

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06586

研究課題名(和文) 波動場における多孔質体内の局所流動がエネルギー減衰および物質輸送に及ぼす影響

研究課題名(英文) The effects of local flow in a porous media fixed in waves on energy dissipation and mass transfer

研究代表者

中條 壮大 (Nakajo, Sota)

大阪市立大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：20590871

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：港湾の静穏性確保のために設置される透過性消波構造物は表面積が大で、その摩擦損失が流動・波動を低減し、また海水交換性も高いと期待されている。透過性構造物内部の流動は計測が困難であり、既存の簡略化した多孔質体モデルで内部流動が可視化計測または数値解析で調べられてきた。しかし波動場の計測は十分ではなく本研究では可視化実験と数値計算の両面から、その周辺および内部の流動と作用力の変化を明らかにした。その結果、多孔質体内外の流動の位相差や強せん断層の分布特性、部材配置により生じる作用力分布の違い、潜堤上での組織的な下降流の存在、波周期への依存性などの有用な特徴を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

未知であった波動場における多孔質体間隙部およびその近傍の局所流動の遷移過程について、画像流速計測による直接計測と数値計算手法の両面から詳細に分析することができたという点で新規性がある。また、これまでは管路内の一方向流中に充填された多孔質体に対する実験結果のアナロジーから求められていた間隙部の乱れと粘性による抵抗について、実際に非定常流を対象としてその空間分布までも明らかにすることができるという点で学術的に特色があり、他の工学分野への波及効果が期待される。波動場における透過性構造物は荒天時に部材が散乱するといった被害が多数出ており、そうした被害形態を知る知見が得られている。

研究成果の概要(英文)：Permeable wave dissipating structures installed to ensure the calm of a harbor have large surface area. The frictional loss is expected to reduce flow and wave motion. The flow inside the permeable structure was difficult to measure. Therefore, internal flow has been investigated by PIV technique and numerical simulation of simplified porous models. However, the measurement of the wave field is not sufficient, and in this study, we used both PIV and numerical simulation to study the surrounding a porous media and internal flows and forces. In the result, we have been studied the phase difference of flow inside and outside the porous media, the distribution of strong shear flows, and the distribution of forces in the porous media differences, the presence of organized downflow on the submerged crest of porous media, and the dependence on the wave period and so on.

研究分野：海岸工学

キーワード：多孔質体 画像計測 せん断速度 微視的流動 長周期波

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

一般に周期 15 秒～数分の波は長周期波と呼ばれており、港湾施設の利用や海岸の防災、環境の問題に重要な働きをしている。例えば港湾の静穏化においては、長周期波は短周期波よりもエネルギーが減衰しにくく湾内に残留する時間が長い。そのため、風がなく穏やかに見えても大きな揺動があり、荷役や港湾工事の妨げとなる。また、ある程度長周期波が侵入すると湾の固有周期と一致する成分が増幅して副振動と呼ばれる異常水位変動をもたらす、浸水に至ることもある。この長周期波を減衰させるために、石積みや消波ブロックで構成される多孔質な透過性構造物が利用されることが多い。透過性構造物の内部流動およびエネルギー損失のモデル化に際しては、構造物間隙内の流速およびその 2 乗に比例する粘性抵抗および慣性抵抗が仮定された巨視的モデルが用いられてきた。そのモデル係数は定常流中に設置された多孔質体前後の圧力損失や構造物周辺の観測波高から推定される。こうした手法は平均値に対するモデル化であるため、多孔質体内の局所流動の知見はほとんど無く、透過性構造物の詳細設計において適切な構成部材およびその配置方法の検討・提案ができない状況である。

気候変動の影響で今後高潮リスクの増大や波浪環境の変化が予見される中で、透過性構造物の周辺における底質輸送量の把握は、長期的な性能維持のために重要である。しかし、透過性構造物による透過波の長周期波成分の変化と、この変化が構造物下部およびその周辺の漂砂機構に及ぼす影響に対する知見は未解明であり、上述の巨視的モデリングをベースとした検討では局所的な流動とそれにより生じる洗掘を取り扱うのは難しい。

