として一定値を与えることは不可能である。ただし、数値計算により作用するトルクの値を予測することは可能と考えており、今後さらに研究を進める予定である。

論文番号 144

著者名 加藤雅也，渡部靖憲，佐伯 浩

論文題目 直立堤堤頭部近傍の局所流体力特性

討論者 榎木 亨（大阪産業大学 工学部土木工学科）

質疑

堤頭部において大規模な鉛直渦が発生することが指摘されているが、この研究では如何？

大規模渦の発生により底部剪断力は極めて増大する。これによって底部洗掘が生じると考えられるが如何お考えか？

回答

これまでに、長周期波が防波堤堤頭部に作用する場合に鉛直軸周りの大規模渦が形成されることが指摘されています。本研究の波浪条件は風波からうねり程度を想定していますが、本研究の波浪条件においても堤頭部隅角部から鉛直軸周りの比較的大きな規模の剥離渦とそれに伴う 2 次渦が形成されています。また、堤頭部近傍の局所洗掘に大規模渦の形成が関与していることはご指摘のとおりだと考えています。なお、以上の点につきまして既発表論文（海岸工学論文集 47 巻，pp.776-780 海岸工学論文集 48 巻，pp.786-790）でも検討しておりますので御参照いただければ幸いです。

討論者 中村孝幸（愛媛大学 工学部環境建設工学科）

質疑

慣性力が抗力に比較して卓越するようになると被覆石の安定重量は存在しなくなることが推測されますが、どのようにお考えでしょうか？

（慣性力 $V(\text{体積})$ ，抵抗力 $V(\text{体積})$ ）

回答

本研究では堤頭部近傍の局所流体力における慣性力の寄与を指摘しました。これは、従来のように抗力だけで安定重量を算定する考え方に一石を投じるものです。しかしながら、本研究では被覆材形状を球とみなす等のいくつかの仮定を含んだ基礎的検討にとどまっております。ご指摘の問題に回答するにはさらに詳細な検討が必要だと考えます。例えば、被覆材の形状による抗力係数や慣性力係数の相違や、被覆材の大きさが変化することによって Re 数や KC 数が変化し、各係数が変化することも考慮する必要があります。また、被覆材の安定ということでは、一方で抵抗力についても重量（体積）以外に考慮すべき点があります。例えばブロック相互のかみあわせ等による抵抗は、形状によって大きく変化します。したがって、慣性力が卓越する場合でも、一概に安定重量が存在しなくなるという結論にはならないと考えますが、上述のように堤頭部近傍被覆材の所用質量算定法についてはさらなる検討が必要であると考えています。

討論者 大山 巧（清水建設株式会社 技術研究所）

質疑

図 - 2 の底面付近の水平流速計算値において、実験には見られない岸向きの定常流が発生するのはなぜか？

u の最大・最小値は実験と計算でかなりの差が見られる。M の評価に大きく影響するのではないか？

回答

本論文に示した実験と計算の比較は、実験装置の制約上（造波機が吸収型でないため）、水槽内が多重反射とならない造波開始から数波の範囲で行っています。従って、完全な定常状態の比較ではなく、また、造波境界の相違（計算：Stokes-3rd & Cnoid-2nd，実験：フラップ型造波）や岸側境界の相違（計算：エネルギー吸収帯と開境界条件，実験：碎石による消波）等があり、ご指摘のような差異が生じたものと考えています。しかしながら、 u

の変動量の絶対値は概ね実験と計算で一致しており、さらに重要なことは、堤体により形成される v 成分が実験と計算で非常に良く一致していることから、本計算結果は被覆材所用質量の基礎的な検討に十分適用可能と判断しました。しかしながら、今後実務において定量的な判断をしていくためには、さらに精度の高い実験や現地観測等を行った上で計算との比較を行い、計算精度の向上も図っていく必要があると考えています。

