

令和 3 年 5 月 29 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04667

研究課題名(和文)津波・高波による洗堀・吸出し機構の研究と汎用的予測法の開発

研究課題名(英文) Reseach on the mechanism of scour and suction due to a tsunami and waves, and development of general-purpose predicting methods

研究代表者

山本 吉道 (Yamamoto, Yoshimichi)

東海大学・工学部・教授

研究者番号：70366087

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：1)我々は広範囲で使える漂砂量係数の算定図を開発し、津波浸水と地形変化を予測できる数値モデルと津波対策検討法を2018年と2019年のISOPE国際会議と土木学会論文集、また、2020年のJMSEで発表した。また、津波漂流物による衝突力の主要算定式の比較結果も2021年のJMSEで発表した。

2)我々は多様な堤防や護岸からの裏込め材の吸出し量を予測できる数値モデルを開発し、現地データを用いた検証計算結果を2019年のISOPE国際会議、土木学会論文集英語版、JMSEで発表した。さらに、我々はこの数値モデルを3次元問題とブロック被覆堤へ適用したので、その計算結果を出来るだけ早く発表する予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1)一般の技術者が利用できないスーパー・コンピュータでなく、通常のPCで、海岸林や堀による浸水低減効果に加えて、海岸堤防や命山周辺の洗堀も考慮できるように、平面2次元数値予測モデルを改良してきたが、さらに、経験的に決定していた漂砂量係数を底質の中央粒径、均等係数、乾燥密度をパラメータに簡単に決定できるよう工夫し、面的防護の計画・設計を低コストで合理的に実施出来るようにした。

2)極浅海域や砂浜上の高波による堤体破壊は、洗堀・吸出しが主原因である場合が多いので、これらを考慮した唯一の堤防・護岸安定性評価法を提案し、堤体からの裏込め材吸出し量算定モデルを任意形状の三面張り、三次元モデルへ拡張できた。

研究成果の概要(英文)：1) We developed wide range diagrams for estimating bed load coefficients simply for a numerical model which can predict a flood and a topographical change by a tsunami, and presented a planning method of tsunami measures and application examples in the ISOPE international conference and Journal of JSCE in 2018 and 2019, and JMSE in 2020. Moreover, we presented comparison results of main formulae for estimating impact forces by tsunami driftage in JMSE in 2021.

2) We developed a numerical model which can predict sand outflow rates from any dike or any seawall, and presented the results of verification simulations using field data in the ISOPE international conference, English Journal of JSCE, and JMSE in 2019. Furthermore, since we could extend this numerical mode to 3-dimensinal model, will presenting results of simulations using field data as soon as possible.

研究分野：海岸防災

キーワード：津波災害 高波災害 洗堀 吸出し 底質の中央粒径 底質の均等係数 底質の乾燥密度 津波漂流物の衝突力

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

(1) 津波災害対策については、2011年東日本大震災後、レベル2の巨大地震津波への対応が要求され、行政が粘り強い堤防と避難施設の整備を進めている。そして、河川や岸沖方向の道路は津波を内陸へ容易に浸入させるため、道路、河川を考慮して、粘り強い堤防や海岸林などによる面的防御という観点から防災計画を検討出来る数値予測モデルの開発が必要である。堤防・護岸の安定性には洗掘の影響を無視できないことから、高橋ら(1992,1993,1999,2008)、藤井ら(1998)等が海底地形変化の平面二次元数値予測モデルを、山本ら(2009~2011)は浸水域を含む地形変化の平面二次元数値予測モデルを、水谷ら(2012)は同三次元数値モデルを開発した。また、野口ら(1997)、後藤ら(2002)、山本ら(2009~2011)等は、堤防前後の洗掘に対する鉛直二次元予測モデルも開発した。今後は、漂砂量算定に底質の粒径や締固めの違いを考慮出来るようにして、堤防や命山周辺の洗掘予測の精度を向上させる必要がある。また、海岸構造物の安定性評価のために、津波力算定式を朝倉ら(2000)、大森ら(2000)、飯塚・松富(2000)、池野ら(2001,2005)、有川ら(2005)等が、戻り流れに対する評価法を山本ら(2005,2006,2011)などが提案した。さらに、津波漂流物による衝突力算定式を、松富(1999)、池野ら(2003,2013)、水谷ら(2005,2007)、有川ら(2007,2010)、FEMA&NOAA(2012)、ASCE(2010,2015)等が提案しているが、各式間の算定結果に大きな差異があるため、各式の適用性・信頼性を明らかにする必要がある。

