

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○秦 僚介
大阪大学大学院工学研究科 正会員 佐々木 勇弥

1. 研究の背景と目的

人工海浜は高波浪から背後地を守る防災面としての役割、安全・安心・快適性が求められる利用面としての役割、多くの動植物が生息する環境面としての役割など様々な機能を有している。本研究で対象とする神戸市須磨海岸は、関西圏屈指の人気を誇る海水浴場として利用されている人工海浜である。その利用面の向上のため、海水浴シーズン前には、陸上部に打ち上げられた土砂を重機により汀線付近へ押し戻す等の海浜整備が行われている。シーズン中に台風が来襲した際には、再整備が行われることもある。このように、海水浴場として利用される人工海浜は造成後の維持管理が重要であるが、その海浜変形に関しては、造成計画時に2次元移動床実験や海浜流による水深変化シミュレーション等が行われているものの、一旦造成された後の海浜変形機構は十分に探求されていない。そこで、本研究では、現地調査および定点カメラ画像の解析を通じ、人工海浜陸上部の地形変化とその外力について実証的に明らかにすることを目的とした。

2. 現地調査および外力データ

神戸市須磨海岸を研究対象とした。海浜陸上部の地形変形実態を詳細に把握するため、2019/06/05から2019/11/06に亘り、計17回の現地調査を行った。現地調査では、図-1に示す測線において、RTK-GPSを用いた断面測量を行った。また、さらに詳細な地形変形実態や外力場を捉えるため、神戸市立須磨ヨットハーバー屋上に定点カメラを設置し、図-2のような須磨海岸東部を俯瞰する画像を0.5秒間隔で記録した。

図-3は、神戸港波浪観測塔で観測された外力データである。なお外力データは速報値を用いており欠測値が存在しデータが不連続な箇所も存在する。

2019/08/15に台風10号が須磨海岸を通過した。こ

の台風来襲時には、最大有義波高1.88m、最大潮位T.P+1.28mを記録した。図-4に、台風10号来襲前後を含む測量結果を示す。図-4から、台風通過前後の2019/07/09から2019/08/16にかけて断面地形が大きく変化していることがわかる。一方、神戸港波浪観測塔で有義波高2.0mを超える波浪が来襲した2019/08/16から2019/10/09には、顕著な断面変化は生じなかった。その他の比較的静穏な期間を通じては、大潮満潮位付近への土砂の堆積が生じていた。



図-1 須磨海岸概要図



図-2 須磨海岸東部俯瞰画像

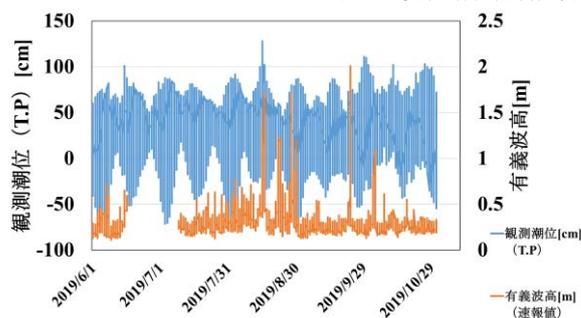


図-3 外力データ

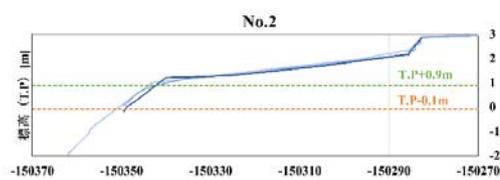


図-4 現地観測結果(2019/06/05 から 2019/07/09)

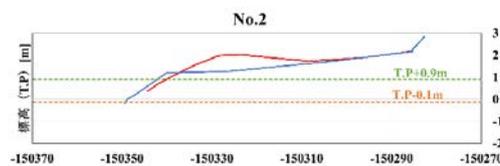


図-4 現地観測結果(2019/07/09 から 2019/08/16)

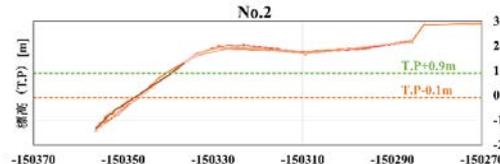


図-4 現地観測結果(2019/08/16 から 2019/11/06)

3. カメラ画像に基づく遡上波の解析

台風通過時に顕著な地形変化が生じることが確認されたため、定点カメラ画像を基に台風通過時の遡上波の解析を行った。図-1のNo.1 (x=73000) からNo.6 (x=72750), それぞれにおける波浪の遡上運動を解析した。測線間隔は50mである。

