

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06553

研究課題名（和文）複数構造物間の波浪干渉による海底地盤の不安定化現象の評価手法の開発

研究課題名（英文）Development of estimation method for instability of seabed due to wave interference with multi-structures

研究代表者

松田 達也（Matsuda, Tatsuya）

豊橋技術科学大学・工学（系）研究科（研究院）・講師

研究者番号：50736353

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）：本研究では、複数の沿岸・海洋構造物による波浪干渉を考慮した海底地盤の不安定化現象を評価するための解析手法および実験手法を開発し、波浪による海底地盤の不安定化と土砂移動メカニズムについて考察した。得られた成果として、波浪と海底地盤の相互作用による、海底地盤の有効応力変動、不安定化および底質移動を定量的に評価できる手法を構築した。直線構造物、円柱構造物を中心として波浪干渉による土砂移動メカニズムを明らかとした。また、砕石置換による海底地盤の不安定化に対する対策工法を取り上げ、その対策効果メカニズムを明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、複数構造物による波浪干渉を考慮した海底地盤の不安定化現象を評価するための解析および実験手法を開発し、波浪による海底地盤の不安定化と土砂移動メカニズムについて考察した。特に、波浪による底面せん断力に加え、海底地盤の有効応力変動を考慮したうえで、底面せん断力と浸透力の複雑な外力作用下での土砂移動メカニズムを明らかとした。また、厳密な数式解により複数構造物間の波浪干渉を導いたことで、模型実験や数値解析のベンチマークと成り得る貴重な結果を得たことは学術的意義が高い。沿岸域の防災・減災技術検討に大いに援用でき、社会的意義も高いと考える。

研究成果の概要（英文）：This research project has developed a mathematical analysis method and an experimental method of estimation method for instability of seabed due to wave interference with multi-structures. This study has clarified the sediment transportation mechanism due to wave interference that is focused on liner-structure and cylindrical structure. The mechanism of countermeasure by crushed stone replacement of the seabed surface for the instability of seabed induced sea wave has also clarified.

研究分野：地盤工学

キーワード：波浪 海底地盤 海岸構造物 土砂移動 底面せん断力 浸透力

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

台風や低気圧による荒天時の波浪や地震に伴う津波によって、海洋・沿岸構造物が被災して機能を喪失する。例えば、構造物が波浪による過大な水圧(外力)を受けることにより、力学的な安定性が失われることが直接的な被災要因と考えられ、多くの構造物がそのような条件下でも十分な耐波機能を有するように設計されている。一方、波浪による変動水圧は構造物のみならず、同時に海底地盤にも作用する。これにより海底地盤の強度が低下し、構造物を支持する地盤が不安定化することで、耐波機能が損なわれる事例も少なくない。我が国においては、今後も地球規模の気象変動に伴い、勢力が強い台風の襲来が多発する可能性があり、沿岸域の防災力を向上させることが急務である。特に、ハード対策の1つである外郭施設(防波堤等)においては、地盤の不安定化が構造物に及ぼす影響について設計等で考慮されておらず、粘り強い構造を構築するためにも、構造物 - 波浪 - 地盤から成る複合的な力学系を固体 - 流体 - 多孔質体のシステムとして捉え、力学的挙動が本質的に異なる三者間の相互作用を適切に評価する必要性が示唆される。

2. 研究の目的

本研究は高波浪場における構造物の被災メカニズムを解明し、その対策方法について明らかにするため、(1) 波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関する解析、および(2) 波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関する模型実験を実施する。

- (1) 「複数の沿岸・海洋構造物による入射波の反射・回折とその干渉を考慮した波浪場を解析する手法を開発する。これに基づいて、波浪と海底地盤の相互作用による、海底地盤の有効応力変動、不安定化および底質移動を定量的に評価する手法を提案する。」ことが目的である。本研究では、特に、円柱構造物に対して構造物 - 波浪 - 海底地盤、三者の相互作用を考慮する、すなわち、力学的には固体 - 流体 - 多孔質体の相互作用を考慮する。
- (2) フルード相似則を満たした造波水路実験において、地盤材料に漂砂の相似則(Dean Number)を援用し、波浪場における海底地盤の有効応力応答について数式解と比較しながら再現性を検討する。また、構造物を設置した際の実験も実施し、数式解による結果と兼ね合わせで構造物周りの土砂移動を評価する。