(2) 高波災害対策については、地球温暖化による海面上昇と台風の大型化が進んでいることから、その重要性が増々高まっている。まず、高波による海岸堤防・護岸の破壊評価について、合田(1970)や鈴木ら(1994)が、極浅海域や砂浜上の堤体に対する精度の良い波力算定式が無かったことなどから、越波量に基づく破壊基準を、被災事例分析から構造タイプ毎に提案した。ところが、極浅海域や砂浜上の堤体破壊は、波力に対する構造物の力負けでなく、洗掘・吸出しが主原因である場合が多いため、洗掘・吸出しによる堤体の空洞化による破壊機構の理解を深め、これを考慮した安定性検討法を確立することが重要である。堤防・護岸からの吸出しについては、単純な構造に対してならば、前野ら(2002)の有限要素法や、後藤と原田(2001,2006)の個別要素法などの数値予測モデルがある。表ノリだけでなく天端と裏ノリも被覆した三面張り堤防などに対しては、山本ら(2008~2015)が、せん断抵抗力に基づく吸出し発生判別法、吸出しの有無と越波量による安定性評価法、および、多様な裏込め材粒度特性に対する吸出し量予測法を提案した。海岸堤防・護岸からの吸出し防止法については、過剰間隙水圧を低下させて、吸出し抵抗力を高める工法として、加藤ら(1996)が堤体前面砂浜部を捨石根固め工に置換える方法を、山本ら(2009,2011,2015)は堤体内の吸出し部を石裏込め材に置換える方法などを提案している。今後は、ブロック傾斜堤など多様な堤防・護岸に拡張した裏込め材の吸出し量算定法を開発し、海岸防護施設の信頼性の高い安定性評価・設計法を整備する必要がある。

2. 研究の目的

(1) 今後30年以内に南海トラフで巨大地震の発生する確率は70%であり、レベル2の巨大地震津波が堤防を越流することを前提に、面的防護の整備が要求されている。それゆえ、底質の中央粒径、均等係数、乾燥密度が漂砂量に及ぼす影響を漂砂量公式に適切に反映できるようにすることで、津波浸水数値モデルによる堤防や命山周辺の洗掘予測精度を向上させて、CSG堤防、海岸林、堀、命山等による被害低減効果を精度良く評価できる手法を用意する。さらに、津波漂流物による衝突力の主要な算定式の適用性・信頼性を明らかにする。以上から、安全度の高い面的防護施設の計画・設計を、低コストで実施できる手法を提供する。

(2) 極浅海域や砂浜上の堤体の場合、計画外力を上回る波力による直接的破壊でなく、長時間作用する高波によって、堤体前面の洗掘が進み、次に裏込め材の吸出しが発生し、これによる堤体内の空洞化から破壊に至る事例が多い。それゆえ、堤体形状(三面張り堤防、二面張り護岸、ブロック被覆傾斜堤等)や裏込め材粒径について自由度の高い、実用的な吸出し量予測法を開発することで、海岸堤防・護岸に対する信頼性の高い安定性評価・設計法を提供する。

3. 研究の方法

(1) 津波による被災や防災に関する諸データの不足を、更なる文献収集、現地調査、および、水理模型実験で補充する。そして、これらのデータ分析から漂砂量算定法などを改良し、数値モデルの浸水低減や洗掘量の予測精度を向上させる。そして、この改良数値モデルを用いて、自治体の津波対策計画の効果評価を試み、その成果をまとめる。また、津波漂流物による衝突力の主な算定式について、大規模実験データとの相関や、広い範囲の衝突速度での計算値の分布特性の比較から、その適用性と信頼性を明らかにする。

(2) 高波による堤防前面の洗掘や堤体からの吸出しに関する諸データの不足を、更なる文献収集と現地調査から補充する。また、裏込め材の粒度の違いが吸出し現象に及ぼす影響や、その時の過剰間隙水圧分布に関

する知見を増やすため、水理模型実験も追加実施する。そして、これらのデータ分析から吸出し量算定法などを改良し、洗掘量算定図や吸出し数値モデルの予測精度を向上させる。