申請者らは透過性構造物や砂礫などの多孔質体を通過する流れを対象として、特にその内部およびごく近傍で生じる乱流構造の解明を水理実験および数値計算の両面から研究してきた。通常は不可視な模型内部の流動を、模型と実験流体の屈折率を合わせることで可視化する屈折率整合法と画像計測法を用いて計測し、間隙流動の周波数特性や乱流量の分布を明らかにし、非線形乱流モデルにより間隙部の時々刻々の乱れを再現可能であること等を示している。さらに、一方向流場の実験を再現した多孔質体通過流の 2 次元および 3 次元数値計算を Immersed Boundary 法 (以下 IB 法) を用いて実施し、乱流への遷移過程を明らかにしている。これらの研究を通して、申請者らは間隙部の流動を計測装置によって乱さない非侵襲計測方法や、複雑な間隙の境界条件を表現可能な数値解析手法など、多孔質体を通過する流れの詳細を研究するために必要なツールを既に構築している。しかし、いずれも管路内の検討であり、水表面を有する開水路の場合には流れの特性が異なると推測される。また、分担研究者らが平成 15～17 年度に行った基礎研究において、波動場では透過性構造物近傍で波の進行方向の速度成分と、それと直交する水平成分の間に位相差が生じる事が示されている。こうした位相差は多孔質体とその通過流の相互作用の一端であり、エネルギー減衰との関係が推測されるが、当時は計測方法の開発に重きを置いていたために、波浪諸元や多孔質体間隙構造との関係など体系的な検討はされておらず、数値計算による検証も行われてこなかった。

以上の経緯から、申請者らは波動場における多孔質体内の局所流動がエネルギー減衰および物質輸送に及ぼす影響についての研究が必要であり、かつそれが実行可能であると考えに至った。

2. 研究の目的

本研究では波動が多孔質体を通過する際にその近傍および間隙部で生じる流体運動の詳細を水理実験および数値シミュレーションの両面から明らかにし、これによって多孔質体を通過する際のエネルギー減衰機構と周期性流動の変調特性を解明することを目的とする。これにより、適切な構成部材による透過性構造物の詳細設計やその合理的な配置に関する提案、漂砂輸送メカニズムの解明等の発展的研究につながることを期待している。具体的な小テーマとして以下を掲げる。

1. 間隙構造が波動・流動エネルギー減衰、周期性流動の変調特性に及ぼす影響の解明
2. エネルギー減衰・物質輸送における乱れと粘性の寄与度の解明
3. 構造物の構成部材に作用する流体力分布の評価

3. 研究の方法

屈折率整合法を用いた可視化計測法により、波動場における多孔質体模型を通過する流動の画像流速計測を行った。波動場を対象とした経済的な実験を行うための実験手法の構築とその精度を検証した。同時に申請者らが管路を対象として構築した多孔質体通過流の数値計算コードの検証を行った。異なる波浪条件の下で多孔質体の諸元を変えて水理実験を行い、多断面計測により奥行方向の流動変化も検討した。数値解析においては水理実験結果と比較することによってその妥当性を検証する。これらの一連の検討によって、周波数解析や乱流諸量の非定常な生成過程を高時空間解像度の情報から検討し、多孔質体内部の局所的なエネルギー減衰・物質輸送機構を明らかにしていく。

4. 研究成果

初年度の実験装置および多孔質体模型の配置を図-1 に示す。まず水深いっぱい多孔質体模

型が配置された非没水条件について実験を行った。水槽に NaI 水溶液を満し、プランジャー式の造波装置で波動場を生成した。本研究ではある程度の定常性が見込まれる微小時間 Δt における局所的な時間平均値 v_i を移動平均操作から求め、その平均値からの差を乱れ v' として定義した($v' = v_i - \bar{v}_i$)。ここでは $\Delta t = 0.023 \text{ s}$ ($0.015T$, T は波周期)とした結果を示す。

図-2 は代表的な位相における多孔質体周辺の瞬時補間流速分布を示す。多孔質体前面($x/D = 0.0$)の水位が上昇を始める位相を $\theta = 0$ としている。 $z/D = 0.0$ は水槽底面であり、図中の破線は平均水面を表す。微小振幅波理論では、波の進行方向の流速水平成分の増減の位相は水位の増減と一致する。すなわち、 $\theta = 0$ の位相は沖向き流れの生じる位相である。これに加えて多孔質体のような抵抗が存在する場合、岸側の水位がやや高くなり、沖向き流れの駆動力になっている。これによって多孔質体間隙部でも外部と同オーダー(数 cm/s 程度)の沖向き流れが観察されている。水底付近でも比較的流速は大きな値を示しているが、相対水深の値より与条件は長波に近いことを考えると整合している。