3. 研究の方法

(1) 波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関する解析

海底地盤を多孔質材料としてモデル化し、構造物と地盤の間の相互作用については、これまでに地上や静水圧の下で明らかにされてきた有効応力の概念や破壊基準などの基本的な考え方をそのまま採用し、構造物 - 波浪間の相互作用、波浪 - 海底地盤間の相互作用、そして、波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関して、解析手法の研究・開発を行う。

(2) 波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関する模型実験

造波水路実験を用いて波浪場の土砂移動現象を詳細に観察することを目的とし、流体場にフルード相似則を適用し、さらには移動床として用いる地盤材料の選定において漂砂の相似則(Dean Number)を援用した実験を実施する。実験結果の妥当性について(1)の数式解と比較しながら検討する。

4. 研究成果

(1) 波浪 - 構造物 - 海底地盤間の相互作用に関する解析

a) 円柱構造物周辺における底質移動解析

本研究の目的は海底地盤の有効応力応答を考慮できる、構造物周辺における漂砂の評価手法を提案することであり、円柱構造物を対象として入射波および反射・回折波による底質移動の解析手法を説明するとともに、パラメトリックな条件による種々のサイズの構造物に対して解析結果を示し、その特徴を検討した。解析手法は線形波動理論、海底地盤の多孔質線形弾性理論および掃流漂砂の経験的な評価法から成っている。

一様水深 $h = 20\text{m}$ において、入射波の周期を $T = 13\text{s}$ (波長 $L = 167.5\text{m}$)、波高を $H = 10\text{m}$ と仮定した波浪場に対し、半径 R_0 が波長 L の4分の1の場合の円柱構造物を基本として検討した。海底地盤は緩く堆積した砂地盤を対象とした。

漂砂量と漂砂蓄積量(海底地盤高変化量)の特性について、平面的な漂砂挙動を分析すると(図1)、漂砂量は円柱構造物の正面を中心とした広い範囲では構造物から遠ざかる漂砂の流れが一貫して認められるが、その強さが一定ではないため、海底地盤高の変動が生じた。一方、背面を中心とする $\theta =$

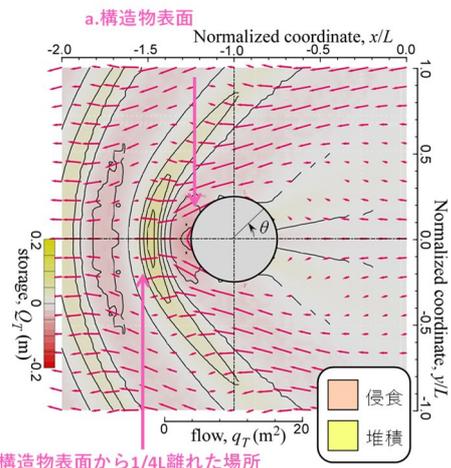


図1 円柱構造物周辺における底質移動に関する解析結果(平面図)

45° ~ 45° の範囲では構造物へ向かう漂砂の流れがあるが、海底地盤高の変動がほとんど生じない。周方向では背面から正面へ向かう一貫した漂砂の流れが認められた。地形変化量：侵食・堆積では、漂砂の蓄積による海底の地形変化は円柱構造物正面の $\theta = 90^\circ \sim 270^\circ$ の広い範囲で顕著であるが、構造物背面を含む範囲では海底地盤高の変動はほとんど見られなかった。構造物の正面では定常波の特性が認められ、構造物側面では侵食、構造物から離れるにしたがってほぼ波長の4分の1の間隔で堆積と侵食が同心円状に繰り返して現れた。