4. 研究成果

4.1 津波対策施設の計画・設計法の開発

(1) 通常のPCを用いて、広範囲の予測計算を実行できるように、山本ら(2009)が開発した平面二次元の地形変化予測数値モデル(海岸林の低減効果と構造物の有無を考慮できる)を簡便にして、マニュアルも作成し、ホームページ(<http://www.ev.u-tokai.ac.jp/yamamoto/index.htm>)で公開している。

本モデルはデカルト座標系を用いた浸水流の連続式と非線形長波運動量方程式より成るが、浸水は構造物以外の空間を流れるので、これを平面二次元コントロールボリューム内の流域面積比 S で考慮している。

そして、掃流砂量には算定精度の高いRibberink(1998)の次式を用いる。

$$q_b = \begin{cases} C_b \left\{ |\theta_s(t) - \theta_c| \right\}^{1.65} \frac{\theta_s(t)}{|\theta_s(t)|} \sqrt{\Delta g D_{50}} & (\theta_s(t) \geq \theta_c) \\ 0 & (\theta_s(t) < \theta_c) \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 q_b は掃流砂量($m^3/m^2/s$)、 $\theta_s(t)$ はシールズ数、 θ_c はvan Rijn(1993)による限界シールズ数、 Δ は掃流砂の相対密度、 D_{50} は掃流砂の中央粒径、 C_b は掃流砂量係数で、従来は検証計算から決定していた。

浮遊砂についても、底面に沈降する浮遊砂量 C_s と底面より巻き上がる浮遊砂量 C_{ut} を考慮している。

そして、局所的底面変化高 ζ は、次の漂砂量保存式で与えられる。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{1}{1 - \varepsilon_s} \left(\frac{\partial q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by}}{\partial y} - C_s + C_{ut} \right) \quad (2)$$

ここで、 q_{bx} と q_{by} は x と y 方向の掃流砂量、 ε_s は砂層の空隙率である。

(2) Ribberink(1998)の算定式の掃流砂量係数を、底質の中央粒径、均等係数、乾燥密度によって決定できる算定図1(a)~(c)(掃流砂量係数 $C_b = C_{b0} \times C_1 \times C_2$)を提案し、先の数値モデルとの組合せで、浸水と地形変化の良好な計算結果を得られることを、2011年東日本地震津波に対する仙台平野での再現シミュレーションによって確認し、浜松海岸での津波対策計画の効果評価を行った。これらの成果はISOPE2018・2019、土木学会論文集B2(2018, 2019)、JMSE(2020)に発表された。

(3) 津波漂流物による衝突力の主な算定式について、大規模実験データとの相関を調べ、

さらに、1m/s~15m/sまでの衝突速度での算定値の分布特性を比較して、相関の弱い式と分布が平均的分布から離れ過ぎている式を排除することから、適用性と信頼性の高い式を選ぶと次の様になった。

流木の場合、松富(1999)、FEMA&NOAA(2012)、およびASCE(2015)の算定式。

コンテナの場合、松富(1999)、有川ら(2007)、FEMA&NOAA(2012)、池野ら(2013)、ASCE(2015)の算定式。

自動車の場合、FEMA&NOAA(2012)、ASCE(2015)の算定式。

漁船の場合、水谷(2007)、FEMA&NOAA(2012)、ASCE(2015)の算定式。

ただし、剛性、または、剛性に支配される変数(降伏応力、衝突時間、ヤング係数など)を適切に設定する必要がある。これらの成果はJMSE(2021)に発表された。

ここに、巨大津波に対する面的防護施設の計画・設計を低コストで合理的に検討出来る手法を用意できた。

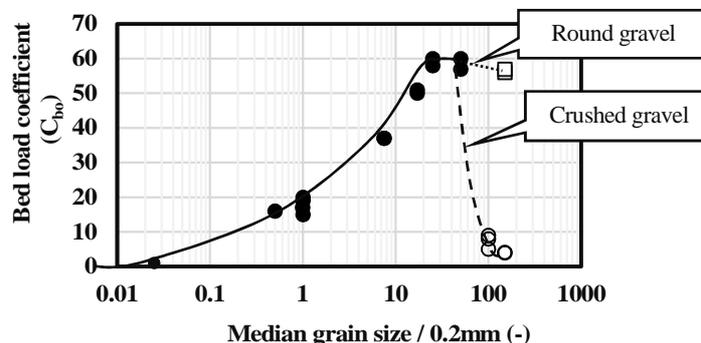


図1(a) 掃流砂量係数と中央粒径との関係(均等係数1.5~3、乾燥密度1.5g/cm³)