論文番号 145

著者名 林建二郎，高橋 祐，重村利幸

論文題目 湖岸や海岸に生育している水辺植生に作用する波力と消波機能の評価法に関する研究

討論者 坂本寛和（東亜建設工業技術研究所）

質疑

二分力計に直接植物を取り付け波力を計測しているが分力計自体の揺れによるノイズ等は発生しているか？。もしあれば何らかの対策をしているか。

エネルギー - 損失式の適用範囲は具体的にどれくらいか？

回答

分力計自体の揺れによるノイズ等は発生しておりません。

通常に分力計は、作用外力による梁の歪をゲ - ジで検知しております。従って、振動外力が作用すると梁は確かに曲げ変形し揺れますが、その変位量は無視できるほどわずかです。一般に分力計による変動外力の計測においては、上記に分力計自体の揺れ変位が無視できる状態で使用しております。一般に電気計測においてはノイズ対策は厄介な問題です。機械的なノイズはその発生源を見つけ影響を取り除けば解決できます。電氣的ノイズも発生源を見つけ対策を施せば良いのですが、なかなか発生源を見つけるのは困難だと思われれます。基本的にはできるだけ市販の分力計を使用しア - ス等のノイズ対策を確実に行うようにしております。本実験水槽においても造波機に使用しているサ - ボモ - タ - からの電機的ノイズおよび造波機運動による機械的ノイズが心配されますが、電氣的にも構造的にもこれらノイズの発生は除去しております。

植生高さ S が水深 d に比べて小さい場合（例えば $S/d < 0.3$ ）なら、全ての波に適用できると考えております。

本文中の(1)，(2)式で表している，エネルギー - 損失式 E_x ， E_y は、一般に全ての波に適用できます。しかし、式中の植生に作用する部分波力 F_x ， F_y の分布特性を計測評価することは現在の計測技術では難しいと思われれます。また流体中で振動している物体に作用する流体力の計測評価も難しいと思われれます^{1), 2)}。理論的には、植生の揺動運動に対する振動解析より流体力分布を逆算すれば可能だと思われれますが、植生の振動変位特性は複雑なので精度良い評価はなかなか困難だと思われれます。

植生軸に沿った流速分布は一樣と仮定すると，エネルギー - 損失式 E_x ， E_y は，(3) (4) で

表され、植生に作用する全流体力の x, y 方向成分 F_x, F_y と一様流速 u, v のそれぞれの積として評価できます。今回使用した 2 分力計によって計測された x, y 方向の力成分には、植生の動揺に伴う慣性力 (= 植生の質量 \times 加速度) も含まれておりますが、植生の質量は小さいのでこの慣性力は無視できると考えます。従って、植生に作用する全流体力 F_x, F_y は今回用いた 2 分力計で計測可能と考えております。

植生に作用する全流体力が評価されたとするなら、次の問題は代表流速のとり方です。作用波の波長 L に比べて、植生の長さ (= 高さ S) が小さい場合には、植生の水平変位位置による誤差は小さいと考えられます。従って、水粒子速度の水深方向変化が問題となります。波動理論式より底に近い領域では、波の水平水粒子速度 u の水深方向変化は小さいので、植生高さ S が、水深に比べて小さい場合 (例えば $S/d < 0.3$) なら、全ての波に適用できると考えております。 $S/D = 0.5$ なら、水深波長比が $d/L < 0.18$ の波に適用できると思います。

参考文献

- 1) 林建二郎・田中克也・藤間功司・重村利幸 (1997): 振動流中で渦励振動している円柱と流れとの相互作用による作用波力の変化特性, 海岸工学論文集, 第44巻(1), pp. 536-540.
- 2) 林建二郎・藤井優宏・重村利幸・萩原運弘 (2001): 水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究, 海岸工学論文集, 第48巻(2), pp. 891-895.

討論者 稲垣 聡 (鹿島建設技術研究所)

質疑

波透過率のモデルを作るときに植生の高さはパラメータ - に入れなくてよいのか?

流れから見ると、植生の形や靱性 (流れに対する倒れやすさ) が重要かと思うので、それがパラメータ - に入っているとアサザ等以外にも使えて汎用性が高まると考えられる。

回答

植生によって失われる波エネルギー-損失量を基に、波透過率のモデル(式(7)参照)を提案しております。波エネルギー-損失量の評価は、植生に作用する実測の全波力と代表波水粒子速度の積として評価しております((3),(4)式参照)。従って、水底からどの位置の波水粒子速度を代表粒子とするかは重要であります。植生高さ S が水深 d に比べて小さい場合 (例えば $S/d < 0.3$) なら、植生高さ間のどの位置の流速を用いても精度上問題ありませんが、植生高さ S が水深 d に比べて大きい場合 ($S/d > 0.3$) には、代表位置のとり方を精度上考慮する必要がありますと思われる。本研究では、便宜上、底面より植生高さ S の約 $2/3$ の位置での波水粒子速度を代表流速としております。このような意味では、本評価式においても植生の高さ S の影響は考慮されております。

