

UAV 撮影動画分析による離岸堤と人工リーフ背後における波と流れの比較研究

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

海岸工学研究室 1240039 岡本 輝

指導教員 佐藤 慎司

1. 研究背景と目的

物部川河口付近から高知新港にかけての海岸では、海岸侵食対策として離岸堤が整備してあるが、一番西側（高知新港側）のみが人工リーフとなっている。この海岸の離岸堤背後では砂浜が形成されているにも関わらず、人工リーフ背後では砂浜が形成されていない（図1）。この原因について調査を行ったが、既往研究¹⁾²⁾³⁾においては離岸堤と人工リーフの比較によって明らかにされているものは確認できなかった。また、この人工リーフは高知海岸の高潮・侵食対策として整備されたが、想定していた防護機能を発揮できていないことから、人工リーフ改良工事が行われており、現在は人工リーフの一部が離岸堤化しており、位置や波向きがほぼ同じ条件の下に離岸堤と人工リーフの両方が隣接している状況にある。

そこで、本研究では現在人工リーフの一部が離岸堤化している領域を研究対象領域とし、砂浜形成の有無の原因を、構造物背後の波と流れの観点から、離岸堤と人工リーフの比較によって明らかにすることを研究目的とした。

2. 研究対象領域

研究対象領域は、物部川河口付近から高知新港にかけて整備してある構造物の一番西側に存在する人工リーフ周辺とする。この人工リーフは想定していた防護機能を発揮できていないことから一部が離岸堤化している（図1）。

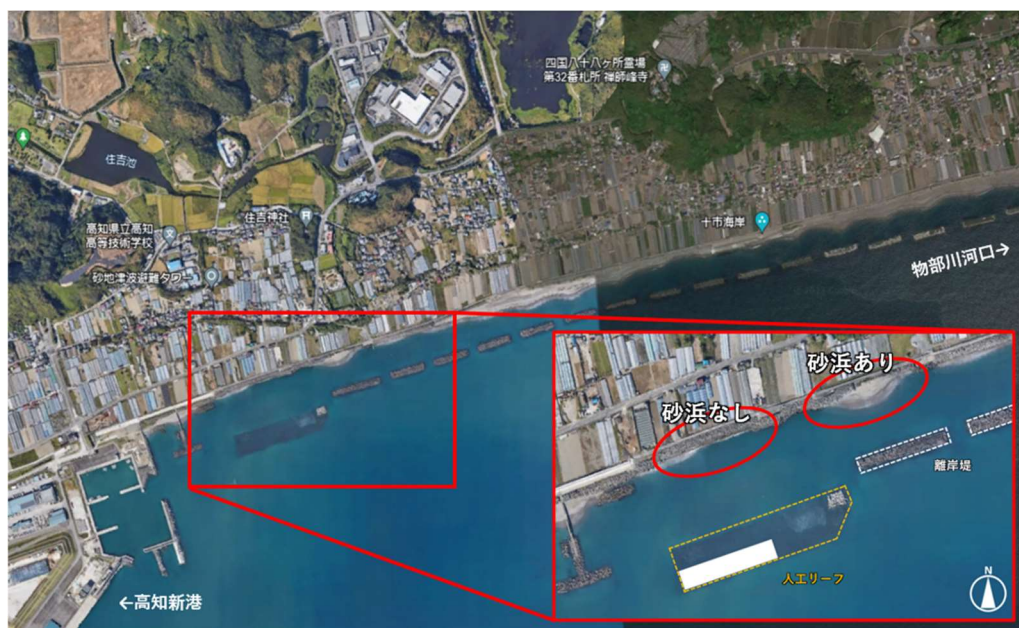


図1, 研究対象領域

[ここに入力]

3. 研究方法

(1) UAV による動画撮影

2023 年 5 月 20 日に高知県高知市仁井田にある研究対象領域（図 1）周辺の海面の様子を、UAV を用いて高度約 100m から約 5 分間の斜め動画を撮影した。

(2) 波・流れの分析

研究対象領域にて撮影した動画を用いて波・流れの動きの分析を行った。

波とは、水粒子が往復を繰り返している運動のことを指し、その往復の向きが波の向きとなる。そのため、波については撮影した動画から 1 秒間の差分画像（図 2）を生成し、生成された差分画像から 1 秒間の波の動きを割り出した。さらにこれを数秒間にわたって行うことで、構造物周辺の波向きの平面分布を得た。

