

サンドリサイクル工法を用いた海岸保全に関する研究

鳥取大学大学院 学生会員○浜上 茂樹

鳥取大学工学部 正会員 松原 雄平・黒岩正光

1. はじめに

鳥取県東部に位置する鳥取海岸は、一級河川千代川の流送土砂で形成された北に開いた直線状の砂丘海岸であり、千代川右岸側には有名な鳥取砂丘がある。河口周辺では、1970年～1985年にかけて、鳥取港の拡張工事、千代川河口の付け替え工事ならびに河口導流堤建設工事など、一連の工事が実施されてきた。こうした大規模かつ急速な河川あるいは海岸環境の変化は、近隣の海岸地形に何らかの影響を及ぼすことが想定される。特に、鳥取港東側の砂丘湯山海岸では、近年、海岸侵食が顕著化しており、応急的な処置として緩傾斜護岸あるいは恒久的な保全目的としての人工リーフの造成がなされている。

一方、砂丘海岸の土砂供給源である千代川河口部は、冬季における風波浪による土砂の打ち込みや、出水による土砂移動が活発であり、河川改修工事後も、年間数万 m^3 の土砂量の変化があり¹⁾、砂州の存在など、河口域は土砂を蓄える機能も有するところでもあると考えられる。そこで、本研究では、この河口の堆積土砂を海岸保全に有効に利用するひとつの試みとして、千代川の河口部堆積土砂を砂丘海岸の侵食域へと運搬し、養浜を行うサンドリサイクル工法について検討する。

2. サンドリサイクル工法

サンドリサイクル工法は人工構造物などにより沿岸漂砂の連続性が断たれ、一方で堆積、他方で侵食が生じている海岸や航路や泊地の埋没が著しい港と侵食対策が必要な海岸が隣接している場合等に用いられる工法である。本工法は基本的に付帯施設を必要としないことから、近自然的な海岸の維持、保全に優れており、隣接海岸に対する影響を和らげることもできる。国外では多くの実施例があるが、国内の事例は少なく、弓ヶ浜海岸や天橋立、駿河海岸等の事例があるにすぎない。

本研究では土砂の輸送手段としてトラック輸送とスラリー輸送(管内に固体と液体が存在する固液二相流)を挙げ、サンドリサイクルに関する輸送効率などを求めた。

3. スラリー輸送

スラリー輸送とは土砂を搬送物体(海水)との混合体(スラリー状)としてサンドポンプを用いてパイプライン輸送することをいう。19世紀初頭に米国カリフォルニアの金鉱山で採掘された土砂を運び出すのに使用されたのが始まりとされ、19世紀後半には、石炭や砂利の輸送といったように工業的な用途としても使用されてきた。最近では輸送規模が大きくなる傾向があり、安全性および経済性の観点から、より確かな設計技術の確立が求められている。²⁾ しかし、スラリーの流動は流送条件によって極めて多様な性状を呈し、まだ十分理解されていない点が多いため、現在も研究が進められている。

4. 千代川河口～鳥取海岸サンドリサイクルの検討

1) 千代川河口における土砂量： まず、1985年8月から1986年8月までに千代川河口部で5回実施された深浅測量結果(宇多)を用いて土砂変化量を推定した。図-1は1985年8月を基準とした1年後の流

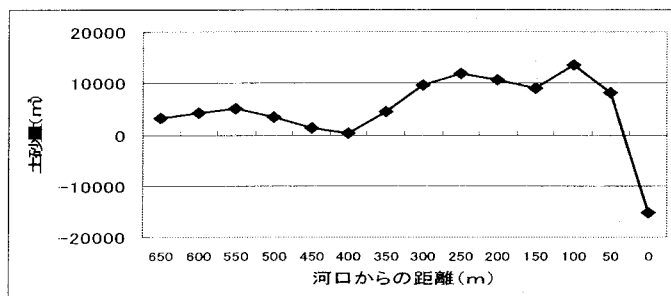


図-1 1年後の土砂量の場所的変化(1985年8月基準)

表-1 土砂量(1985年8月を基準)

(※50mあたりの土砂量, 単位: m^3)

	1985.11	1986.1	1986.3	1986.8
650	4850	3250	3100	3150
600	2400	1300	0	4200
550	2450	650	250	5050
500	1400	2650	1800	3350
450	1600	2900	2450	1450
400	-150	3300	9200	400
350	1850	13550	16350	4450
300	4600	13550	15000	9700
250	6200	9750	7050	12000
200	4450	4850	2200	10650
150	-2000	-400	-50	9100
100	-4600	4150	1350	13550
50	0	200	-6350	8250
0	-3250	-12400	-19150	-15250
合計	19800	47300	33200	70050