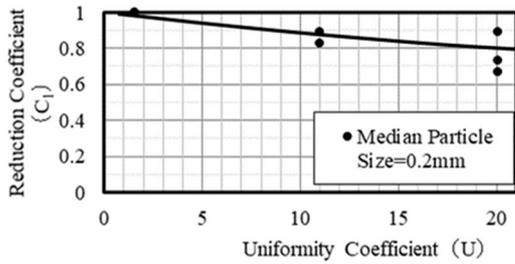


図1(b) 掃流少量係数の低減係数と均等係数との関係
(中央粒径0.2mm、乾燥密度1.5g/cm³)

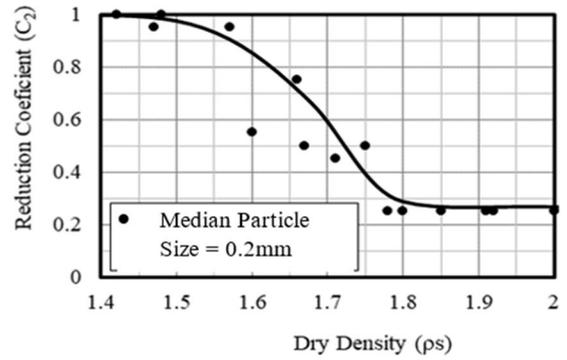


図1(c) 掃流少量係数の低減係数と乾燥密度との関係
(中央粒径0.2mm、均等係数1.5~3)

4.2 高波による洗掘・吸出し対策法の開発

(1) 典型的形状の海岸堤防や護岸の前面下端からの裏込め材吸出し量を、裏込め材の中央粒径、均等係数、乾燥密度を考慮して、また、CADMAS-SURFとの組合せで予測できる算定法を、土木学会論文集B2(2012,2014,2015, 2016)で発表していた。本研究では、通常のパーソナル・コンピュータを用いて、準三次元的に任意断面の堤防や護岸からの時々刻々の吸出し量と吸出し断面変化を予測できる数値計算システムを構築した。本システムでは、CADMAS-SURFを用いて、堤体内裏込め部の戻り流れ(吸出し)時の過剰間隙水圧 p_{CAD} と流速の分布を求め、式(3)~式(6)より裏込め材の吸出し量を算定する。

$$\frac{q}{w_s D_{50}} = \beta(\theta - \theta_c), \quad \beta = 0.142 e^{-0.25(\frac{D_{50}}{0.2mm})} \quad (3)$$

$$\theta = \frac{\tau_f}{(\rho_s - \rho_w)gD_{50}}, \quad \theta_c = \frac{\tau_r}{(\rho_s - \rho_w)gD_{50}} \quad (4)$$

$$p = C_x C_d C_{D_{50}} p_{CAD} \quad (5)$$

$$C_x = 0.00022^{x/x_{max}} \quad (6)$$

$$C_d = e^{0.269 - \frac{0.263}{d/d_{max}} e^{44.996 - 23.715 e^{-\frac{-(x/x_{max}) - 3.265}{4.953} \ln(d/d_{max})}}}$$

$$C_{D_{50}} = 0.65 \left(\frac{0.2}{D_{50}}\right)^{0.85} + 0.35$$

ここで、 q は堤体前面下端からの空隙を含む吸出し量(m³/m/s)、 w_s はRubeyの沈降速度(m/s)、 D_{50} は中央粒径(mm)、 τ_f と τ_r は五百蔵・山本(2012)の最大吸出し力と有効吸出し抵抗力、 ρ_s は砂層の密度、 ρ_w は海水の密度、 g は重力加速度、 p は τ_r を求めるために使われる補正後の過剰間隙水圧、 x は堤体前面下端から堤体内側への水平距離、 x_{max} は堤体前面下端から堤体内奥端までの水平距離、 d は距離 x での上方向裏込め層厚、 d_{max} は距離 x での初期(最大)の上方向裏込め層厚である。

本計算システムによる裏込め材吸出しの再現計算結果の例を図2に、また、日本とタイ国の被災事例への適応結果を図3に示す。これらの成果は、ISOPE2019、土木学会論文集英語版(2019)、JMSE(2019)に発表された。