植生軸に沿った波力の分布特性が明確になれば、代表水粒子速度の適宜な評価位置を決めることが可能だと考えます。

植生揺動による振動運動問題においては、ご指摘の植生の靱性は重要であると思います。植生に作用する流体力は、植生形の多様性や植生振動特性によっても異なると思います。

このような特性をも考慮された作用波力の評価式を得ることはかなり難しいと思われる。しかし、水中で揺動している植生に作用する波力特性および植生の揺動挙動のモデル化は重要な課題と考えております。

本評価法は、現地で生育している植生に作用する波力のモデル化は困難なので、その植生に作用する全流体力を実測できれば、その値と代表流速値の積より植生によるエネルギー - 損失が推定

できるというものです。植生は水深が浅いところで生育している場合が多いので、水深が 1 ~ 6 m の水槽に実植生を実水深で設置すれば現地と同じ波浪条件での評価が可能となります。

討論者 勝井秀博（大成建設技術センター）

質疑

アマモが群生している場合、1本の場合より遮蔽や倒伏による流体抵抗、エネルギー - 損失が減少すると思うが如何ですか？

回答

ご指摘のように、アマモ群生中の1本に作用する流体抵抗およびそのエネルギー - 損失は、今回のような1本単独の場合より減少すると思われます。しかし、アマモ群の植生密度 (=アマモ群中のアマモ総体積 / アマモ群の体積 (アマモ群幅 × 長さ × 高さ)) は <0.015 と小さいので、遮蔽効果の影響は少ないと考えております。しかし、大きな波浪が作用し倒伏が激しくなった場合には、植生密度が増すので遮蔽効果が顕著となると予想されます。室内水槽内に実アマモ群落を設置することはなかなか困難ですが、この点に関する定量評価を今後ぜひ行ってみたいと考えております。

本文中に示しております植生模型 ((株)ニッソ -) 1株に作用する波力を、一株を単独に設置した場合と植生密度 が約 0.012 の群落内に設置した場合で計測し比較をしてみました。この模型植生素材に対する KC 数は高いので抗力係数 CD で比較したところ、両者の間には顕著な差が認められませんでした¹⁾。単独円中と植生密度 が約 0.009 の円中群においても同様な比較を行いました。両者の CD には顕著な差がありませんでした²⁾。

参考文献

- 1) 林建二郎・萩原運弘・上原正一・藤間功司・重村利幸(1998): 水辺植生の水理特性について, 海岸工学論文集, 第45巻(1), pp.536-540.
- 2) 林建二郎・藤井優宏・重村利幸・萩原運弘(2000): 粗な樹林帯密度で配置された円柱群に作用する波力と消波機能に関する研究, 海岸工学論文集, 第47巻(2), pp.766-770.

討論者 多田彰秀（長崎大学工学部）

質疑

波実験に用いられた実植生の植生密度の値をお教え下さい。さらに、その植生密度は、

採取された現地の植生を十分に代表できる値と判断なさっておられるのでしょうか？なお代表値となさっておられる場合には、その根拠（or 評価法）について教えてください。

実植生を用いた規則波実験を観測されておられることと思いますが、入射波に伴う実植生の動揺は、波進行方向のみで卓越しているのでしょうか？あるいは、波進行方向および水路横断方向とも同程度の大きさでしょうか？教えてください。

今回採用された植生モデルの可撓性は、実植生の可撓性を十分再現できているとお考えでしょうか？実物とモデルとの可撓性の相似則については、「幾何縮尺」以外に何か考慮すべき無次元パラメータをお考えでしょうか？お考えを教えてください。

回答

実験では、単独に設置された実植生 1 本（or 1 株）のみに作用する流体力を計測しております。実植生群中の 1 本（or 1 株）に作用する流体力の計測は今後の課題としております。

本文中の図-6 に示す結果は、今回使用した単独設置の 1 本の実植生が図中に示している植生密度本数および植生幅で存在していると仮定した場合の透過率の推定値です。植生 1 本のエネルギー損失特性は、植生単独の場合と植生群の場合は同じと仮定しております。この仮定の妥当性については、植生群中の 1 本（or 1 株）に作用する流体力の計測を今後行い、検証する必要があります。

実植生の植生密度本数は、季節や生育している場所によってことなります。図-6 に示している

る植生密度本数は以下の資料を参照した仮定値です。

アサザ-----霞ヶ浦での観測値を参照

ササバモ-----霞ヶ浦での観測状況より推定

コアマモ-----中海と東京湾走水海岸での観測値および文献^{1),2)}

アマモ-----東京湾走水海岸での観測値および文献^{1),2),3)}

参考文献

1) 輪島 毅ら：東京湾藻場分布調査 走水海域調査 - , (株)日本海洋生物研究所2001年年報, pp.1-14.