以上から、構造物の近傍では背面から前面に向かって周方向に回り込み、前面では構造物から離れる方向に流出する傾向が明らかになった。構造物前面では定常波と同じメカニズムにより、侵食と堆積が同心円状に繰り返し発生することを示された。

b) 直線構造物への斜行反射重複波を受ける海底における底質移動解析

防波堤や護岸に代表される直線構造物に垂直に平面波が入射することにより典型的な定常波が発生し、特徴的な漂砂挙動と海底の侵食・堆積現象により、構造物が不安定化することが分かっている。入射波は一般的には直線構造物に対して斜めに入射するが、このときの重複波は三次元的な挙動を示すため、このような斜行重複波を対象とした研究は少ない。特に、このような解析には、通常の波動水路による実験や解析の有効性に限界がある。

本研究の目的は直線構造物および垂直に屈曲した直角構造物が平面波の入射を受けた場合に生じる反射重複波の波浪場における底質移動を海底地盤の有効応力応答を考慮して解析することであり、その結果としての海底の侵食・堆積挙動を定量的に検討した。線形波動理論、海底地盤の多孔質弾性モデルおよび掃流漂砂の経験的な評価モデルを組み合わせた解析手法を用いた。本研究では一様水深の波浪場を前提としたが、半無限長の直線構造物に加えて、垂直に屈曲した直線構造物(直角構造物：護岸から防波堤が突出するような状況を想定)の周辺に生じる定常波と底質移動についても解析的に検討した。

図2は直角構造物へ平面波($H=5\text{m}$)が $\alpha=30^\circ$ で入射するケースについて、1周期当りの漂砂量 q_T をベクトルで、漂砂蓄積量 Q_T を等高線と色階調で示している。腹部に底質の侵食が生じ、隣接する腹部の間の格子線上の節部に底質が堆積する傾向がある。したがって、この場合には構造物の側面においても座標原点を侵食として、周期的に侵食と堆積が現れることが示唆された。

直線構造物で $H=10\text{m}$ 、直角構造物で 5m に対して、節部(座標原点, 隅角部)における侵食量(1周期当りの負の漂砂貯蓄量 Q_T)および節部($x/L_x=2/8, y=0$)における堆積量(1周期当りの正の漂砂蓄積量 Q_T)を入射波角 α に対して考察すると、直線構造物では垂直に入射する場合($\alpha=0^\circ$)で x 軸方向の定常波の特性が最も強いので、堆積量、侵食量ともに最大であるが、入射角が垂直から外れて α が大きくなるにつれて堆積量、侵食量はともに減少することがわかった。侵食量の値が $\alpha=60^\circ$ で少し乱れるが、海底地盤内に発生・消滅する液状化によりせん断層の厚さが急激に拡大または縮小する影響によることを明らかとした。直角構造物では常に2方向で定常波の特性を示すことから、隅角部(座標原点)における侵食量は入射角 α によらず一定となった。また、節部($x/L_x=2/8, y=0$)では常に y 軸方向で流速がゼロであるため、 x 軸方向でのみ底質が移動するので直線構造物と同じ値となることを示した。

以上のことから、海底地盤の有効応力応答を考慮することによって定常波の下での腹部での侵食、節部での堆積傾向を、入射角の影響を含めて明らかとした。

c) 層状海底地盤の波浪に対する有効応力応答解析

層状地盤を対象とした海底の波浪に対する有効応力応答が検討できる解析手法へと拡張を行い、海底地盤の安定性において有利な特性を調べた。本検討では、簡易化のため1次元問題を取り扱うこととした。波浪条件は微小振幅波理論に基づいて一様水深で平面波を仮定した。地盤条件については上層が礫層、下層が緩い砂層の層状地盤において、二層の層厚を変動させて検討した。地盤層厚は 6.0m 一律とし、上層の礫層厚を $0.0, 0.4, 0.8, 2.0, 6.0\text{m}$ として検討した。

波浪が波高 $H=10\text{m}$ 、周期 $T=13\text{s}$ における水深 $h=20\text{m}$ の解析の結果によると、全層が緩い砂地盤では波浪の载荷に伴い、大凡地盤深度 2.5m まで有効応力が負になる、いわゆる液状化の状態に至ることがわかった。この条件に対して上層に礫層が存在する場合、例えば、礫層厚 0.4m では砂地盤において液状化が発生する可能性が確認できるが、礫層厚 0.8m とすると有効応力が負値となるような液状化層は砂地盤で生じないことを明らかとした。