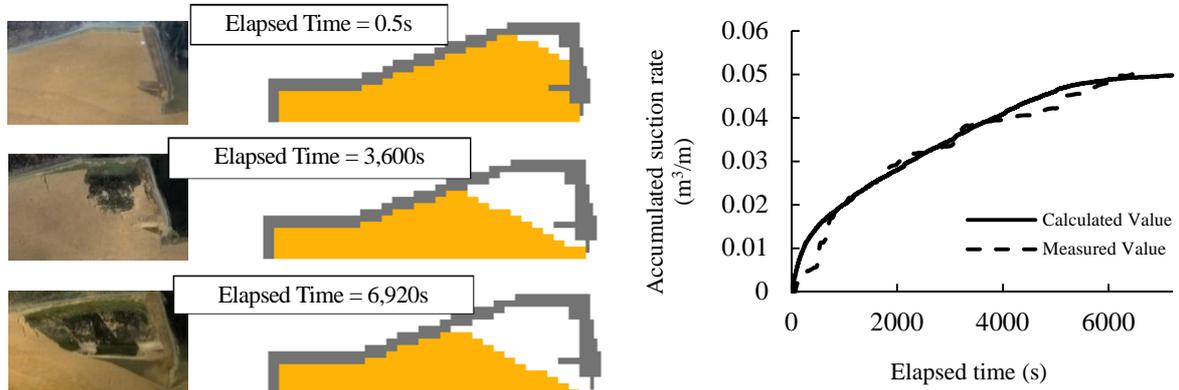


図2 水理模型実験データと本計算システムで再現計算した結果との比較
(入射有義波高22.3cm、中央粒径0.2mm、均等係数1.5)

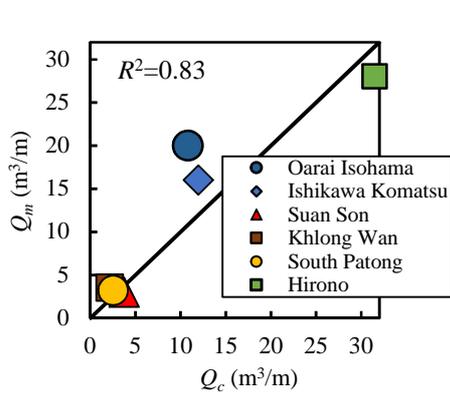


図3 被災事例の累加吸出し量の計算値 Q_c と実測値 Q_m との相関

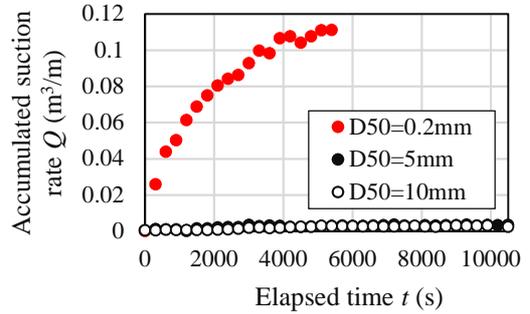
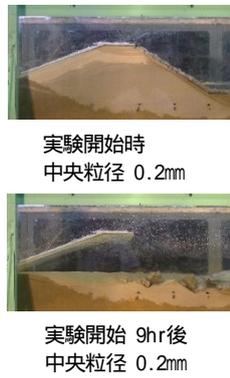


図4 コンクリートブロック被覆堤での裏込め材吸出し実験 (入射有義波高22.3cm、中央粒径0.2mm,5mm,10mm、均等係数1.5)

(2) コンクリートブロック被覆堤の場合は、表ノリ面の波が作用する全範囲から裏込め材の吸出しが起きるため、コンクリート完全被覆堤と同じ縮尺・外力の実験を行っても、図2と図4との比較から分かるように、その吸出し量は倍近く大きくなる。

ただし、裏込め材の中央粒径を5mm程度以上（現地寸法で15mm以上；実際には、ブロックの隙間から確実に吸出されない寸法として、中央粒径5cm以上が安心できる）にすれば、吸出し量を大幅に低減出来ることも確認できた。また、本研究で構築した計算システムを用いた再現計算も試みているが、その発表がCOVID-19によって遅れている。