2) 輪島 毅ら：東京湾藻場分布調査 たたら浜海域・北下浦海域 - , (株)日本海洋生物研究所2002年年報, pp.1-15.

3) 團 昭紀・森口朗彦・三橋公夫・寺脇利信 (1998): 鳴門地先におけるアマモ場と底質および波浪との関係, 水産工学, Vol.34 No.3, pp. 299-304.

基本的には波進行方向の動揺が卓越しておりましたが、一部の波浪条件下では横方向の動揺も認められました。その動揺量は波進行方向の動揺量に比べて小さいようでした。横方向の動揺が見られる時は、葉面がねじれた状態でした。

今回用いたモデル植生（(株ニッソ - ）は、実験においては波浪中で動揺（=大きく振動）しておりますが、その可撓性は実植生の可撓性を再現してないと思います。この模型

植生の可撓性は、その数値評価を行っておりませんが、コアマモやアマモ等の実植生の可撓性に比べてかなり大きいと思います。実植生の可撓性は、その植生の生育時期・季節によって変化していると思われます。従って、実植生の可撓性の代表値評価は複雑なものと考えられます。また、模型植生の比重 (=0.825) も、実植生の比重より高めだと思います。

植生の可撓性の相似則において考慮するものとしては、ご指摘の幾何縮尺の他に、植生の比重、植生の曲げ剛 (EI)、靱性、および構造減衰定数 (植生部材の内部摩擦) 等を考えております。ただし、植生のような非常に柔らかい材質に対して、これら数値を上手く評価できるかどうか確認しておりません。

論文番号 146

著者名 中野 修, 興野俊也, 安田勝則, 藤井直樹

論文題目 規則波・不規則波による傾斜堤の波力・越波伝達波への数値波動水路の適用性について

討論者 合田良実 (株)エコー)

質疑

基礎捨石部分の CD, CM をどのように設定したかお教え下さい。天端が十分高く越波を生じない傾斜堤では現地の伝達率が 0.1 オーダーと思われるので、そうした結果が得られるように CD の値を大きく設定する必要があるのではないのでしょうか。

回答

現状では CD および CM について消波ブロックと基礎捨石で同一として、パラメトリックスタディを行いました。解析と実験の比較において、波高伝達率や上部工底面波力時系列波形に生じた相違は、質疑にあるように基礎捨石部の CD 値の設定に起因すると推察されるため、今後検討する必要があると考えております。

討論者 半沢 稔 (株)テトラ)

質疑

消波ブロックの天端並び個数に関して、天端 0 個並びというのは消波ブロック無しということではなく、基礎捨石の沖側天端幅 (図 - 1 では 2.3m になっている) がゼロになっている (あるいはそれに近い) というのでしょうか。

回答

質疑のとおり、天端ブロック並び個数は、捨石マウンドの沖側天端幅を消波ブロックの個数に対応する値で定義しております。天端 0 個並びは基礎捨石の天端に消波ブロックは並んでおりませんが、上部工は露出している状態ではなく、沖側斜面上の一番上の消波ブロックと接している状態となっております。図 - 1 に示したのは、天端 1 個並びの場合の断面図に対応しております。

討論者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑

図 - 9 の上部工波力の比較では、有義値で評価していますが最大値はどのような傾向でしょうか。

回答

実験の入射波の時系列を取得していないため、実験と解析では堤体位置の有義波高と有義波周期のみ合わせており、最大波高は合わせておりません。これより上部工波力は有義値のみ比較を行いました。最大値の比較は今後検討していきたいと考えております。

論文番号 147

著者名 水谷 将, 今村文彦

論文題目 津波段波の衝撃性および越流を考慮した設計外力算定フローの提案

討論者 合田良実(株エコー)

質疑

津波堤防の建設費を試算された際に、波圧を設計計算のどの個所にどのように取り込んだか教えて下さい。特に表法面のコンクリートの設計において、波圧の影響をどのように考慮されたのでしょうか。