$\theta = \pi/2$ の位相では多孔質体前面の水位が上昇し、岸側の水位よりも高くなっている。流速分布からは、鉛直上向き速度分布が特に水面付近で卓越していることが確認でき、これは遮蔽物の無い時の微小振幅波理論解と整合する。ただし、多孔質体の沖側と岸側で比較すると、岸側の鉛直速度はやや小さく、これは多孔質体による波浪減衰の影響と考えられる。間隙部でも水面付近ほど流速はやや上向きになる傾向にあるが、沖側の水位上昇によって岸向き流速が間隙部では卓越していることが観察される。波浪の与条件から考えれば $\theta = \pi$ は水位が最大となる位相と考えられるが、実際の水位変化を見ると $0.15T$ 程度早く前面水位が最大となっていた。この最大水位時に多孔質体の沖側と岸側で生じた水位差 Δh は、平均して $\Delta h/l = -0.085$ 程度であった。一方で、最低水位時に生じた水位差は平均して $\Delta h/l = 0.032$ 程度であったことから、沖から岸に向かって生じる流れの方が倍以上駆動力が大きいと推測される。 $\theta = 3\pi/2$ の位相では多孔質体前後の水位差はほとんど見られなかったが、沖向きの流動は卓越していた。実際、多孔質体沖側の水位の方が早く低下し始めるので、間隙部ではこの後やや遅れて沖向きの最大流速が生じた。

図-3 に示した流速変動スペクトルからは、波周期およびその整数倍の周期には特徴的なピークが確認され、沖側の点 P2 においては u と w の成分はどちらも同程度の大きさである。間隙部の点 P3 では各周波数帯のエネルギーは減少し、特に鉛直方向速度成分で顕著である。これは今

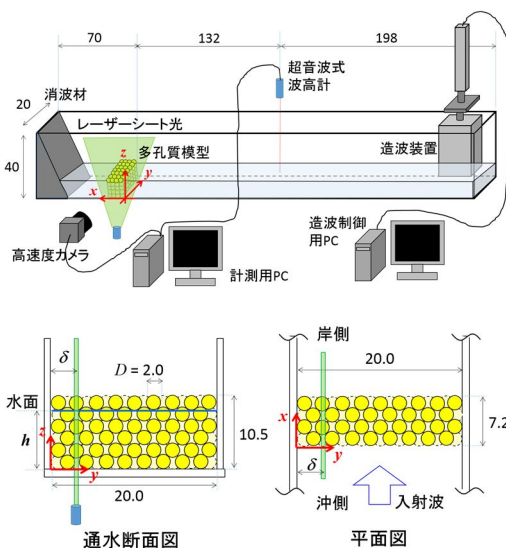


図-1 実験装置概要

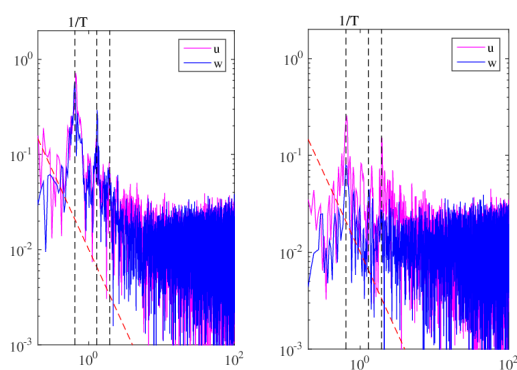


図-3 補間流速の変動より求めたスペクトル (左は多孔質体外の沖側の点, 右は多孔質体内の点)

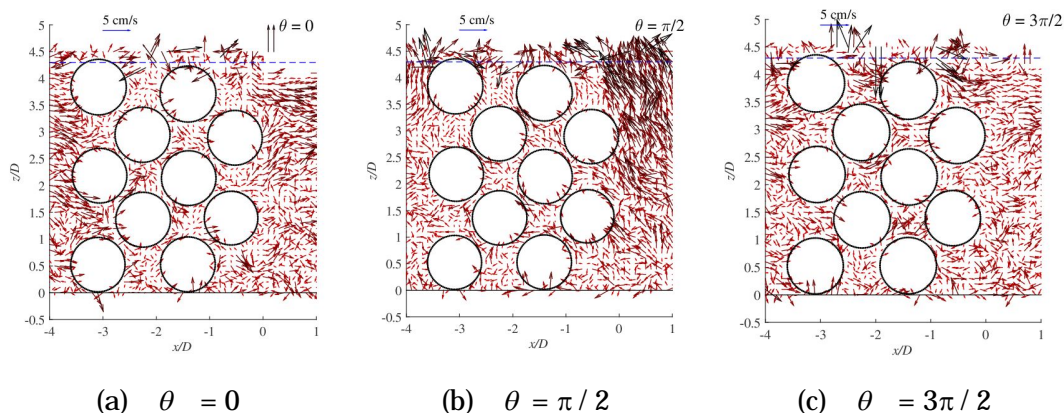


図-2 多孔質体周辺の瞬時補間流速分布 (撮影断面 $\delta = 3.25 \text{ cm}$)

