

浚渫土の有効利用に関する研究

Research on Effective Use of Dredged Soil

志村浩美*

SHIMURA Hiroyoshi

* (財) 沿岸開発技術研究センター 調査部 主任研究員

As reclamation sites to receive dredged soil are decreasing, an effective use of dredged materials is important and an urgent matter to be settled for the time being. This paper reports the results to investigate the possibility of effective use of dredged soil produced in dredging works to maintain the required depth of access channels and anchorages, and for construction works in ports.

Key Words : dredged soil, effective use, recycling, cement mixing, drain, mechanical dehydration

1. はじめに

我が国における浚渫・埋立は、昭和 30 年後半から昭和 40 年代にかけ、高度経済成長の名の下に臨海部の工業用地造成を中心に急速かつ大量に施工された。良質な砂質土等で埋め立てられた地盤はそのまま造成地とし、軟弱な地盤ではサンドコンパクションパイル工法等のバーチカルドレーン工法が主流となり浚渫土を改良していた。

最近では、埋立地造成の要請は少なく浚渫埋立工事そのものも減少傾向にある。しかし、港湾では航路・泊地等の維持浚渫、船舶の大型化に対応した岸壁増深に伴う薄層浚渫等で浚渫土砂が発生する。その浚渫土砂は表層の浮泥物を含んでいたりリーバースドレーンの排水材料等の混合土等、その浚渫発生土砂の品質特性は多種、多様となっている。

他方、浚渫土砂の処分地は減少傾向にあり、従来のような埋立型の施工による浚渫土処理方法は困難な状況となっている。本論では、このような状況に対応する、最近の浚渫土砂の有効利用とそれに関する最新技術について報告する。

平成 13 年に「港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン」を取りまとめた。同ガイドラインの主な特徴としては、建設リサイクル法で対象外の浚渫土砂等を盛り込んでいること。港湾整備で大量に発生する浚渫土砂はこれまでも有効利用のための取り組みを進めてきたが、リサイクルにあたっても積極的な対応が求められることからガイドラインの対象になっている。

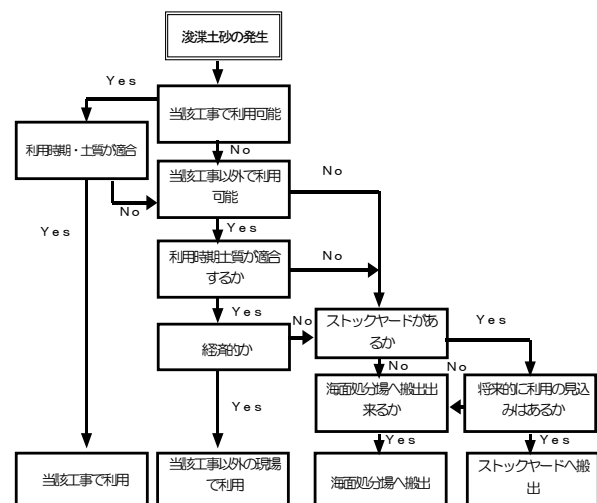


図-1 浚渫土砂処理検討フローチャート

2. 有効利用の必要性

現在、大量生産・大量消費・大量廃棄社会から循環型社会へと社会経済構造を抜本的に変化することがわが国の重要課題となっている。平成 12 年度には、「循環型社会形成推進基本法」の制定と併せ、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」(建設リサイクル法)の制定や、「再生資源の利用の促進に関する法律」(リサイクル法)の改正がなされるなど、循環型社会の構築に向けた制度的な枠組みが強化された。

国土交通省は、このような状況を踏まえ、国及び地方公共団体等の港湾・空港整備事業及び海岸事業においても今後一層の前向きな取組が必要であるとの観点から、

リサイクル推進にあたり、施行段階の取組だけでなく、計画・設計段階からの検討が必要となるため、様々な現場状況での検討が可能となるよう、Yes・No 形式で検討内容と検討の流れを詳細なフローチャートで示している。浚渫土砂の場合は、事前の土質改良や事後の地盤改良を講じることで、土地造成のための材料等として全量の有効利用を目指す。海洋投入処分は、近隣に海面処分場の確保が困難で、運搬費用など経済性の面で困難な場合などで、搬出の際にはできる限り減容化を図り、やむを得ない場合に限り行うことになっている(図-1)。