衝撃波圧のデータはピーク値だけでなく、継続時間についても解析され、力積の形で提示して頂くと、構造物の動的設計に応用が広がると思います。

回答

本検討では重力式コンクリートと裏込め土から構成される重力式表のり被覆工の構造物を対象としています。表法面のコンクリートの設計については、「実際に役立つ港湾・海洋構造物の設計計算例」(山海堂, pp. 58-61.)を参考に、重力式構造物の設計方法を用いました。その手順としては、まず表法面に設置される重力式コンクリート構造物に作用する水平波力、浮力、揚圧力およびコンクリート構造物の堤体重量等を算定し、その項目をもとにコンクリート構造物の移動(滑動)、およびコンクリート構造物の端部まわりの転倒に関する安定検討を行いました。検討に用いた式を以下に示します。

- ・ 滑動 安全率 $F_s = 0.6 (\text{堤体重量} - \text{浮力} - \text{揚圧力}) / \text{水平波力} > 1.2$
- ・ 転倒 安全率 $F_s = (\text{堤体重量によるモーメント} - \text{浮力によるモーメント} - \text{揚圧力によるモーメント}) / \text{水平波力によるモーメント} > 1.2$

本検討では継続時間を考慮していない現状の設計方法をもとに、構造物の安定検討を行いました。今後、検討を行う際には先生のご意見を参考にさせていただきます。ありがとうございました。

論文番号 148

著者名 堺 茂樹, 牧野周作

論文題目 津波による超大型浮体の係留力について

討論者 合田良実(株エコー)

質疑

図 - 9 は横軸の b が津波の相当周波数と 1 自由度振動系の固有周波数の比であり、共振増幅係数を表しています。したがって、計測値はすべて 1 自由度振動系の応答特性を除去した上で再整理する必要があります。すなわち、計測値を図 - 11 の x_{\max}^* で除して、図 - 11 のデータが 1.0 の一定値を保つようにしなければなりません。

回答

本研究では、津波の一波一波を孤立波で近似しており、津波到達の間隔によってはこの近似の妥当性が失われる場合もあると思いますので、その意味では本研究で得られた結果は限定された条件に対するものであります。

共振増幅係数は、周期的な外力に対する応答が定常状態になった際の振幅を示すものと思いますが、本研究では、単一の外力が一回だけ作用した時の、1 自由度振動系の瞬間的な応答を検討しております。図 - 11 は、上記の瞬間的な応答の最大値が津波の相当周波数と浮体 - 係留装置系の固有振動数の比で表現できることを示しております。

討論者 関本恒浩（五洋建設（株））

質疑

大型浮体の弾性変形の影響はないと考えて良いのでしょうか。

式（1）では付加質量、造波抵抗は考慮されていませんが、考慮する必要はないのでしょうか。

回答

弾性変形の影響に関するご質問は弾性率の影響のことと思われませんが、以下のような理由により、実用上は無いと考えております。つまり、一般的には、波浪が開水域から弾性浮体下に進入した際に生じる波高・波速の変化率は、浮体の剛性のほかに、入射波の周期にも依存しており、長周期波ほど変化が小さくなります。本研究では津波を模擬するため、孤立波を用いておりますが、この場合にはその変化はほとんど見られません。従いまして、弾性率に係わらず、同一の弾性変形が生じます。孤立波の波峰が浮体先端に達した直後に、係留力が最大となることから、浮体先端部の変形が流体力の発生に関連していると仮定しますと、入射波特性が同じであれば、同じ流体力になります。また、浮体の剛性が極めて大きい場合には、波高・波速も変化しますが、海上空港などを想定したメガフロートの剛性程度では、その影響はないことを数値計算で確かめております。以上の 2 点から、実用上は弾性率の影響はないと考えておりますが、これらを確認するため、本研究での剛性とは大きく異なる材料を用いた実験を継続しております。

著者らは確かめておりませんが、超大型浮体の水平方向付加質量の影響は極めて小さいと言われております。また、孤立波による超大型浮体の造波抵抗については、現在のところ、まったく知見がありません。従いまして、この段階では考慮する必要性を判断することはできません。ただし、これらを見捨てた場合でも、図 - 11 に示した程度には説明できることを示しました。なお、ピーク付近では、他の領域に比べて精度が多少低くなっている

ますが、これらが2つの影響の現れである可能性もありますので、今後検討したいと思っております。

論文番号 150

著者名 大野賢一，松見吉晴，児玉広子，木村 晃

論文題目 被覆材の耐波安定性に関する不規則波実験における造波信号長の影響

討論者 合田良実 ((株)エコー 顧問)