下方向 50mの長さに川幅と水深変化量を掛け合わせ計算した土砂量の場所的变化を示したものである。表-1 は期間毎の土砂量の推定値を示したものである。これらの図表から年間約 7 万 m³堆積があることが分かる。

2) 輸送ルートの決定： 千代川河口域から砂丘・湯山海岸までの縮尺 1/30000 の地図上でダンプ・トラック輸送、スラリー輸送ルートの距離を計測した。その結果、図-2 に示すように、それぞれの輸送距離をトラック輸送 6.4km、スラリー輸送 4.4km とする。

3) 輸送・運搬工法の比較： サンドリサイクルにおける土砂輸送方法を表-2 に示す。

A. 掘削+トラック

掘削土砂をトラック (10t) で輸送し、ブルドーザー (2t) で押し出す。掘削量は、陸上 35000 m³、水中 35000 m³とする。土砂採取位置から投入位置まで 6.4 km 運搬する。

B. 吸砂器+パイプライン

捕砂施設及び陸上部からクローラークレーンで吊り上げた吸砂器で土砂を採取する。吸い上げた土砂はサンドポンプで投入位置まで約 4.4km 排送する。

4) 輸送効率について： スラリー輸送とトラック輸送の輸送効率について比較を行った。輸送効率の詳細な計算方法は紙面の都合上講演時に譲るとし、結果のみを示すと、7 万 m³の土砂を輸送するのに要する稼働日数はトラック輸送で約 33 日間、スラリー輸送では約 42 日間であった。なお、トラック輸送に必要なトラック台数は約 24 台である。

土砂採取量が増加すればスラリー輸送の場合、稼働日数を延ばすことで対応可能であるが、トラック輸送の場合、輸送ルート周辺における騒音や振動などの問題が懸念される。またスラリー輸送の場合、パイプラインが地中埋設可能であるとはいえ、輸送ルートが国立公園内を通ることに問題がある。

騒音や危険性が少ない点や輸送にかかる要員が少なくて済む点などスラリー輸送には利点が多いが、施設建設費 (パイプライン、吸砂器、サンドポンプ、給水ポンプ) などによる初期コストが他の輸送手段に比べ、はるかに高いことなどこれからの課題であるといえる。

5. おわりに

今回、千代川における河川堆積土砂の有効利用という観点から堆積土砂量をそのまま養浜に必要な土砂投入量として考え、スラリー輸送とトラック輸送によるサンドリサイクル工法の検討を行った。しかしながら、コスト計算、土砂投入による汀線回復に最も効果的な投入量など詳細な検討までは至っていないので、両輸送方法の特性についてさらに検討を進める必要がある。また同時に引き続き河口堆積土砂の発生源である千代川からの流出土砂や河口域の土砂移動のメカニズムを明確にする必要がある。

謝辞：スラリー輸送に関する論文を提供して下さった東海大学海洋資源学科、益山忠教授に心から感謝いたします。

参考文献：1) 砂川ら：千代川河口域における地形変化に関する研究、平成 17 年度土木学会中国支部研究発表会概要集、第 II 部門、2005、2) スラリー輸送の進歩と展望：URL <http://www.geocities.co.jp/Berkeley-Labo/3758/hp1.gif>

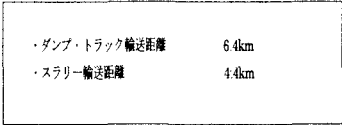


図-2 輸送ルート

表-2 輸送・運搬工法の比較

輸送工法	スラリー輸送	トラック運搬
輸送概要	クレーンで吊り上げた吸砂器で土砂を採取する。吸い上げた土砂はサンドポンプで排送する。	ダンプトラックで道路輸送を行う。短距離から長距離まで対応が可能。
長所・短所	ポンプ浚渫船と組合わせたシステムで、長距離・大量・連続輸送が可能。	大量の土砂を輸送するときは、一般道路の使用は環境面から配慮が必要。
実用性	—	—
対象土砂	粒径が大きな土砂では能力が落ちる。	大塊以外は可能。ただし、水分を多量に含んでいる場合には、トラックより流れ落ちる場合があるため、水が漏れないケースが必要となる。
輸送能力	最大クラスで約500 m ³ /h程度(輸送距離約3000~4000m程度)	道路条件と台数により柔軟性あり。
メンテナンス	排砂管の管理が必要。	道路の保守、交通障害等に配慮する必要がある。
環境	排砂管に騒音が発生する。	振動・騒音・粉塵が発生する。
備考	長距離・大揚程の場合は、中継ポンプが多数必要。	処分地内にも仮設道路が必要。