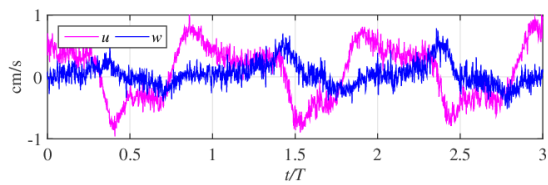
回計測できていない波峰線方向の流速成分の増加とも対応すると考えられる。一方で渦流程度の周期の変動については特に u 成分で増加している。図は省略するが、多孔質体通過後の岸側では水平成分のエネルギーは回復するものの、鉛直成分は減少しており、多孔質体通過に伴う波浪エネルギー減衰との関係が示唆された。

図-4(a)には各流速成分、(b)には乱れ成分のRMSである乱れ強度のそれぞれ間隙平均値の変化を示している。平均値としては最大 0.8 cm/s 程度の振幅で u 成分は変動しており、周期性が顕著である。また加速位相と減速位相では波形に非対称性が見られる。これは振動流場や脈動流においてこれまでも確認されている現象である。 w 成分についても最大 0.5 cm/s 程度の振幅で周期的な変動が存在することが確認できる。位相 $\theta = \pi/2$ や $\theta = 3\pi/2$ 付近では水平方向に比較的低速で冲向きに流れた後に、急速に流向を反転させ、それと同時に鉛直方向の速度成分が大きくなるのは特徴的である。またこのような転向期に乱れ強度の各成分が増大している。同様の現象は振動流場での実験においても観察されており、興味深い。

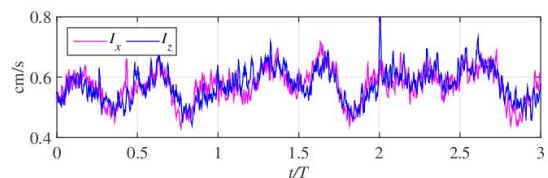
また、波周期に応じた周期性が乱れ成分にも確認された。また図は省略するが、水底付近においても比較的大きな乱れ成分が発生しており、平均流速成分に対する比としては水底付近で乱れ成分が顕著であることが示された。

Immersed Boundary法を用いた多孔質体通過流の数値モデルの妥当性については、図-5に示すように巨視的圧力降下についての実験則との比較から検証した。このモデルを用いて、図-6に示すように多孔質体通過時の内部における圧力変化を解析することが可能となった。巨視的な特性はほぼ同じであっても、図のように欠損によって圧力降下量は大きく変化し、また図-7に示すように多孔質体の構成部材に作用する流体力の分布から、接近流速による無次元量は流下方向に減少し、3%程度の部材欠損によっても20%近く低下する。欠損箇所の直後の部材には局所的に大きな流体力が作用し、それが欠損箇所に強く依存することを示した。間隙部の実質流速から、部材欠損は全般的に間隙部の流速増加につながるが、欠損箇所に依存し、また欠損箇所の直後において実質流速が平均的に増加することが示された。

さらに、これまでの球体で構成されていた多孔質体から、異方性を有する楕円体で構成される多孔質体を対象に解析を行った。図-8に示すように、Ergunの定義する粒子レイノルズ数が同じであっても、アスペクト比の違う部材で構成された多孔質体では、通過前後での圧力降下量は230%も変化することが明らかとなった。また、図-9に示すように部材に作用する抗力はアスペクト比が1.0の時に最小となり、アスペクト比が2.0の場合には球体と比較して1.5倍程度となることが示された。これより、球体を仮定したモデリングでは作用流体力を過小評価する可能性が示唆された。



