

福田漁港サンドバイパスシステムの現状と今後の対策案

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

1240178 渡邊 菜月

指導教員 佐藤 慎司

1. 研究背景と目的

近年、海岸侵食が世界的に深刻化しており、船での海上輸送やダンプトラックによる陸上運搬などの方法により土砂を輸送する養浜による海岸侵食対策が実施されている。しかし、それらの対策は騒音や排気ガスによる環境問題が課題となっている。静岡県磐田市の福田漁港では環境への悪影響が少ない海岸侵食対策として、2014 年からジェットポンプ式のサンドバイパスシステム（JP-SBS）が日本で初めて導入された。JP-SBS はジェットポンプで堆積側海岸の土砂を吸い上げ、海岸侵食域に恒久的な土砂輸送を行うシステムである。福田漁港周辺では、防波堤の影響で漁港東側への土砂供給が妨げられ、漁港西側の堆積と東側の侵食が問題視されている。2015 年 10 月から連続的な運転が開始され、開始当初は目標量の 8 万 $\text{m}^3/\text{年}$ の土砂輸送を達成していたが、2017 年度以降不調となり、現在は運転開始時より大幅に土砂輸送量が減少している（図 1）。

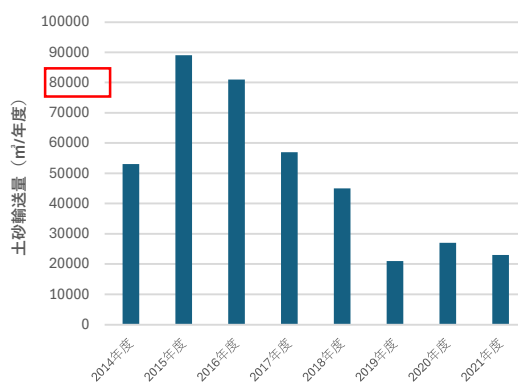


図 1 土砂輸送量推移（2014-2021）

波多野ら(2017)[1]や山田ら(2019)[2]では同システムによる海浜変形が分析されているが、これらの研究は JP-SBS による土砂輸送量が減少する以前についての研究であり、JP-SBS が不調となった原因については不明な点が多く残されている。そこで、JP-SBS における不調の原因を分析し、対策を提案することを本研究の目的とする。