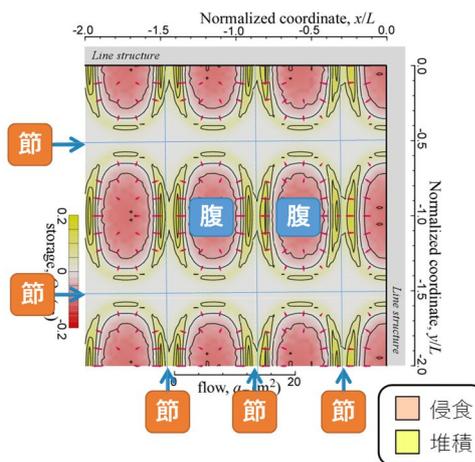


図2 直角構造物における1周期当りの漂砂量，海底の侵食・堆積挙動(平面図)

(2) 波浪 - 構造物-海底地盤間の相互作用に関する模型実験

a) Dean Number を適用した移動床地盤内の水圧応答および土砂移動評価に関する実験

波浪場における土砂移動は海底面近傍の流速による底面せん断力と地盤内水圧変動による透水力が複合的に作用する複雑な現象と考える。本研究では、造波水路実験を用いて波浪場の土砂移動現象を詳細に観察することを目的とし、流体場にフルード相似則を適用し、さらには移動床地盤への漂砂の相似則 (Dean Number) の適用の有無による地盤内応力変化の違いについて検討した。また、実験で計測した地盤内水圧応答の妥当性を確認するため、数式解である $u-p$ formulation により得られた数式解と比較した。本実験では Prototype の地盤材料に近い豊浦砂を用いた場合、Prototype に対して Dean Number を適用した珪砂 8 号を用いた場合の 2 ケースについて検討した。実験結果より、豊浦砂を用いた実験では地盤内の水圧伝播に位相差が生じず、過剰間隙水圧が発生しなかった。一方、珪砂 8 号を用いた実験では地盤内部への水圧伝播に位相差が生じることから地盤内部で過剰間隙水圧が発生した。数式解との比較から、珪砂 8 号を用いた実験による地盤深度の地盤内応力変化が適切に再現できている可能性を明らかとした。

次に、珪砂 8 号を用いて堆積密度を変化させた場合の底面せん断力と地盤有効応力変化が土砂移動現象に与える影響を考察した。同波浪条件下において、緩詰地盤の場合は間隙水圧変動の位相差と残留間隙水圧の蓄積により液化化に至り、浮遊状態となり水粒子と同様の楕円挙動を示した。一方、中密地盤では間隙水圧変動の位相差が主要因で表層地盤付近の有効応力が低下し、同タイミングで波の進行方向と逆向きの流速が卓越するため、相乗効果により沖側へ土砂が移動しやすい状況にあることを示した。PIV (Particle Image Velocimetry) 解析結果より土粒子単体の移動のみならず、層単位で変動する様子を明らかとした。

b) 円柱構造物周辺における底質移動実験

洋上風力発電のモノパイル基礎をはじめとする大口径構造物を対象として、波浪による底面せん断力と海底地盤内の有効応力応答を考慮した構造物周りの洗掘・堆積現象について検討した。本検討では、波浪による単体構造物周辺および複数構造物による波浪干渉を考慮した土砂移動現象を考慮した。図 3 に波浪載荷後の侵食・堆積状況を示す。

単体構造物を対象とした検討では、波浪条件は波高 H を 0.11m、周期 T を 1.6s の規則波とし、円柱径 D と波長 L の比 (D/L) が 0.148 ($D=0.2\text{m}$: Case 2-b-1)、0.074 ($D=0.4\text{m}$: Case 2-b-2) となる条件で検討した。移動床材料は珪砂 8 号を用い、中密状態の飽和地盤を対象とした。過剰間隙水圧比を算出した結果、Case 2-b-1 では構造物前面 (沖側): $\theta_{cyl}=0^\circ$ の地盤深度 0.025m では継続的に初期の地盤強度の半分程度まで低下した。一方、Case 2-b-2 では変動は見られたが、Case 2-b-1 のような構造物前面での変化は確認されなかった。周方向の $\theta_{cyl}=45, 90^\circ$ では円柱径によらず同等に変化した。地形変化を計測したところ、Case 2-b-1 では円柱の側面後方で局所的に洗掘した。Case 2-b-2 でも Case 2-b-1 と同様の傾向を示したが変化は小さかった。構造物背面では Case 2-b-1、Case 2-b-2 とともに堆積を確認した。