したがって、浚渫にあたっては、余掘量を少なくする

とともに、浚渫された土砂は砂質土だけでなく、粘性土も有効利用することが要望されている。

2.1 砂質土系浚渫土砂の再資源化

砂・砂利等の建設資材は、採取場所の環境保全ニーズの高まり等により確保が困難となりつつあり、環境に配慮した建設資材の確保が求められている。一方、港湾整備により発生する浚渫土砂の処分場を安定的に確保することが課題となっている。このような問題に対応するために、港湾整備に伴い発生する浚渫土砂から建設資材として活用可能な砂分を分離採取し再資源化するリサイクル技術とともに残余シルト（粘性土も含む）の減容化技術、リサイクル技術の開発が各機関で行われている。砂分が多い場合の浚渫土砂の再資源化処理のイメージを図-2に示す。細粒分（粘土・シルト分）が多い場合の浚渫土は、再利用するためには加工することが必要条件となる場合が多い。

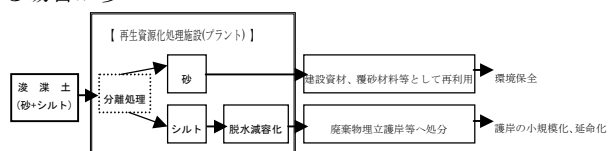


図-2 砂質系浚渫土砂の再資源化のイメージ

2.2 粘性土系浚渫土砂の再資源化

浚渫土は分級処理によって、砂とシルト・粘土分に分けられる。通常、砂は脱塩等の処理を行う必要がある場合もあるが、そのまま土木材料として使用できることが多い。一方、細粒分を多く含む浚渫土は一般に含水比が高く、建設材料としては比較的低品位であり、加工・処理を行わなければリサイクルできない場合が殆どである。加工・処理には各種の要素技術が必要である。これについては後述する。表-1は、主としてシルト・粘土分を多く含む浚渫土の加工方法と利用先をまとめたものである。浚渫土砂の再利用にあたっては、利用目的と経済性を考

加工程度	加工方法	利用先
低レベル	従来の土質改良 含水比低下 低強度固化 ($qu=0.2\sim0.8\text{N}/\text{m}^2$)	盛土材、地盤嵩上げ、埋戻し材、干拓埋立、人工島、湿地の創造、脱塩された部分の資源化、土質改良材（砂、礫を除いたもの）、地下埋設物の埋戻し、裏込材（岸壁、土留め壁など）
中レベル	スラリー化 高強度化 他資材との複合化 (流動化) ($qu>1\text{N}/\text{m}^2$)	シールド裏込め、造園、道路用ブロック、魚礁ブロック、高強度盛土、覆砂材、養浜材、なぎさ材、潜堤材、水質浄化材、止水壁、土留め壁
高レベル	軽量骨材 スラグ骨材 (焼成 $600\sim1100^\circ\text{C}$)	コンクリート骨材、レンガ・護岸ブロック、タイル・化粧タイル、サンドマット、路盤材、舗装用骨材、魚礁ブロック、根固ブロック、軽量骨材、熔融スラグ骨材

慮して、各加工レベルに応じて加工を行うことが望ましい。

2.3 我が国の有効利用例

(1) 中部国際空港(土工材料)

中部国際空港は、2005年3月の開港を目指し、愛知県常滑市沖合の伊勢湾で工事が進められている。空港島の全体面積は約580ha、うち中部国際空港株式会社が造成する空港用地は約470haあり、空港用地の造成には約5,600万 m^3 の土砂が必要である。国土交通省中部地方整備局との連携により、北西部約140haでは、埋立土砂の一部約1,000万 m^3 に、名古屋港の港湾整備事業として航路・泊地整備工事によって発生する浚渫土砂を有効利用している(図-3)。

