

紀伊水道沿岸砂浜の表層砂の液状化特性に関する基礎的実験

神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 ○宇野 宏司
 神戸市立工業高等専門学校都市工学科 正会員 柿木 哲哉

1. 目的

近年、環境保全と防災・減災の両面から、様々な国土空間でグリーンインフラ整備の可能性が検討されている。このうち沿岸に広がる砂浜は、自己修復能力を備えたメンテナンスフリーのグリーンインフラとして、特に高波・津波の被害低減効果が期待されている。本研究で対象とする紀伊水道沿岸には、生態系の保全や観光・景観資源としても貴重な砂浜が数多く分布している（図-1）が、南海トラフ地震等により生じる液状化の規模によっては、これらの機能が十分に発現されない可能性が考えられる。本研究では、現地で採取された砂を用いた画像解析及び簡易な液状化実験をもとに、当該地域における砂浜の Eco-DRR（Ecosystem-based Disaster Risk Reduction）機能について考察した。

2. 研究内容

図-2に研究のフローを示す。

現地調査及び採取試料の前処理：2016年8月～9月にかけて、図-1に示す砂浜（和歌山県29地点、徳島県13地点）において汀線付近の表層砂を採取した。採取した砂は実験室に持ち帰って洗浄した後、室内で自然乾燥させ実験試料とした。

粒度特性把握に係る画像解析：全ての実験試料に対し、同一の条件下で画像を撮影し、画像解析によって平均粒径や均等係数、凹凸係数（各砂粒の断面積と外周長より計算される）等の粒度特性値を得た。

液状化実験：水道水を十分に浸透させた飽和状態の実験試料に玩具用BB弾（粒径約6mm、比重1.02）、マップピン（粒径10mm、比重1.03）を15個（BB弾10個、マップピン5個）投入し、実験試料と十分に混合させた状態で、地震液状化実験装置（UCHIDA製、DG-32）に設置し、1分間の振動を与えた。この振動により試料中より浮上したBB弾とマップピンの個数をカウントした。本実験は1試料あたり3回繰り返す行い、その合計値から浮上率を算定した。また、各試料に対し、小型メモリー圧力計（JFEアレック製、DEFI-DHG）にて、間隙中の水圧挙動を計測するとともに、各試料の実験時の含水率についても計量した。