2. JP-SBS 導入前後の堆積・侵食状況の推移

(1) 汀線変化

Google Earth Pro の衛星写真を用いた汀線の比較により、JP-SBS 導入前後（2014～2021）の侵食状況の分析を行なった（図 2）。

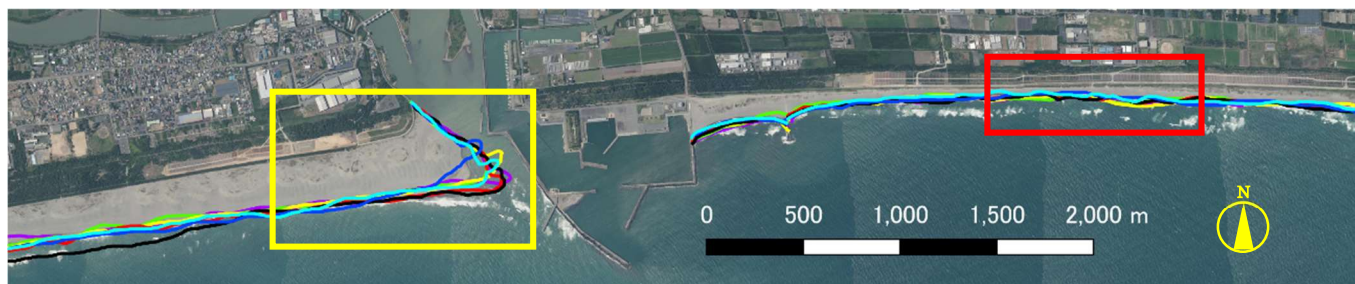


図 2 地形変化

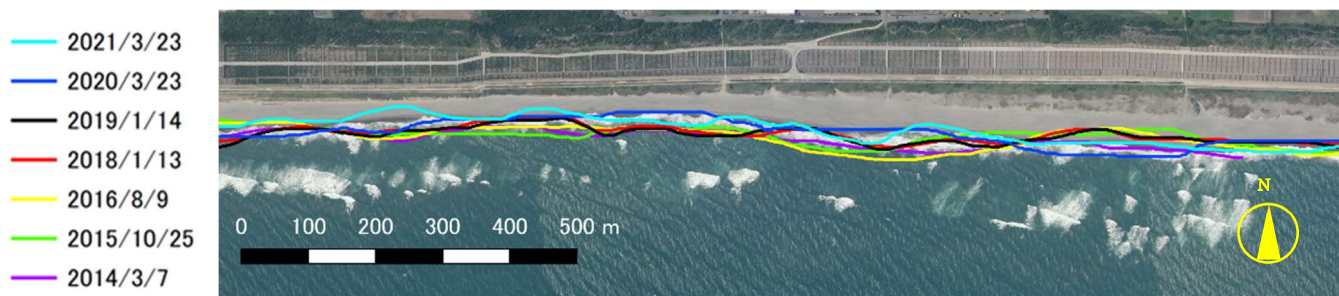


図3 東側の地形変化

図2の赤で囲った部分（東側）に着目すると（図3）、2015～2016年では堆積しているが、それ以降は再び侵食が進行しており、2017年度からのSBSの不調が東側海岸の汀線の後退にも表れているといえる。

また、図2の黄色で囲った部分（西側）に着目すると（図4）、堆積が進行しているという傾向は見られず、汀線変化とSBSの不調との因果関係は確認できなかった。西側では汀線の位置は変化しないものの、海域の土砂量は変化している可能性があるため、深浅測量データを分析することにした。

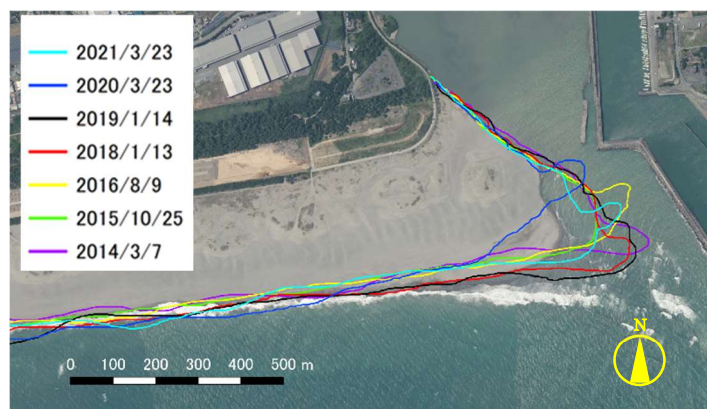


図4 西側の地形変化

(2) 栈橋周辺の土砂量推移

福田漁港周辺における深浅データ（静岡県）を基に、図5の青で囲った部分を抽出して土砂量推移の分析を行なった（図6）。

図6より、SBS導入後、2015～2018年頃まではグラフが横ばいになっており土砂量の増加が抑えられているが、2019年頃からはグラフが右上がりとなっており年間約8万 m^3 ほど土砂量が増加していることがわかった。