これは、良質な埋立土の確保が困難となっている空港

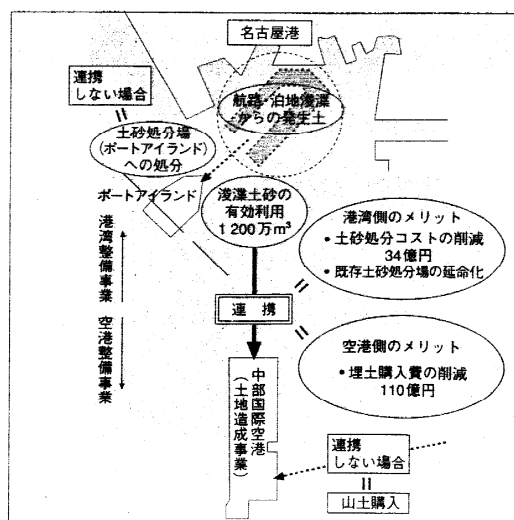


図-3 浚渫土砂の有効利用

整備事業側と、環境問題から新たな浚渫土砂の処分場確保がますます困難となっている港湾整備事業、双方の連携が成立したものである。コスト削減効果として、港湾整備事業側は土砂処分場の建設費用や揚土費、空港整備事業側は埋立費の削減効果がある。また、環境面では、浚渫土砂を有効に活用することにより、周辺各地から調達が必要とされる大量埋立用材（山土等）の確保により生じる開発行為が抑制され、自然環境への影響の低減が図られることと、港湾整備事業側においても、浚渫土受入のための土捨場造成による周辺海域環境への影響低減等、多大な効果をもたらす結果となる。

(2) 神戸港復興事業(軽量盛土材料)

兵庫県南部地震で被災した神戸港の復興事業において、気泡混合土 21,610 m^3 が岸壁の背後の埋立材料として使用された。この施設は被災時に建設途中で、ケーソンを据

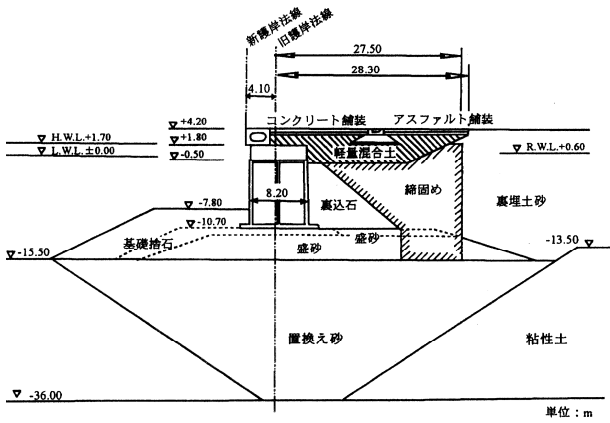


図-4 復旧断面

付け中詰を行い、蓋コンクリートを打設して裏込めと裏埋工が終了した段階であった。被災によって岸壁法線が0.8~3.8mはらみだし、ケーソンの天端が1.2~2.5m沈下したが、前面の傾斜は0~3°と小さく、法線は比較的直線性が保たれていた。復旧工事では、ケーソン前面に基礎捨石を置いて受働抵抗を増加させ、岸壁背後の地盤の一部を気泡混合土で置き換えることにより地震時土圧を低減する工法が採用された。復旧断面を図-4に示す。原料土は、神戸港内航路浚渫工事から発生する粘土(液性限界97%)である。

(3) 釧路港(藻場マウンド造成計画)

釧路港西港区第4埠頭の沖合2.5km付近に建設される島防波堤の背後の静穏域には、港内の浚渫から発生する土砂を活用してコンブ・ウニ等の生育に適した水深4~5mの藻場が造成される(図-5)。