(a) 各流速成分



(b) 各乱れ強度成分, 相関係数 $R = 0.67$

図-4 各多孔質体間隙部平均値の時間変動

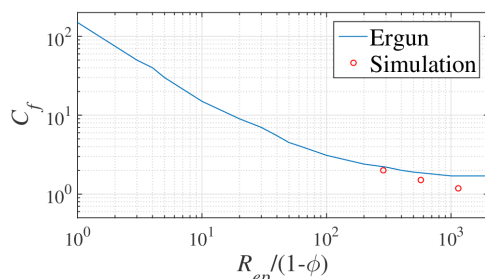


図-5 多孔質体通過にともなう総圧力降下量（無次元値）と Reynolds 数の関係

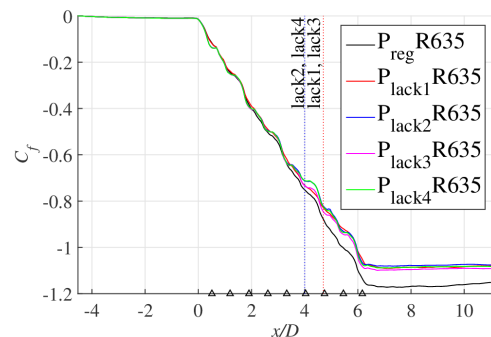


図-6 流下方向の断面平均圧力分布と部材欠損が及ぼす影響 * 図中の三角印は多孔質体部材中心を示す

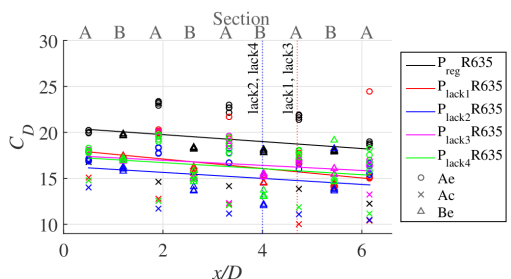


図-7 各部材に作用する抗力（抗力係数）と部材欠損が及ぼす影響（実線は各断面における平均値の線形近似）

これより、球体を仮定したモデリングでは作用流体力を過小評価する可能性が示唆された。

透過性消波構造物は美観性の観点から潜堤として設置される場合があり、高潮など高水位条件で構造物の天端が水没することもある。そこで没水時に構造物近傍で強せん断流が生じ、外部流が貫入するような条件の検討を行い、その周辺および内部の流動の変化とせん断速度の分布特性を明らかにした。

図-10 に示すように潜堤上では縮流により水表面の水粒子速度 V_0 の数倍～5 倍程度の流速が発生する。波峰の進行方向前面は背面より急勾配となり、非対称な波形となる。周期が $T=1.1s$ と小さい時、波峰通過時に潜堤沖側端付近では組織的な下降流が発生し、この影響で沖側端より部材径 D の 3 倍程度の領域では一周期平均せん断速度は大きな値を示す。潜堤の法肩部には上昇流と下降流が発生するが、周期 T が増加するとそれらはより顕著になる。潜堤内の流速は上部流と比べて一桁小さく、水深に依存して減衰しながら波周期で変化する。図-11 に示されるように水平成分は潜堤上部と内部で $0.25T$ 程度の位相差が生じており、これは波周期に依存しなかった。図は省略するが、潜堤周りのせん断応力を一周期内の 95 パーセント値で比較すると潜堤上端と法肩付近で顕著となり周期が変化しても無次元量では同程度である。波周期 T が小さいと沖側端付近で、 T が大きいと岸側端付近でより大きな値を示す。内部においては沖側より $4D$ 程度まではそれより岸側よりもせん断速度が一周期平均値としては大きくなり、無次元量では波周期にほぼ依存しないことが明らかとなった。

【得られた成果の国内外における位置づけとインパクト】

これまでは間隙率や代表径といった巨視的なパラメータによる間接的な評価しかできなかったエネルギー減衰機構や、未知であった多孔質体の諸元と長周期波のエネルギー散逸の関係を直接評価することができた。これは国内外を問わず本実験でしか得られない貴重な実験データである。また、周期や波高といった波浪特性、多孔質体の間隙形状を変化させた実験・数値計算から、既往研究や今後の研究と比較のしやすい体系的な情報を提示することができたと考えている。