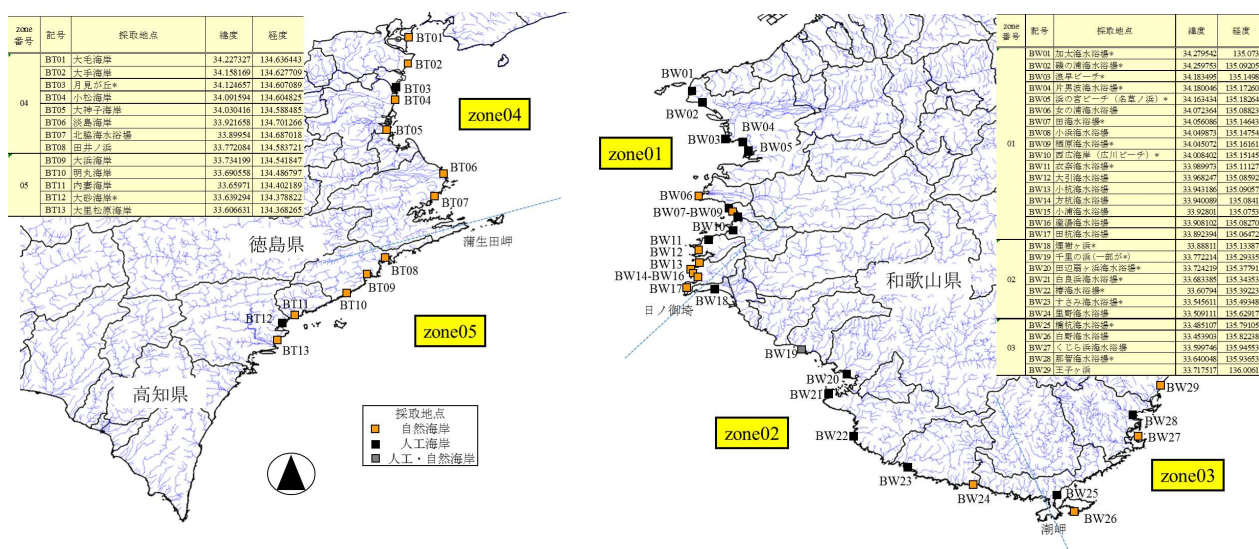


図-1 調査地点（紀伊水道沿岸砂浜）

キーワード 紀伊半島, 砂浜, 液状化実験, 画像解析, Eco-DRR

連絡先 〒651-2194 兵庫県神戸市西区学園東町 8-3 神戸市立工業高等専門学校 TEL 078-795-3311

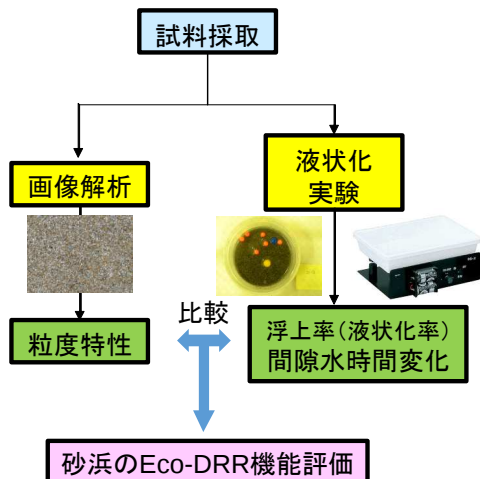


図-2 研究フロー

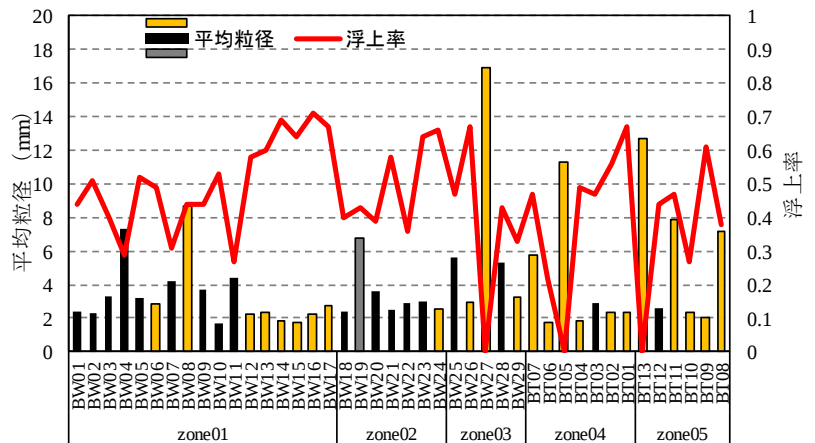


図-3 平均粒径と液状化のしやすさの空間分布

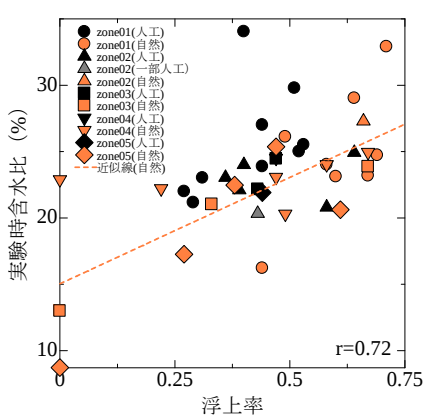


図-4 浮上率と実験時含水比の関係

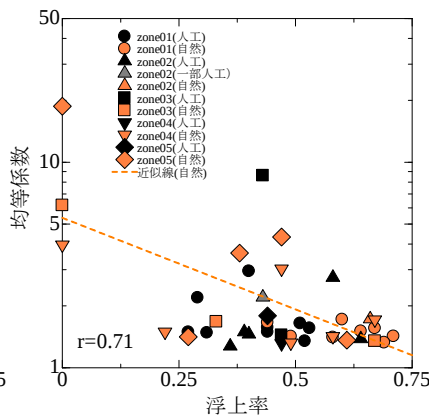


図-5 浮上率と均等係数の関係

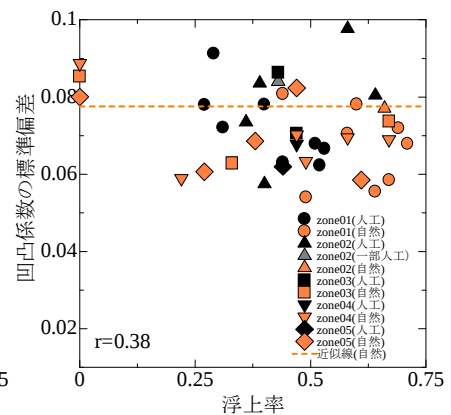


図-6 浮上率と凹凸係数 FU の標準偏差との関係

3. 結果と考察

図-3 に各砂浜における平均粒径と浮上率を示す。当該地域では和歌山県側で人工砂浜、徳島県側で自然砂浜が多く広がっている（図-1 参照）が、両者とも平均粒径が小さくなるほど浮上率が高くなる傾向が見られた。また、一部の自然砂浜は中礫・粗礫を多く含むところも見られ、こうしたところではいずれも液状化現象は起きなかった。なお、自然乾燥状態で同様の実験も行ったが、この場合は全ての地点で液状化・分級現象は見られず、浮上率はゼロであった。図-4 に浮上率と実験時含水比の関係を示す。人工砂浜では両者の間にばらつきが見られるものの、自然砂浜に限ってみれば強い相関が見られ、含水比は液状化発生の有無及び現象の規模を大きく支配する因子であると考えられる。図-5 に浮上率と均等係数の関係を示す。一般に均等係数が 10 以下の砂は「粒度分布が悪い」と区分され、限られた粒径幅の砂が存在していることになる。本図より、淘汰がすすんだ砂浜ほど浮上率が高くなっており、粒径分布も液状化発生の有無及び現象の規模を大きく支配する因子であるといえる。一方、凹凸係数 FU の標準偏差（ばらつき）との関係（図-6）についてみると、弱い相関が得られることから、前者ほどの決定因子とはならないことが確認された。

4. まとめ

以上の実験結果から、現地砂浜での Eco-DRR 機能が十分に発現されるためには、不飽和な状態の面をより広く確保することが重要であるといえる。その際、短期的かつ恒常的な潮位による海水準変動だけでなく、長期的な視点から地球温暖化に伴う海水準上昇による Eco-DRR 機能低下の可能性を視野に入れ、ところによっては人工的な海岸保全施設と組み合わせた砂浜の管理・運用が求められる。