これにより、本来であれば陸上で処理する浚渫土砂が、

海の中で再利用されるため、処理に要する建設コストを削減できるほか、陸域環境への負荷の低減といった自然と共生する港湾整備を進めることができ、さらには漁業振興にもつながるものと期待されている。

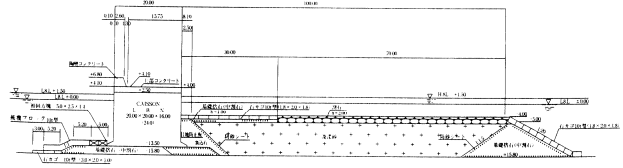


図-5 島防波堤と藻場マウンド

2.4 海外の有効利用例

海外では浚渫土がほとんど埋立材料として使用されている。ドイツのブレーマーハーフェン港では航路浚渫と埋立を組み合わせコンテナ港湾を再生した。中国の香港国際空港やアメリカのラ・ガーディア空港等も航路浚渫土を利用した土地造成を行っている。アメリカ(カリフォルニア州)では、野生生物の繁殖地のミチゲーションのための陸地・湿地・浅場造成などに浚渫土が使われている。使用されるのは、ほとんどは砂質土であるが、野生生物繁殖地には軟弱土も使用される。汚染されている浚渫土は分級し、洗浄した砂質土を利用している。細粒が多い土は汚染物質を容易に分離できないので、別途汚染土壌処分場を設けて管理している。海外では、土砂の処分スペースがあるところが多く、日本のように固化処理や強制脱水をして有効利用している例はあまりないようである。

表-2 浚渫土固化処理工法の概要

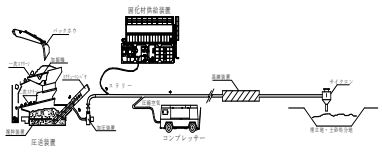
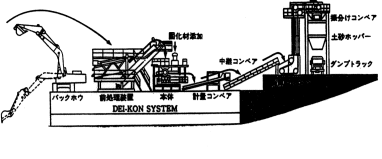
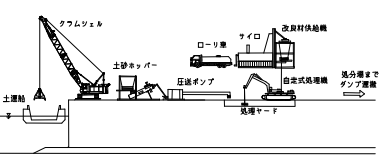
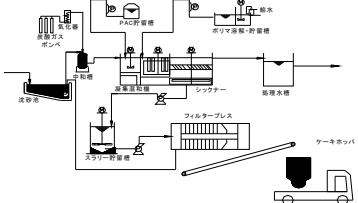
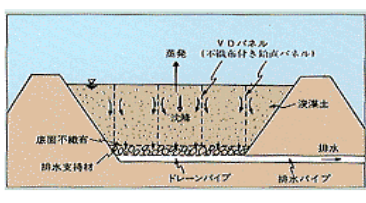

名称	固 化 処 理		
	管中混合固化処理工法	プラント混合固化処理工法	原位置混合固化処理工法
工法の概要	浚渫土を空気圧送装置で揚土する際に固化材を添加し、圧送管内で発生する乱流効果を利用して浚渫土と固化材を攪拌混合する工法である。	浚渫土を揚土し、混練ミキサーに投入して浚渫土と固化材を機械的に混合する工法である。	浚渫土を揚土し、処理ヤードに投入後、原位置混合処理機を用いて石灰・セメント系の固化材で改良する工法である。
			
工法の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 他工法に比べ処理に必要なヤードはコンパクトで済む。 空気圧送船を用いる場合には、1日当たり5,000m³程度の処理が可能である。 処理土は短期間で強度を発現する。 固化材添加量により処理土の強度調節が可能である。 容積減少効果はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 他工法に比べ処理ヤードはコンパクトで済む。 時間当たり300m³程度の処理が可能である。 処理土は短期間で強度を発現する。 固化材添加量により処理土の強度調節が可能である。 容積減少効果はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 広い処理ヤードが必要である。 処理機1台あたりの処理能力は、1日当たり200m³程度である。 処理土は短期間で強度を発現する。 固化材添加量により処理土の強度調節が可能である。 容積減少効果はない。

