

## 一般共同研究（課題番号：29G-03）

課題名：津波再現水槽を用いた海岸巨礫群の運動形態の解明

研究代表者：安田誠宏

所属機関名：関西大学

所内担当者名：森 信人

研究期間：平成 29 年 4 月 1 日 ～ 平成 31 年 3 月 31 日

研究場所：京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーおよび関西大学

共同研究参加者数：14 名（所外 9 名，所内 5 名）

- ・大学院生の参加状況：3 名（修士 3 名，博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [ 実験およびデータ整理補助，3D スキャン計測 ]

研究及び教育への波及効果について

これまで地球物理学的見地からのみ議論されてきた巨礫移動について、水理学的検討を行ったことは、熱帯や亜熱帯沿岸域における巨大水害リスク検討の一助となると考えている。

研究報告

### (1) 目的・趣旨

熱帯や亜熱帯の沿岸部には、珊瑚の石灰岩でできた巨礫が存在しており、津波石や台風石と呼ばれている。これらは文献記録が残っていても、過去数百年から数千年にわたる歴史的な津波や大型台風の発生の証拠として重要である。しかし津波や高波による巨礫の移動限界や空間分布の観測記録は限られており、詳細な移動メカニズムは不明であるため、巨礫移動のモデル化は困難である。本研究では、宇治川オープンラボラトリーの津波再現水槽を用いて巨礫移動に関する水槽実験を行い、そのミクロ的な物理特性の評価を行うとともに、巨礫移動モデルの開発、パラメータの特定とその不確実性の評価を行うことを目的とした。

### (2) 研究経過の概要

平成 29 年度に、津波・高波による巨礫の移動特性および巨礫移動力の算出について検討することを目的とし、水理実験を行った。実験は、宇治川オープンラボラトリーの津波再現水槽（長さ 45 m，幅 4 m，高さ 2 m）を用いた。実験スケールは 1/50 を想定し、使用した模型（石）は最大長辺約 4～17cm で、材質は現地に合わせて琉球石灰岩を用意し、合計 18 種類用いた。すべての石は 3D スキャナーで形状・体積を計測するとともに、比重、摩擦係数等も計測した。実験は、水深を変えつつ、津波を模擬した孤立波と高波を模擬した不規則波を用い、合計 105 ケース行った。水平床の沖側端を石の初期位置として、その移動形態・移動量を計測した。

平成 30 年度は、水理実験の摩擦力や流体力等の各抵抗力の把握及び、津波石の移動現象に関する数値モデル化へ向けたデータ整理をした。取得した実験の基礎データをまとめ、津波石の移動距離を算出するために必要な流体力を求めた。なお、主に抗力からなる流体力の計算時において、形状の異なる石を全て一律の抗力係数で計算をした。この評価方法は不確実性を持つため、ある程度係数に幅をもたせて計算をしている。また、津波石の移動量推定プログラムを本水理実験結果に適用するために、モデルの再構築を行った。具体的には、本水理実験で使用した水路の地形データの作成、PIV 法を活用した流速推定、波高計から得た水位上昇の時系列データのインプットを行った。

### (3) 研究成果の概要

#### 1) 孤立波による巨礫移動特性

実験結果から、孤立波ではリーフ上が干出する場合に移動距離が大きくなった。石に直接砕波が当たる初期水位 0.79 m の実験ケースで、最も移動距離が大きくなったことから、孤立波では砕波位置が変わることが、石の移動距離に大きく影響を与えると考えられる。

#### 2) 不規則波による巨礫移動特性

実験結果から、不規則波ではリーフ上が水没する場合に移動距離が大きくなった。これは石に浮力が作用することで、最大静止摩擦力が減少し、移動距離が大きくなったと考えられる。

#### 3) 石が動き出す力

流体力と最大静止摩擦力の関係から、石が動き出すために必要な力を算出した。不規則波で有義波高が 7.5 cm のケースで石の安定性評価を行った。この実験ケースで動いていない石を除き、幾つかの石について移動限界での流体力を算出した。代表径の一番小さい 4A の石で約 0.14N、代表径の一番大きな 7A の石で約 0.23N まで流体力が減衰すれば、石が動かなくなるという結果を得た。

#### 4) 巨礫移動の時間的変位

石の時間経過毎の移動距離の算出を、動画解析より行った。この結果、不規則波では、約 200 波で石の移動現象が終わり、比較的短い時間で移動限界に達することがわかった。孤立波では、時間経過に比例して移動距離が増加しており、単調に石が移動することがわかった。

### (4) 研究成果の公表

1) 木曾哲志, 安田誠宏, 森 信人, Andrew Kennedy: 津波・高波による巨礫移動特性の実験的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 74, No. 2, pp. I\_361-I\_366, 2018.

2) 木曾哲志, 安田誠宏, 森 信人, Andrew Kennedy: 津波・高波による巨礫移動特性の実験的検討, 平成 30 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp. II-46-1-2, 2018.

3) Kiso, S., T. Yasuda, N. Mori, A. Kennedy, Experimental Study on Transport Characteristics of Coastal Boulders by Tsunami and High Waves, 36th International Conference on Coastal Engineering (ICCE 2018), Baltimore, Maryland, 2018.

4) Yasuda, T., Prasetyo, A., Jonson, V., Kennedy, A. Physical and Numerical Modelling of Tsunami Inundation in Coastal Urban Area, The 15th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS 2018), Honolulu, Hawaii, 2018.

5) Kennedy, A., N. Mori, T. Yasuda, T. Shimozone, T. Tomiczek, A. Donahue, T. Shimura, Y. Imai: Extreme Block and Boulder Transport along a Cluffed Coastline (Calicoan Island, Philippines) during Super Typhoon Haiyan., Marine Geology, Vol. 383, No. 1, pp. 65-77, doi: 10.1016/j.margeo.2016.11.004, 2017.