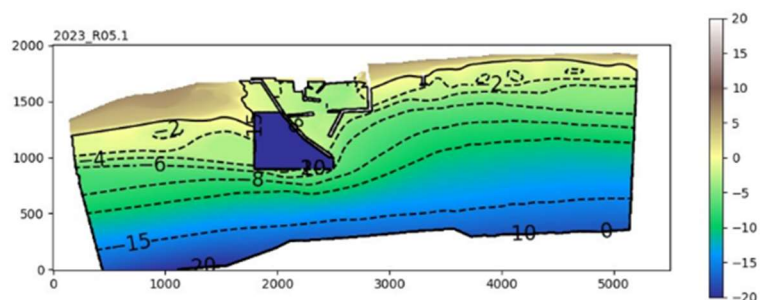


図5 分析対象領域

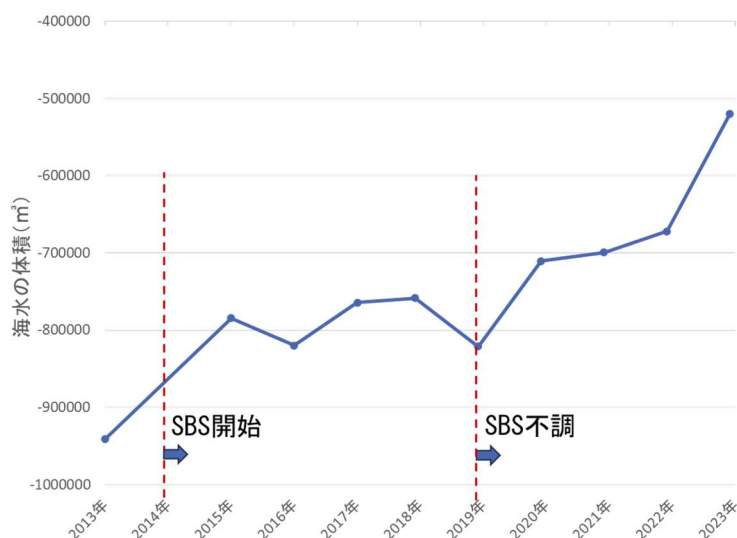


図6 栈橋周辺の土砂量推移

(1)で分析した汀線変化からはSBSの不調による漁港西側への影響は確認されなかったが、深浅データからは栈橋周辺の土砂量が不調後に増加していることが確認でき、SBSの不調に伴い汀線変化には表れない海中部で土砂が堆積していることが明らかとなった。

3. 砕波の発生箇所

海域に土砂が堆積して水深が浅くなると、水深によって規定される砕波の位置が沖側に移動することになる。このことから、図7にイメージ図を示すように、土砂が堆積する前は栈橋近くでも砕波が発生しており、ジェットポンプ周辺にゴミが波により攪拌されていたのに対して、土砂が堆積した後では砕波の発生箇所が栈橋よりも沖側に移動していると考えられる。そして、栈橋付近の波は砕波後の勢いのない波となり、ジェットポンプ周辺にゴミが蓄積されて、ゴミがジェットポンプに詰まり、土砂を吸い上げられなくなっていると考察した。

そこで、栈橋周辺における砕波の発生箇所を年度別に比較することとした。Google Earth Pro の衛星写真より、砕波の発生箇所が確認できるもののみを抽出し、分析を行なった。その結果、砕波の発生箇所が2014年以後に徐々に栈橋より沖側へ移動していることが確認でき、2020年には栈橋から約200m 沖合で砕波していることが確認できた（図8）。