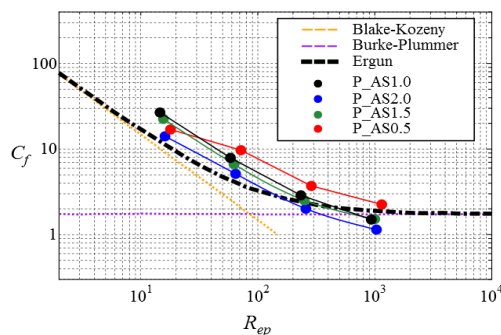


図-8 アスペクト比の変化が巨視的の圧力降下量におよぼす影響

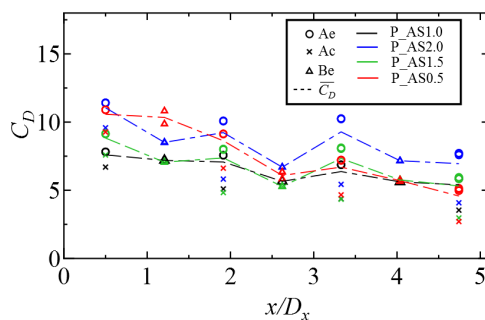


図-9 構成部材に作用する抗力とその通断面平均値（破線）の流下方向変化

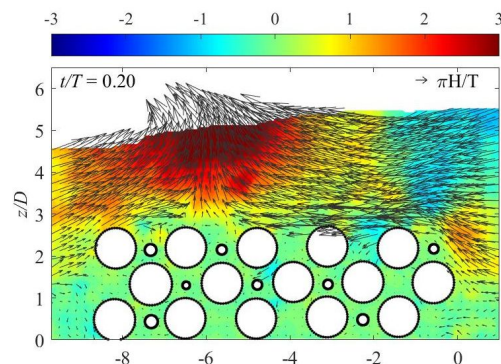


図-10 潜堤周辺における瞬時流況の分布。コンターは無次元流速の鉛直成分。

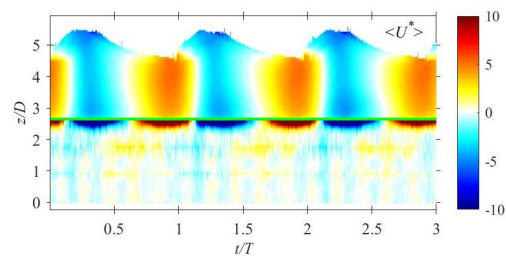


図-11 無次元区間平均流速の時間変動。(多孔質体内部は10倍で表示)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 N. Mori, T. Yasuda, T. Arikawa, T. Kataoka, S. Nakajo, K. Suzuki, Y. Yamanaka, A. Webb	4. 巻 61
2. 論文標題 2018 Typhoon Jebi Post-Event Survey of Coastal Damage in the Kansai Region, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Coastal Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 278-294
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1080/21664250.2019.1619253	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 Sota Nakajo, Junichi Ninomiya	4. 巻 1
2. 論文標題 Low-Frequency Catastrophic Coastal Disaster Events Around Tonga: Survey of Coastal Boulder Distribution on Tongatapu Island and Analysis Using Stochastic Modelling of Tropical cyclones	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 OPE-I-19-725
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 -

1. 著者名 中條 壮大, 花元 響, Sooyoul KIM	4. 巻 75
2. 論文標題 石垣島を対象とした台風・高潮ポテンシャルの推定に関する基礎的検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3（海洋開発）	6. 最初と最後の頁 I_67-I_72
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2208/jscejoe.75.I_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 梅田 尋慈, 中條 壮大, 森 信人	4. 巻 75
2. 論文標題 大規模アンサンブル気候予測データ（d4PDF）を用いた全球確率台風モデルの開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2（海岸工学）	6. 最初と最後の頁 1195-I_1200
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_1195	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 金 洙列, 森 信人, 竹見 哲也, 澁谷 容子, 安田 誠宏, 中條 壮大, 志村 智也, 二宮 順一	4. 巻 75
2. 論文標題 高潮・波浪結合モデルを用いた2018年台風21号による高潮・波浪の推算実験	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_277-I_282
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_277	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 森 信人, 竹見 哲也, 金 洙列, 澁谷 容子, 安田 誠宏, 中條 壮大, 二宮 順一, 志村 智也	4. 巻 75
2. 論文標題 解像度大気モデルと高潮・波浪結合モデルを用いた2018年台風21号による高潮・波浪の予測実験	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_283-I_288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_283	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 渡辺友哉, 中條壮大, 重松孝昌	4. 巻 75
2. 論文標題 構成部材のアスペクト比が多孔質体通過流れに及ぼす影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 _943-I_948
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_943	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 山口龍太, 行村理那, 外村隆臣, 辻本剛三	4. 巻 73(2)
2. 論文標題 情報エントロピーを用いた白川河口干潟の将来の平衡断面地形予測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_811 - I_816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.74.I_811	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 辻本剛三, 澁谷容子	4. 巻 75(2)
2. 論文標題 鳥取砂丘海岸の汀線の 時空間変動特性に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_613 - I_618
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_613	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 Takaaki Shigematsu, Sota Nakajo, Yuya Okada	4. 巻 85
2. 論文標題 An Experimental Study on the Interaction between Oscillatory Flow and Idealized Porous Bed	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Coastal Research	6. 最初と最後の頁 981-985
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 -