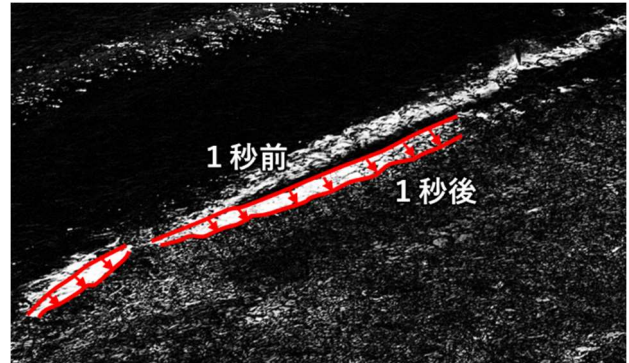


図 2，生成される差分画像

流れとは、水粒子が実質的に移動する運動を指し、水粒子が移動する向きが流れの向きとなる。波が短い時間の往復運動であるのに対し、流れは長い時間をかけて少しずつ移動していくことから、撮影した動画を倍速再生し、海面上の泡や漂流物に注目して数十秒間の軌跡を追うことで流れの向きの分析を行った。

(3) 海岸線に及ぼす影響の考察

(2)にて分析を行った波の向き、流れの向きから、波と流れが海岸線における砂浜形成にどのように影響を及ぼしているのかを考察した。

4. 離岸堤・人工リーフ背後での波・流れの動き

過去の研究（宇多ら，(1989)⁴⁾）により、離岸堤・人工リーフの背後においては、波・流れは次のような動きをすることが分かっている。

- 1) 離岸堤背後では、波・流れは離岸堤の両側からまわり込むような動きをする。離岸堤背後においては動きが収束するため、砂浜が形成される（図 3）。
- 2) 人工リーフ背後では、波・流れは人工リーフ上を通過した後に両側に広がっていくような動きをする。人工リーフ背後においては動きが発散するため、砂浜が形成されない（図 4）。

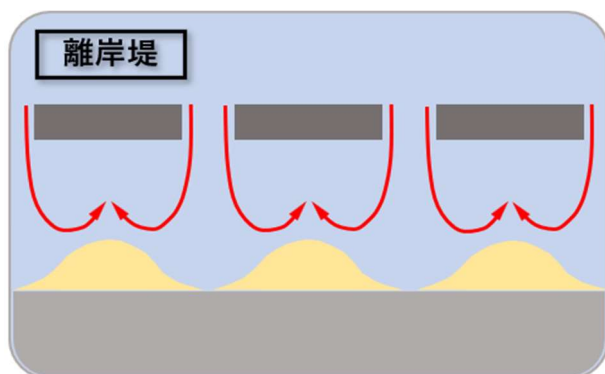


図 3，離岸堤背後における波・流れの動き

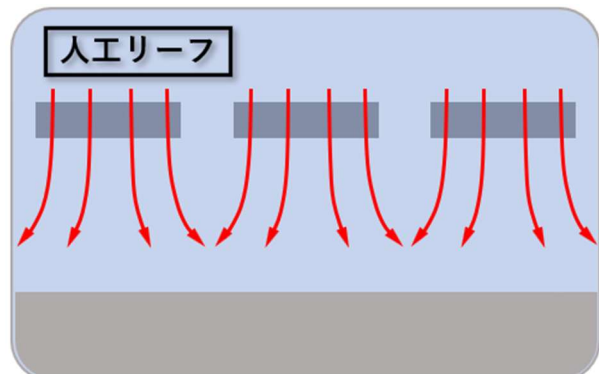


図 4，人工リーフ背後における波・流れの動き

[ここに入力]

5. 分析結果

5-1. 波に関する分析結果

波に関する分析結果を図5に示す。また、離岸堤西側の拡大図を図6、離岸堤西側（人工リーフ上）の拡大図を図7として以下に示す。

離岸堤西側（図6）においては、海岸に向けてきた波は、離岸堤西側を通過した後、離岸堤の背後にまわり込むような動きをしていることがわかる。これは、図3と同様の動きと捉えることができる。

離岸堤東側（図7）においては、人工リーフ上を通過した波は東西に広がっていくような動きをしていることがわかる。また、離岸堤付近を通過した波は、離岸堤の背後にまわり込むような動きをしている。この動きも図3、図4と同様と捉えることができる。