複数構造物を対象とした検討では、円柱径波長比や構造物間距離による影響を調べた。波の進行方向に対して構造物が二基設置されたケースを想定し、構造物による波の干渉の影響を踏まえ、円柱中心間距離 l と円柱径 D の比 l/D を 2 パターンに変化させた (例えば、 $D=0.4\text{m}$, $l/D=1.875$: Case 2-b-3)。波浪、移動床の条件は単体時と同様にした。過剰間隙水

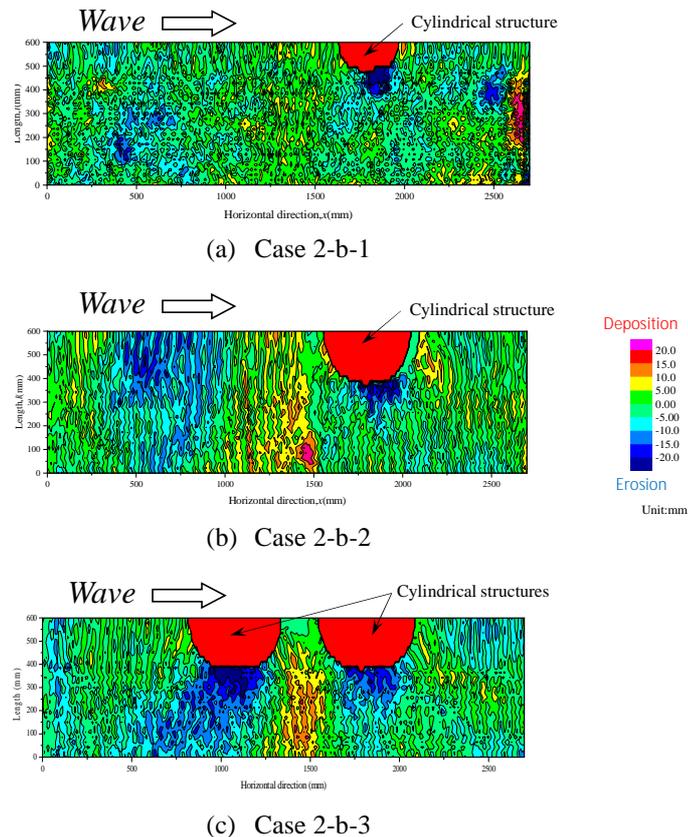


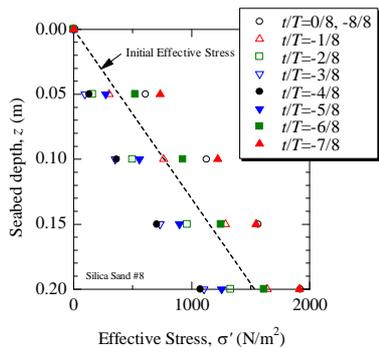
図 3 円柱構造物周辺における 2400 波載荷後の移動床の初期地形からの変化コンター図 (平面図)

圧比を計算した結果、単体構造物と同程度の地盤強度低下が見られ、構造物の設置条件に応じて位相のタイミングが異なることがわかった。土砂移動について円柱設置本数の違いや円柱径波長比による違いを踏まえて考察した結果、単体構造物と同様に構造物側面で洗堀が発生し、構造物の背後は堆積傾向を示した。構造物近傍では L/D が小さく波が干渉する条件では単体構造物周りの地形変化と異なる傾向を確認した。