1. 著者名 中條壯大, 小塚泉, 辻本剛三, 重松孝昌	4. 巻 74
2. 論文標題 波動場における多孔質体近傍の微細流動特性についての基礎的研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_991-I_996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.74.I_991	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 金洙列, 千代延啓之朗, 中條壯大, 太田隆夫, 安田誠宏	4. 巻 74
2. 論文標題 気候変動が日本海沿岸における台風および波浪に及ぼす影響評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_673-I_678
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.74.I_673	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 Ngoc-Thanh Nguyen, Nakajo Sota, Mukunoki Toshifumi, Tsujimoto Gozo	4. 巻 5
2. 論文標題 Estuarine Circulation Patterns in a Complex Geometry Estuary: Dinh An Estuary, Mekong River	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ENVIRONMENTAL PROCESSES	6. 最初と最後の頁 503-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s40710-018-0308-5	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 Mori Nobuhito, Nakajo Sota, Iwamura Syohei, Shibutani Yoko	4. 巻 60(2)
2. 論文標題 Projection of decrease in Japanese beaches due to climate change using a geographic database	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 COASTAL ENGINEERING JOURNAL	6. 最初と最後の頁 239-246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1080/21664250.2018.1488513	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 Ryota Yamaguchi, Gozo Tsujimoto, Takaomi Hokamura, Sota Nakajo, Nguyen Ngoc Thanh	4. 巻 28
2. 論文標題 Morphological Changes at the Mouth of the Shirakawa River after Kumamoto Earthquake	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the 28th International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 670-674
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 Sota Nakajo, Hideyuki Fujiki, Sooyoul Kim, Nobuhito Mori	4. 巻 36
2. 論文標題 Sensitivity of Tropical Cyclone Track to Assessment of Severe Storm Surge Event at Tokyo Bay	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Coastal Engineering Proceedings	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9753/icce.v36.papers.5	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 中條 壮大, 金 洙列	4. 巻 74
2. 論文標題 あびきの要因となる微気圧波群特性の推定とそれが長周期波伝播に及ぼす影響について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3(海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_539-I_544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.74.I_539	査読の有無 無
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 中條 壮大, 渡辺 友哉, 重松 孝昌	4. 巻 73
2. 論文標題 多孔質体間隙部の微細流動計算と部材欠損が流動及び作用流体力に及ぼす影響の検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_877-I_882
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.I_877	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 松本 弘史, 重松 孝昌	4. 巻 73
2. 論文標題 揺動する固体周りの高精度気液二流体運動解析手法に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_865-I_870
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.I_865	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 中條 壮大, 藤木 秀幸, 金 洙列, 辻本 剛三	4. 巻 73
2. 論文標題 台風の長期経年変動が三大湾における高潮ポテンシャルに及ぼす影響の基礎的検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_211-I_216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.I_211	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. Nakajo, R. Yamaguchi, S. Kim, G. Tsujimoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Basic study on real-time prediction of meteotsunami using artificial neural network model calibrated by stationary measurement data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of APAC 2017	6. 最初と最後の頁 292-301
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 -