(3) 土木学会論文集B3(2012)で再現精度の高いことを示した、高波による洗掘予測数値モデルを用いて、堤体前面の洗掘量を簡便に推定できる算定図（図5(a),(b),(c)参照）を作成し、土木学会論文集B2(2015)で発表していた。本研究では、図6に示す様に、入射波の主波向きが傾くことによる低減係数の算定図の改良も試みていたが、その発表がCOVID-19によって遅れている。

ここに、任意断面の堤防や護岸に対する効果的な洗掘・吸出し対策検討を可能にする手法と知見を提供出来た。

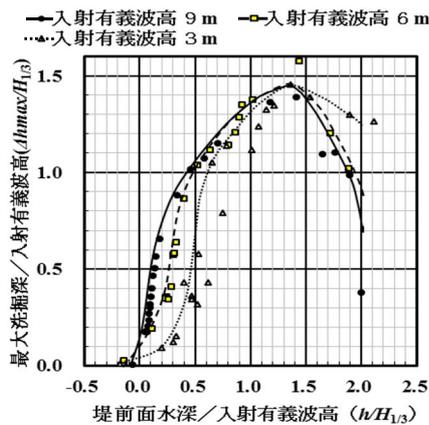


図5(a) 直立堤体前面での最大洗掘深算定図 (前面底質の中央粒径0.2mm)

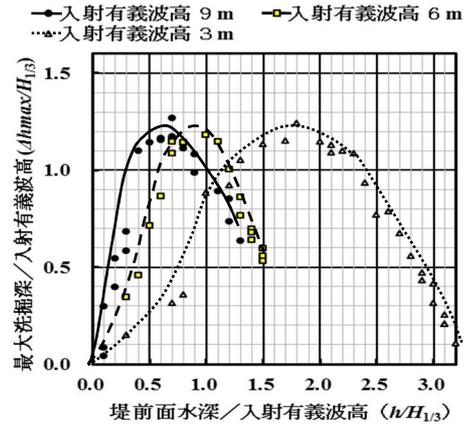


図5(b) 消波工付き堤体前面での最大洗掘深算定図 (前面底質の中央粒径0.2mm)