質疑

大変に手間のかかる実験を遂行されたことにまず敬意を表します。図 - 3 の波形シミュレーションは各 3000 ケースについて初期乱数を変えて実施されたとのことですので、たとえば信号長 4096 を 4 回加えた結果が信号長 16384 のものとの程度異なるかを吟味して頂けると幸いです。私見では水理模型実験の実務では 300 波程度の不規則波群を波形に変えて 3 回くらい作用させると良いと考えています。

回答

例えば 4 種類の初期乱数で作成された信号長 4096 をそれぞれつなぎ合わせて造波する方法は、1 種類の初期乱数で作成された信号長 16384 を造波した場合と確率的に同一のものと考えられます。しかし、1 種類の初期乱数から作成された信号長 4096 を 4 回繰り返して造波する方法は、信号長 4096 を 1 回造波した場合と確率的に同じものだと考えられます。先生のお考えのとおり 300 波程度を初期値を変えて 3 回加えて造波する方法は、本研究で提案している 800 波程度と同程度の結果が得られるものと思います。

討論者 半沢 稔 ((株)テトラ テトラ総合技術研究所)

質疑

今回の検討ではガラス玉による実験で必要波数を提案されています。堤体条件としては比較的均一(一様)な場合と考えられます。堤体として消波ブロックのように堤体にバラツキ(例えば、かみ合わせ)があるような場合には、更に必要波数は増えるということになるのでしょうか？

回答

本実験では造波信号長の影響を明確にするために均一な被覆材(ガラス玉)を採用しました。著者らが提案する捨石(球体を仮定)の動的挙動シミュレーションにより被災判定を行っておりますが、被覆材が消波ブロックであってもその被覆材に合った判定条件があれば限界波高が求まり、同様な波高の発生確率が導出できます。他の被覆材で実験を行っていないため必要波数が被覆材毎に異なってくるかどうかは分かりませんが、実験時の必要波数にはあまり変化が見られないのではないかと考えております。

論文番号 151

著者名 水流正人，関本恒浩，中山晋一，内海 博，斉藤知秀

論文題目 消波ブロックの安定数に関する実験的・現地検証的研究

討論者 榎木 亨 (大阪産業大学)

質疑

surf similarity parameter による共鳴現象以外に高波の run の効果を再 check して欲しい。不規則波の尖り度他のパラメーターについても検討して欲しい。

回答

設計波級の高波が来襲していないにも関わらず消波ブロックが著しく変形した理由の一つとして、grouping の効果やスペクトル形状といった波の不規則性に起因する影響もあると思います。ただし、今回の場合は他の要因に比べて影響は小さいと考えました。本論文では、主要な要因を抽出評価することを目的としましたので、grouping などの影響を考慮するまでには至りませんでした。今後、詳細な検討を行う際には考慮が必要と考えられますので、研究課題にしたいと思います。

討論者 木村克俊 (室蘭工業大学)

質疑

消波ブロック被覆堤の施工中に生ずる不連続消波部についての既往の被災事例と比較されましたでしょうか。

回答

残念ながら不連続消波部を対象とした事例は調査できませんでしたが、五明ら(1997)や木村ら(1997)などの論文を参考に比較してみました。施工途中も含めた堤頭部における被災事例(実験結果も含む)によると、波の来襲する方向に見て、消波ブロックが連続して平坦に設置されたところは安定性が高く、法肩のように背後に押さえがないところは安定性が低いという傾向が認められました。堤頭部港内側の法肩でブロックの散乱が顕著となる場合が多いようです。このように背後に押さえがあるかどうかという観点に立てば、被災事例の傾向は今回の調査結果と一致していると言えます。

質疑

上部斜面型の消波ブロック被覆堤の場合、消波工天端が低い場合消波ブロックが不安定になる傾向はないでしょうか。

回答

天端が高い場合と低い場合では変形形態が異なり、テトラポッドを使った別の実験によると天端が高い場合はS字型に、天端が低い場合は直線的に変形するようです。ただし、少なくとも今回実施した水理実験では、安定数も従来から提案されている値に近く、天端が低い場合に著しく消波ブロックが不安定になるという現象は観測されませんでした。天端が低ければ不安定になるという可能性は十分に考えられますが、水理実験結果を踏まえると本論文の条件ではそれほど支配的にはならないと判断しました。

論文番号 152