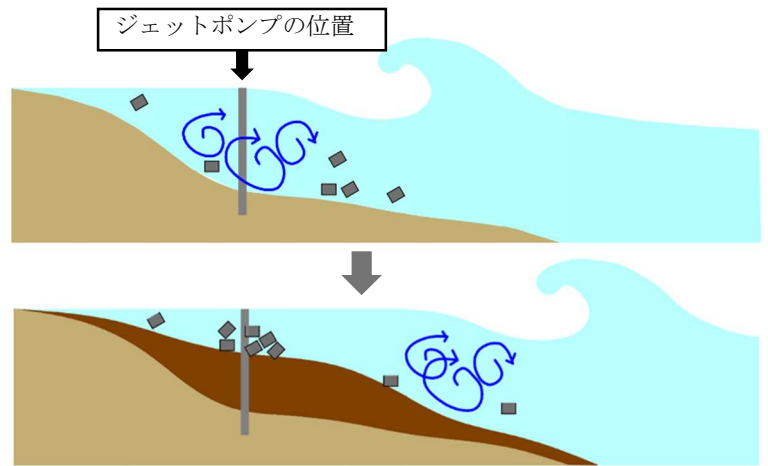


図7 土砂が堆積する前後のイメージ図

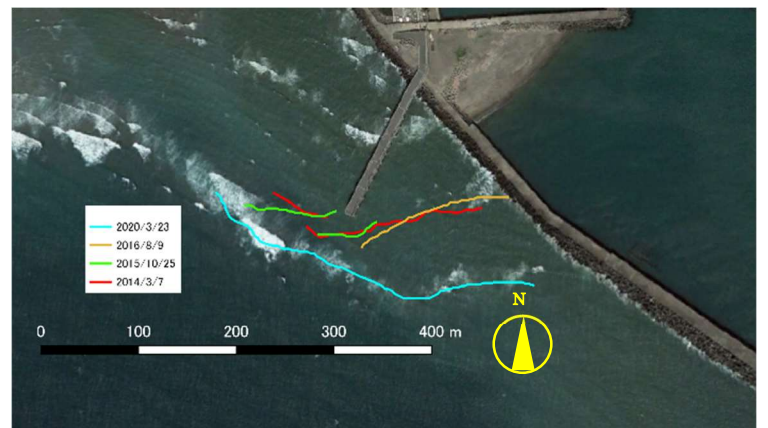


図8 砕波の発生箇所

4. 対策案

(1) SBS の安定運用のための対策

ゴミの蓄積が原因で SBS が不調となっていることがわかった。しかし、ゴミを除去するだけでは砕波点は沖側のままで、堆積した土砂により栈橋近くに勢いのある波が到達しないため、すぐにゴミが蓄積してしまうことが考えられる。そのため、再び SBS 運転開始当時のように土砂を吸い上げられる状態にするためには、栈橋周辺に堆積した土砂を掘削し、栈橋近くで砕波が発生する状態に戻す必要がある。また、砕波の発生箇所を常にカメラで監視し、砕波の発生箇所が栈橋から沖合に移動したら土砂を掘削することを繰り返すことで、SBS を安定的に運用できると考える。

(2) 検証

栈橋の先端に設置されたカメラによりコマ送りで撮影された画像30枚から平均画像を作成し、砕波の発生箇所を確認できるか検証を行なった。検証は、2023年の10月～11月の画像データから砕波の発生が多かった日を抜粋し、10/21、11/6、11/12について行なった（図9、図10、図11）。



図 9 10/21 合成画像



図 10 11/6 合成画像



図 11 11/12 合成画像

図 9～図 11 を見ると、黄色の矢印で示したように、白い部分が線状になって表れている。この結果から、この線に沿った位置で波が砕けていることがわかる。このような簡便な監視を継続すれば、土砂の堆積状況をモニタリングできるため、早期の対応が可能となる。

ただ、今回は座標を設定していない斜めから見た画像のため、この画像からは栈橋との距離感が不明瞭である。座標を設定して真上から見た画像に変換することで、栈橋から砕波発生箇所がどのくらい離れているかを確認することができると考える。

5. 結論

本研究では、サンドバイパスシステム導入前後の堆積・侵食状況の推移と砕波の発生箇所を分析し、以下の結論を得た。

- (1) SBS の不調の原因は、システムの不調などに起因して栈橋沖側に過剰に土砂が堆積し、砕波の発生箇所が栈橋から遠ざかることで、ジェットポンプ周辺にゴミが蓄積したことである。
- (2) 現状を改善するためには、栈橋周辺に堆積した土砂を掘削し、ジェットポンプ周辺で砕波が発生する環境にすることが必要である。
- (3) システムを安定的に運用するためには、監視カメラで撮影した画像を真上から見た画像に変換して砕波の発生箇所を確認し、砕波点が沖側に移動する兆候が見られた際には、堆積した土砂を機動的に掘削することが有効と考えられる。

参考文献

- [1]波多野景治, 佐藤慎司, 櫻澤崇史: 福田浅羽海岸サンドバイパス事業による海浜回復の実態, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第 73 巻, pp.805-810. (2017)
- [2]山田匠, 藤原剛, 田村勇一朗, 片山裕之: ジェットポンプ式サンドバイパス試験運転における土砂輸送及び海底地形モニタリングについて, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第 75 巻, pp. 589-594. (2019)
- [3]Google Earth Pro : <https://earth.google.com>
- [4]国土地理院 : <https://www.gsi.go.jp>