図6、図7より、波の動きは離岸堤の背後では収束、人工リーフの背後では発散の動きをしていることがわかる。

5-2. 流れに関する分析結果

流れに関する分析結果を図8に示す。まず人工リーフ背後に注目すると、人工リーフ背後において東西に広がっていく動きをみせており、図4のような発散の動きをしている。しかし、離岸堤の背後に注目すると、東側は離岸堤背後に向かってまわり込むような動きをしているが、西側においては離岸堤背後から西側に流出するような動きをしている。これは、図3とは逆向きの動きである。

6. 考察

流れに関する分析結果（図8）において、流出するような動きをするのは、研究対象領域周辺の水位が関係していると考える。

流れは水位が高いところから水位が低いところに向かって移動する。また、離岸堤の背後では周辺に比べて水位が低くなり、人工リーフの背後では水位が高くなる。これらのことから、流れは人工リーフ上を通過した後、離岸堤の背後を通り、離岸堤西側に向かって流出するような動きをしているのではないかと考える（図9）。

さらに、図10に示すように、離岸堤の西側では碎波が発生しているが、この地域では人工リーフの離岸堤化が進む以前は現在よりもさらに発散する流れの影響が強く、この強い流れによって流出した土砂が西側領域に堆積し、その部分の水深が浅くなることにより碎波がみられているものと考察する。



図5, 波の動きの分析結果



図6, 離岸堤西側の波の動き



図7, 離岸堤東側の波の動き



図8, 流れの動きの分析結果

[ここに入力]

7. 結論

本研究では、人工リーフの離岸堤化が進む海岸周辺を研究対象領域として UAV を用いて空撮を行った。さらに、撮影した動画を波と流れそれぞれについて分析することで、波と流れの形態を明らかにした。本研究を通じて得られた結論を以下にまとめる。

- 1) 空撮動画をコマ送り画像にすることで、波と流れについて定量的に分析を行うことができる。
- 2) 人工リーフ背後においては、波と流れは図4のような発散する動きをみせる。そのため、人工リーフの背後においては土砂が堆積せずに砂浜が形成されない。
- 3) 離岸堤背後においては、波は図3のような収束する動きをみせる。しかし、流れは離岸堤東側では収束、西側では発散の動きをしている（図9）。これは、離岸堤東側に位置する人工リーフの背後において水位が上昇することや離岸堤背後では周辺に比べて水位が低くなることが影響していると考えられる。
- 4) 離岸堤西側においては碎波が複数個所で発生していることから（図10）、研究対象領域の離岸堤化が進む以前は現在よりも人工リーフ背後の水位上昇の影響が強く、西側へ向かう発散の流れにより人工リーフ背後の土砂が流出していたものと考えられる。

以上より、砂浜の形成・侵食には流れの向きが大きく影響しており、砂浜を形成するためにはこれを考慮する必要がある。また、研究対象領域においては、一部のみでも人工リーフの領域が残ると、人工リーフ背後における水位上昇の影響が強く残るため、砂浜の回復を図るためには、人工リーフの全域を離岸堤化する必要がある。

8. 参考文献

- 1) 西谷康男，速水正辰，豊島修：離岸堤の堆砂効果と海底変化，第28回海岸工学講演会論文集，pp.266-270. (1981)
- 2) 二階堂竜司，亀田知沙，五十嵐雄介，大塚健太，松井博幸，天野直哉：人工リーフ背後の堆砂機構に関する分析―胆振海岸白老工区の例―，土木学会論文集 B2(海岸工学)，第75巻，pp.661-666. (2019)
- 3) 宇多高明，森川数美，上橋昇，大木孝志，芹沢真澄，神田康嗣，福本崇嗣：皆生海岸のクレスト型人工リーフ周辺の地形変化実態とその予測，土木学会論文集 B2(海岸工学)，第65巻，pp.571-575. (2009)
- 4) 宇多高明，坂野章，竹淵勉：高知海岸人工リーフ水理模型実験報告書，土木研究所資料，第2782号 (1989)

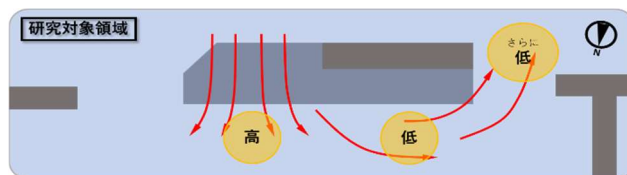


図9，研究対象領域周辺の流れの動き



図10，碎波の発生箇所