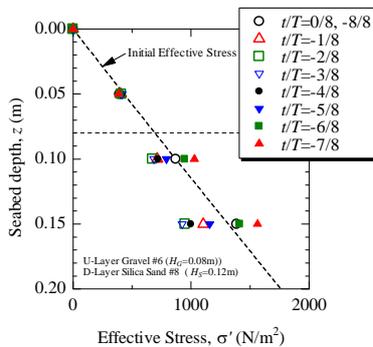
c) 表層を砕石置換した際の波浪による砂地盤の有効応力応答に関する実験

構造物基礎周辺の海底地盤では局所的に洗堀・侵食が発生し、構造物の安定性が喪失する可能性がある。前述した円柱構造物周辺においても局所的洗堀の発生が確認された。このような構造物周りの洗堀・侵食対策として砂質地盤表層を砕石等により置換する工法（以下、砕石置換工法と述べる。）が用いられることがしばしばある。砕石置換工法においては、特に波浪外力が大きい場合は地盤内部への影響も大きいことが想定され、条件によっては液状化が発生してしまい、構造物の安定性が著しく喪失する可能性が考えられる。そのため、砕石置換工法が液状化対策としても効果を発揮するためには、波外力に対する有効な置換範囲に関して明確な指標を示すことは非常に有益となる。そこで本研究では、これまで実施してきた実験技術を援用し、上層を置換した際の下層における砂質地盤の水圧応答を調べる基礎的実験を行った。

実験では、珪砂 8 号の単層、砕石 6 号の単層を基準とし、二層の層厚比を変化させた実験を実施した。Case 2-c-1 は珪砂 8 号単層地盤、Case 2-c-2 は砕石 6 号単層地盤、Case 2-c-3 は上層：砕石 6 号（層厚 0.03m）+ 下層：珪砂 8 号（層厚 0.17m）、Case 2-c-4 は上層：砕石 6 号（層厚 0.08m）+ 下層：珪砂 8 号（層厚 0.12m）の層厚比の 4 ケースで実施した。波浪条件は一樣水深 $h = 0.4\text{m}$ において周期 $T = 1.6\text{s}$ 、波高 $H = 0.12\text{m}$ の規則波を載荷した。実験結果より（図 4）、位相角における地盤深度方向の有効応力分布から詳細に分析すると、砂層の有効応力変動は砂層表層を原点として砕石層の有無に関わらず、大凡、同様の分布を示した（図 5）。この傾向は、前述した数式解による検討でも同様の傾向であった。すなわち、砂層の上部に透水性の高い砕石を敷設することは波浪作用時の砂層地盤内の過剰間隙水圧の発生を抑制しなかった。砕石置換工法による対策効果としては、初期有効応力が増加することで液状化抵抗が増し、地盤の不安定化を抑制する原理によるものと考えられる。

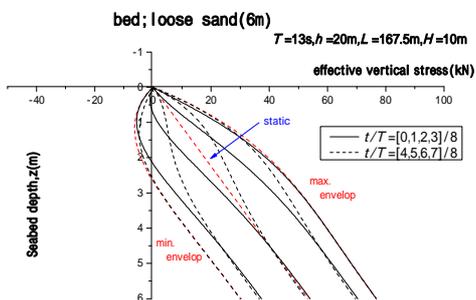


(a) Case 2-c-1 (単層地盤)

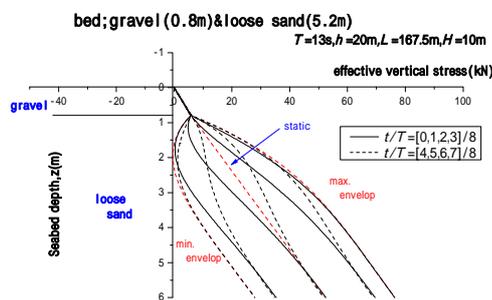


(b) Case 2-c-4 (二層地盤)