表-3 脱水工法の概要

名称	土木脱水		
	機械脱水	垂直パネル工法	水平ドレーン
工法の概要	<p>浚渫土を揚土し、機械的（圧縮、遠心分離、真空等）に脱水し容積を減少させ、良質土とする工法である。</p> 	<p>浚渫土を揚土し、処理ヤードに投入後、底面および鉛直部に設置した不織布により水分を分離させ、底面下部の採石とドレーンパイプにより排水し脱水させるものである。</p> 	<p>浚渫土を揚土し、処理ヤードに投入後、排水材（砂・砕石・ドレーン材等）を水平方向に適当な間隔で設置し、地盤内の水分の脱水を促進させるものである。</p> 
	工法の特徴	<ul style="list-style-type: none"> 他工法に比べ処理ヤードはコンパクトで済む。 1台当りの処理能力は低い。 処理土は処理直後に強度を持つ。 処理土の強度は、脱水機の能力、浚渫土の性状により異なる。 容積減少効果は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 広い処理ヤードが必要である。 処理能力は土質性状や天候等に左右される。 処理土は締め固めが必要となる。 脱水は蒸発のみなので、効果は低い。 容積減少効果はある。 天日乾燥よりも能力は高い。

3. 有効利用の新技术

3.1 固化処理工法

表-2に示す固化処理工法は、主に固化材の添加混合方法に特徴がある。管中混合処理工法は、浚渫土砂を埋立地まで高压空気で圧送する際に固化材を添加する工法で、処理能力は大きい。また、プラント混合処理工法や原位置混合処理工法の固化材混合処理能力は、時間当たり 200~300m³程度であり、管中混合処理工法に比べ低い処理能力となっている。固化処理土の用途としては、護岸等の背面での土圧を軽減できる盛り土材として活用したり、さらに、埋立後は地盤改良等の対策工法を必要としないため、工期の短縮を図れる利点がある。最近では、浚渫土へ添加混合する材料として発泡ビーズを混入させたり、混和剤により気泡を発生させ、浚渫土砂を軽量化して耐震岸壁等の埋め戻し材料として活用する事例も多くなっている。

3.2 脱水工法

表-3に主な脱水工法をあげる。機械的に含水比の高い土砂から水を絞り出す機械脱水は、確実に高い脱水効果があり、処理後の品質は良好である。しかし、時間当たりの処理能力が低く高価な工法である。土木脱水工法は、天日で乾燥させたり、透水性の良いドレーン材を脱水対象土砂に設置し土砂の自重により圧密を促進させ脱水する工法である。一度に大規模な範囲を改良できる比較的安価な工法であるが、脱水効果は機械脱水より劣る。脱水工法は、高含水比の軟弱な浚渫土に対し、固化材に

よる改良によらないで、脱水あるいは排水を促進することで、施工機械のトラフィカビリティを確保することができ、土工材料としての利用度も広範囲に適用が可能となる。

4. おわりに

近年の各方面における環境意識への高まりは、港湾事業においても環境保全への配慮が極めて重要となっていることを認識させられる。今後、港湾事業を行う上で、自然環境や海洋生物保全の施策を十分考慮した事業計画が望まれる。

また、今後発生する浚渫土砂は、建設産業内での再利用はもちろんのこと、今までの固定観念にとらわれない利用方法の絶え間ない模索を行い、他の産業へも積極的に活用する働きかけが重要と考えられる。

更に、浚渫土砂の再利用率を向上させる方策や、さらなる減容化の工夫と処理費のコストダウンの必要性は今後の建設産業の重要な課題となっている。

謝辞

本研究は、「平成 14 年度和歌山港下津港土砂処分手法検討調査」において実施された研究成果の一部をとりまとめたものである。本稿を纏めるに当たりご協力及びご指導を頂いた、関係者各位へここに記して厚くお礼申し上げます。