時々刻々の遡上運動を定量的に捉えるため、毎正時前後10分間の定点カメラ画像をオルソ画像に変換し、それを基に対象断面のTime-stack画像を作成した。そして、図-5のように、このTime-stack画像から波浪の遡上端を抽出し、20分間における最大遡上端をその時刻の最大遡上端と定義し、それを各測線における汀線からの距離に変換したものをその時刻の最大遡上距離とした。

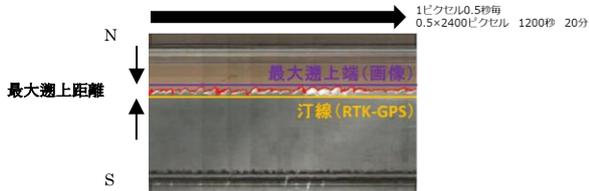


図-5 最大遡上距離抽出

なお汀線は2019/07/09に実施した縦断面測量結果に標高表示でz=0.0mの点を内挿し求めた。台風来襲時の最大遡上端は、波浪のピークが記録された夜間であったと考えられるが、画像が暗く遡上波の挙動を捉えるのが困難であったため、ここでは、2019/08/15の06:00から17:00を分析対象期間とした。

4. 結果および考察

図-6は2019/07/09と2019/08/16の縦断面測量結果から単位幅あたりの土砂打ち上げ量を計算したものである。なお須磨海岸における離岸堤配置は図-1に示す通りであり、波向きは南西の波が卓越していた。また、須磨海岸西部においては2017年に養浜工事が施工された。図-6において、土砂打ち上げ量は測線毎で大きな差が見られた。また図-7に、平均潮位時刻の汀線を基準とした波浪の最大遡上距離を示し、図-8に同時系列の潮位データを示す。図-7、図-8から平均潮位時刻の汀線を基準とした波浪の最大遡上距離には、潮位変化の影響が見られた。また17:00における最大遡上距離に着目すると、測線No.2, No.3, No.5と測線No.1, No.4, No.6には大きな差が見られ波浪の最大遡上距離の空間的差異が顕著であった。

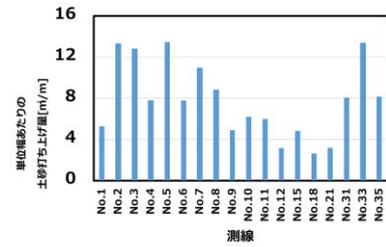


図-6 測線毎の単位幅あたりの土砂打ち上げ量

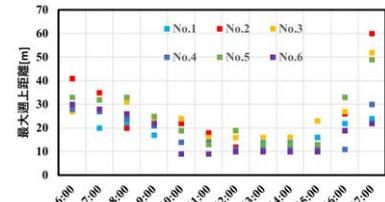


図-7 平均潮位時刻の汀線を基準とした波浪の最大遡上距離

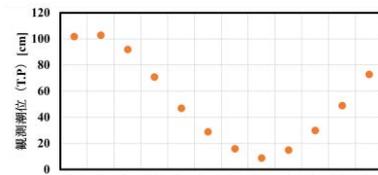


図-8 図-7と同時系列の潮位データ

各測線における毎正時の最大遡上距離の平均値と単位幅あたりの土砂打ち上げ量を比較したものを図-9に示す。図-9から波浪の最大遡上距離の空間的分布の結果として、土砂の打ち上げ量に差が生じていることが分かった。

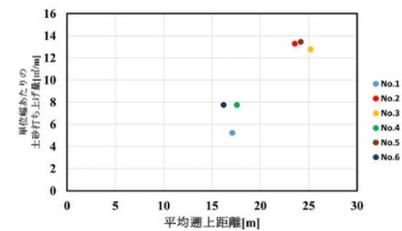


図-9 遡上距離と土砂打ち上げ量の関係

5. 結論

本研究より以下の知見が得られた。

- ①人工海浜における地形変化は台風通過時に大きく生じていることがわかった。また平常時の地形変化については大潮満潮位付近で生じていることがわかった。
- ②平均潮位時刻の汀線を基準とした波浪の最大遡上距離には、潮位変化の影響とともに、離岸堤配置の影響が見られ、空間的差異が顕著であった。
- ③上述した波浪の最大遡上距離の空間的分布の結果として、土砂の打ち上げ量に差が生じていることが分かった。