図 4 模型実験における波浪作用を受ける海底地盤の有効応力の鉛直分布の変化



(a) 緩い砂の単層地盤



(b) 礫（上層）と緩い砂（下層）の二層地盤

図 5 数式解における波浪作用を受ける海底地盤の有効応力の鉛直分布の変化

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 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Anh Quang TRAN, Kinya MIURA, Tatsuya MATSUDA and Taiki Murakami	4. 巻 Vol.18, Issue 66
2. 論文標題 Sediment flow characteristics around cylindrical structure regarding seabed effective stress response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 62-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21660/2020.66.9377	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 松田達也，三浦均也，高柳林太郎，穴井啓太	4. 巻 Vol.75, No.2
2. 論文標題 透水性・移動性が異なる地盤上の矩形ブロックの波浪応答に関する造波水路実験	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_955-I_960
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.75.1_955	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 松田達也，三浦均也	4. 巻 Vol.75, No.2
2. 論文標題 表層を砕石置換した際の砂地盤における波浪応答に関する造波水路実験	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_949-I_954
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.75.1_949	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 Anh Quang TRAN, 三浦均也, 松田達也, 吉野貴仁	4. 巻 74
2. 論文標題 直線構造物への斜行反射重複波をうける海底における底質移動と侵食・堆積の定量的評価	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_826-I_831
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 穴井啓太, 高柳林太郎, 松田達也, 三浦均也	4. 巻 74
2. 論文標題 波浪により誘発される地盤浸透力と土砂移動に及ぼす地盤の密度の影響に関する造波水路実験	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_727-I_732
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 澤田弥生, 松田達也, 三浦均也	4. 巻 74
2. 論文標題 斜板型有脚式構造物の安定性における波浪外力を受ける海底地盤支持力の重要性	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_1105-I_1110
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 三浦均也, 松田達也, 後藤志侑子	4. 巻 74
2. 論文標題 円柱構造物周辺における海底地盤の有効応力応答を考慮した底質移動解析	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_745-I_750
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 Anh Quang TRAN, Kinya MIURA, Tatsuya MATSUDA and Takahito YOSHINO	4. 巻 16
2. 論文標題 Sediment flow characteristics on seabed subjected to stationary waves with diagonal incident wave loading near line structures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of GEOMATE	6. 最初と最後の頁 152-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21660/2019.54.8295	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 松田達也, 三浦均也, 澤田弥生	4. 巻 Vol.73, No.2
2. 論文標題 波浪場における有脚式構造物と支持地盤への波力載荷特性に関する数値波動水路を用いた検討	5. 発行年 2017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_78-I_83
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 松田達也, 三浦均也, 佐藤隼可, 諫山恭平, 澤田弥生	4. 巻 Vol.73, No.2
2. 論文標題 Dean Numberを適用した移動床造波水路実験における地盤内水圧応答	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_1117-I_1122
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 松田達也, 前田健一, 山口敦志, 高木健太郎, 鶴ヶ崎和博, 宮本順司, 角田紘子	4. 巻 Vol.73, No.2
2. 論文標題 PIVによる水平流れに起因した土粒子・土粒子群の微視的な流動挙動解析	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_529-I_534
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 Tatsuya Matsuda, Kinya Miura, and Yayoi Sawada	4. 巻 Vol. 1892, issue 1
2. 論文標題 Numerical Analysis for Sea Wave Loading on the Pile Foundation of Detached Structures by using CADMAS-SURF	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IGNITE-AICCE '17	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) 10.1063/1.5005667	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 -

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Tatsuya Matsuda, Kinya Miura, Keita Anai and Rintaro Takayanagi
2. 発表標題 PIV ANALYSIS OF THE SANDY SOIL TRANSPORTATION INDUCED OCEAN WAVE ON WAVE FLUME EXPERIMENT
3. 学会等名 9th International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment (GEOMATE2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本遥河, 松田達也, 三浦均也, 高柳林太郎, 牧野凌弥
2. 発表標題 円柱構造物近傍地盤の有効応力変化と砂移動
3. 学会等名 令和元年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuya Matsuda, Kinya Miura, Keita Anai, Yayoi Sawada and Rintaro Takayanagi
2. 発表標題 Stress change in seabed induced by sea wave on wave flume experiment in 1g field
3. 学会等名 9th International Conference on Scour and Erosion (ICSE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuya Matsuda
2. 発表標題 Numerical Analysis for Sea Wave Loading on the Pile Foundation of Detached Structures by using CADMAS-SURF
3. 学会等名 IGNITE-AICCE ' 17 (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究室ホームページ
<http://www.geomech.ace.tut.ac.jp/>

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	三浦 均也 (Miura Kinya) (40190582)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13904)	