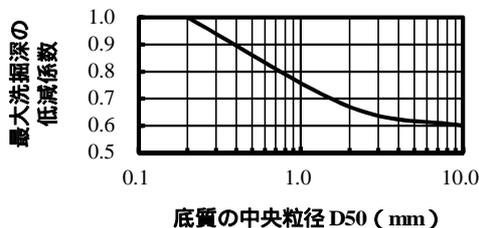


図5(c) 底質の中央粒径による最大洗掘深の低減係数の算定図

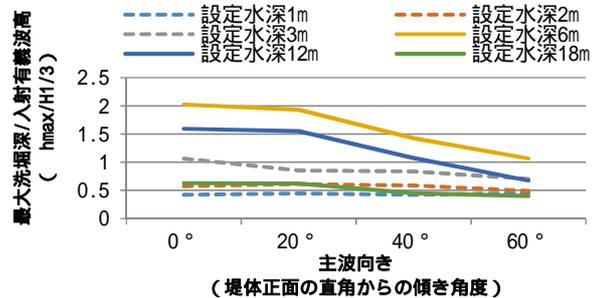


図6 波向きによる最大洗掘深の低減傾向 (設定水深は堤体の設置水深。入射有義波高は3m, 6m, 9mで、破線は堤体が碎波帯内にある場合、実線は碎波帯の沖側にある。)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 山本吉道、早川眞粹、S Masihullah Ahmadi	4. 巻 第75巻2号
2. 論文標題 巨大津波による陸上地形変化の合理的な数値予測法の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B 2（海岸工学）	6. 最初と最後の頁 I_697-I_702
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/kaigan.75.I_697	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kornvisith Silarom and Yoshimichi Yamamoto	4. 巻 Vol.7
2. 論文標題 NUMERICAL MODEL FOR PREDICTING THE SAND OUTFLOW RATE OF BACKFILL MATERIALS FROM A COASTAL DIKE	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of JSCE（土木学会英文論文集）	6. 最初と最後の頁 63-71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/journalofjsce.7.1_63	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kornvisith Silarom and Yoshimichi Yamamoto	4. 巻 Vol.7
2. 論文標題 The Reproduction Ability of a Numerical Model for Simulating the Outflow Rate of Backfilling Materials from a Coastal Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/jmse7120447	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 S Masihullah Ahmadi, Yoshimichi Yamamoto, Maiki Hayakawa	4. 巻 Vol.29
2. 論文標題 Development of a Rational Prediction Method of Topographical Change by a Tsunami	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Twenty-ninth International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 3226-3233
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kornvisith Silarom and Yoshimichi Yamamoto	4. 巻 Vol.29
2. 論文標題 Examinations on Sand Outflow Phenomenon by Using a Numerical Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Twenty-ninth International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 3783-3790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 山本吉道、早川眞粹、S Masihullah Ahmadi	4. 巻 第74巻2号
2. 論文標題 巨大津波に対する浸水被害検討法と陸側洗堀被害予測法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B 2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_193-I_198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S Masihullah Ahmadi and Yoshimichi Yamamoto	4. 巻 Vol.28
2. 論文標題 Examination to Some Problems on the Prevention and Mitigation of Tsunami Disaster	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the Twenty-eighth International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 701-708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kornvisith Silarom, Yoshimichi Yamamoto, Syota Yoshizawa, Nunthawath Charusrojthanadech	4. 巻 Vol.4
2. 論文標題 DEVELOPMENT OF A NUMERICAL SIMULATION MODEL FOR SUCTION RATE USING CADMAS-SURF	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of ICEAST	6. 最初と最後の頁 1019-1022
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Atsanupong Promngam, Nunthawath Charusrojthanadech, Komsan Maleesee, Yoshimichi Yamamoto	4. 巻 Vol.28
2. 論文標題 Effect of Jetties in Northern Part of Coastal Change at Chumphon Estuary	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the Twenty-eighth International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 1379-1386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Masihullah Ahmadi, Yoshimichi Yamamoto, and Vu T. Ca	4. 巻 Vol.8
2. 論文標題 Rational Evaluation Methods of Topographical Change and Building Destruction in the Inundation Area by a Huge Tsunami	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jmse8100762	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 小笠原悠, 山本吉道	4. 巻 Vol.60
2. 論文標題 小規模水力発電と波力発電を普及させるための提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東海大学紀要 (工学部)	6. 最初と最後の頁 67-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18995/24343633.60-1.67	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshimichi Yamamoto, Yuji Kozono, Erick Mas, Fumiya Murase, Yoichi Nishioka, Takako Okinaga and Masahide Takeda	4. 巻 Vol.9
2. 論文標題 Applicability of Calculation Formulae of Impact Force by Tsunami Driftage	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jmse9050493	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 S Masihullah Ahmadi, Yoshimichi Yamamoto, Maiki Hayakawa
2. 発表標題 Development of a Rational Prediction Method of Topographical Change by a Tsunami
3. 学会等名 ISOPE (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kornvisith Silarom and Yoshimichi Yamamoto
2. 発表標題 Examinations on Sand Outflow Phenomenon by Using a Numerical Model
3. 学会等名 ISOPE (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S Masihullah Ahmadi and Yoshimichi Yamamoto
2. 発表標題 Examination to Some Problems on the Prevention and Mitigation of Tsunami Disaster
3. 学会等名 ISOPE (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kornvisith Silarom, Yoshimichi Yamamoto, Syota Yoshizawa, Nunthawath Charusrojthanadech
2. 発表標題 DEVELOPMENT OF A NUMERICAL SIMULATION MODEL FOR SUCTION RATE USING CADMAS-SURF
3. 学会等名 ICEAST (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsanupong Promngam, Nunthawath Charusrojthanadech, Komsan Maleesee, Yoshimichi Yamamoto
2. 発表標題 Effect of Jetties in Northern Part of Coastal Change at Chumphon Estuary
3. 学会等名 ISOPE (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鈴木猛康、上石勲、橋本隆雄、山本吉道	4. 発行年 2019年
2. 出版社 理工図書	5. 総ページ数 314p. (山本分60p.)
3. 書名 防災工学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

2004年インド洋・2011年東日本大津波と津波に対する減災の研究 (PDFファイル) http://www.ev.u-tokai.ac.jp/yamamoto/index.htm
--

6. 研究組織						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)</th> <th>所属研究機関・部局・職 (機関番号)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考			
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考				

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

タイ	モンクット王工科大学ラカバン校			
タイ	モンクット王工科大学ラカバン校			