〔学会発表〕 計24件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 三宅一成, 中條壯大
2. 発表標題 底質画像による砂浜の代表粒径の推定
3. 学会等名 土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷洋斗, 中條壯大
2. 発表標題 数値計算結果を利用したあびき予測NNモデルの構築と観測地点候補の選定
3. 学会等名 土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中條 壯大
2. 発表標題 2019年台風21号の経験から大阪湾の高潮災害について考えるべきこと
3. 学会等名 土木学会関西支部ワークショップ「関西の多様な海岸線における防災および水域環境に関する課題抽出とリスク評価」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sota Nakajo
2. 発表標題 The propagation characteristics of micro-barometric wave estimated from observation data and the response of meteotsunami in the west Kyushu Island
3. 学会等名 The 1st World Conference on Meteotsunamis (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sooyoul KIM, Keishiro CHIYONOBU, Junichi NINOMIYA, Sota NAKAJO, Tomohiro YASUDA, Takao OTA
2. 発表標題 Extreme Wave and Storm Surge Assessment Due to Typhoon and Low Pressure Weather System on the Sanin Coast, Japan
3. 学会等名 The 16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sota Nakajo, Junichi Ninomiya
2. 発表標題 Low-Frequency Catastrophic Coastal Disaster Events Around Tonga: Survey of Coastal Boulder Distribution on Tongatapu Island and Analysis Using Stochastic Modelling of Tropical cyclones
3. 学会等名 29th International Ocean and Polar Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中條 壮大, 花元 響, Sooyoul KIM
2. 発表標題 石垣島を対象とした台風・高潮ポテンシャルの推定に関する基礎的検討
3. 学会等名 第45回 海洋開発シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅田 尋慈, 中條 壮大, 森 信人
2. 発表標題 大規模アンサンブル気候予測データ (d4PDF)を用いた全球確率台風モデルの開発
3. 学会等名 第66回 海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金 洙列, 森 信人, 竹見 哲也, 澁谷 容子, 安田 誠宏, 中條 壮大, 志村 智也, 二宮 順一
2. 発表標題 高潮・波浪結合モデルを用いた2018年台風21号による高潮・波浪の推算実験
3. 学会等名 第66回 海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森 信人, 竹見 哲也, 金 洙列, 澁谷 容子, 安田 誠宏, 中條 壮大, 二宮 順一, 志村 智也
2. 発表標題 高解像度大気モデルと高潮・波浪結合モデルを用いた2018年台風21号による高潮・波浪の予測実験
3. 学会等名 第66回 海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaaki Shigematsu, Sota Nakajo, Yuya Okada
2. 発表標題 An Experimental Study on the Interaction between Oscillatory Flow and Idealized Porous Bed
3. 学会等名 International Coastal Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺 友哉, 中條 壮大, 重松 孝昌
2. 発表標題 構成部材のアスペクト比が多孔質体通過流れに及ぼす影響
3. 学会等名 第66回 海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻本剛三, 澁谷容子
2. 発表標題 鳥取砂丘海岸の汀線の 時空間変動特性に関する研究
3. 学会等名 第66回 海岸工学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口龍太, 行村理那, 外村隆臣, 辻本剛三
2. 発表標題 情報エントロピーを用いた白川河口干潟の将来の平衡断面地形予測
3. 学会等名 第44回 海洋開発シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中條壮大, 小塚泉, 辻本剛三, 重松孝昌
2. 発表標題 波動場における多孔質体近傍の微細流動特性についての基礎的研究
3. 学会等名 第65回 海岸工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺友哉, 重松孝昌, 中條壮大
2. 発表標題 一方向流中の楕円体周りに形成される乱れ構造の検討
3. 学会等名 日本流体力学会 年会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中條壮大, 金洙列
2. 発表標題 あびきの要因となる微気圧波群特性の推定とそれが長周期波伝播に及ぼす影響について
3. 学会等名 第43回 海洋開発シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小塚泉, 中條壮大
2. 発表標題 波動場における多孔質体近傍の流動特性に関する粒子画像解析
3. 学会等名 平成30年度 土木学会関西支部 年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺友哉, 中條壮大
2. 発表標題 間隙の不均一性が多孔質体通過流れおよび構成材に働く流体力に及ぼす影響について
3. 学会等名 平成29年度土木学会関西支部年次学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺友哉, 中條壮大
2. 発表標題 異なる径で構成される充填層の配置が間隙部周辺の流況と流体力におよぼす影響
3. 学会等名 日本流体力学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中條 壮大, 渡辺 友哉, 重松 孝昌
2. 発表標題 多孔質体間隙部の微細流動計算と部材欠損が流動及び作用流体力に及ぼす影響の検討
3. 学会等名 日本土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本 弘史, 重松 孝昌
2. 発表標題 揺動する固体周りの高精度気液二流体運動解析手法に関する研究
3. 学会等名 日本土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中條 壮大, 藤木 秀幸, 金 洙列, 辻本 剛三
2. 発表標題 台風の長期経年変動が三大湾における高潮ポテンシャルに及ぼす影響の基礎的検討
3. 学会等名 日本土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nakajo, R. Yamaguchi, S. Kim, G. Tsujimoto
2. 発表標題 Basic study on real-time prediction of meteotsunami using artificial neural network model calibrated by stationary measurement data
3. 学会等名 APAC 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	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
研究分担者	辻本 剛三 (TSUJIMOTO GOZO) (10155377)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授 (17401)	
研究分担者	重松 孝昌 (SHIGEMATSU TAKAAKI) (80206086)	大阪市立大学・大学院工学研究科・教授 (24402)	