

と き が わ 土器川河口部における高濃度ポンプ式浚渫船を用いた河道掘削及び底泥土処理について

香川河川国道事務所 道路調査課 高橋 加奈子
香川河川国道事務所 工務第一課 吉村 匡
香川河川国道事務所 土器川出張所 山本 光昭

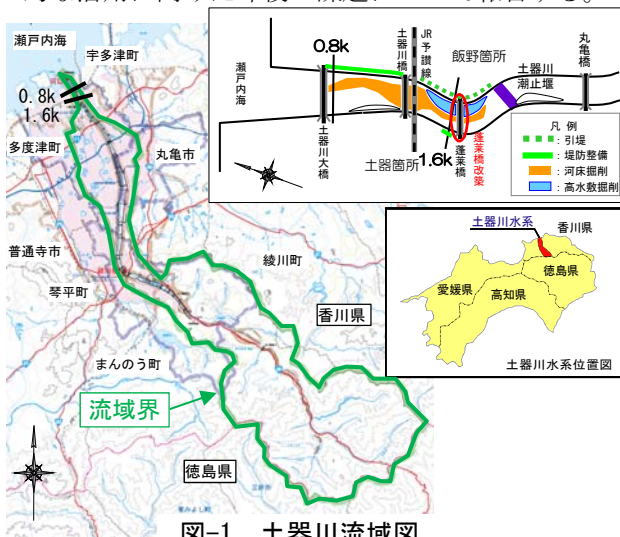
一級河川土器川水系土器川では、国土強靱化対策の一環として、流下能力向上のため、感潮区間である河口部の河道掘削を実施している。河道掘削土の中には、含水量が多く河川外への搬出が困難な土(底泥土)もあった事から、試験施工として高濃度ポンプ浚渫船による掘削を実施するとともに、掘削土の処分はコスト縮減対策として、袋詰脱水工法を採用し、堤防強化のために法尻の埋戻土として有効活用を図った。

キーワード 河道整備, 河床掘削, ポンプ浚渫船, 袋詰脱水工法

1. はじめに

土器川の河口より1.6km付近の飯野箇所の湾曲区間は、その上流部に比べ治水安全度が低い。そのため、右岸堤防の引堤とそれに伴う蓬莱橋の改築及び河道掘削を実施し、下流部の洪水の流下断面を増大させることにより、上下流の治水安全度のバランスを図る計画である(図-1)。引堤工事や橋梁架替は今後数年の間で着手する計画であるため、当面の間は、国土強靱化対策の一環として下流部の河道掘削を優先して実施している。

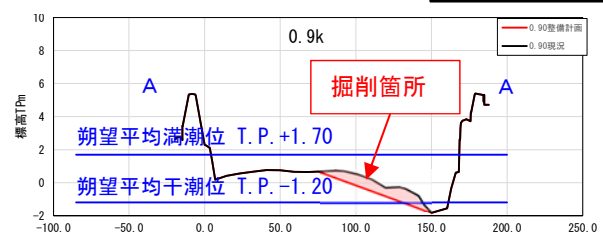
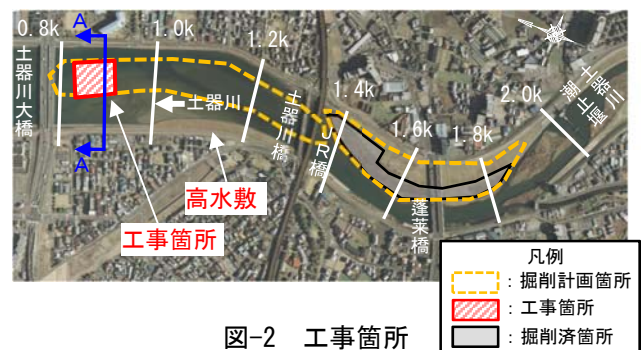
本稿では、河口から0.8~0.9km付近の河道掘削工事で試験的に実施した高濃度ポンプ浚渫船による掘削と袋詰脱水工法の概要と、施工効果・本格的な活用に向けた今後の課題について報告する。



2. 工事概要と現場状況

【工事名】令和2年度 土器川右岸堤防外工事
【掘削対象土量】1,000m³
【掘削工事期間】12月~1月

本工事箇所は河口部の感潮区域であり、満潮時に河床が水没し、干潮時に陸地化する現場である(図-2及び図-3)。また本工事箇所の左岸上流側には、幅10m程度の高水敷(1.0~1.3km付近)が存在する。



3. 制約条件

当初計画では周辺での施工実績を踏まえ、バックホウでの掘削、ダンプトラックでの掘削土搬出を予定していたが、実施に当たっては、以下(1)～(3)の制約条件の解決が必要であった。

(1) 潮待ちによる施工効率の低下

前述のとおり、工事箇所は感潮区間であるため、潮位の影響を受ける。施工実施時の高松検潮所の潮位予測をみると、潮位が下がり陸上機械が施工可能となる時間帯は全体の約20%である。一方、潮位が上がって水上機械が施工可能(浚渫船の吃水0.9mを想定)となる時間帯は、全体の約30%と陸上機械より約10%多い(図-4)。また、両者ともに施工不可となる時間帯は全体の約50%である。

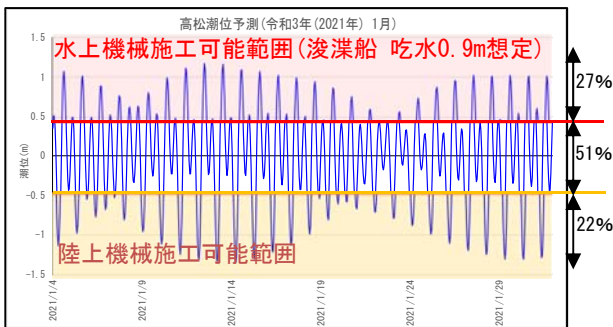


図-4 高松検潮所潮位予測(令和3年1月)

(2) 濁りへの配慮とコンクリート工事の制限

土器川河口では、シラス漁や海苔漁が行われていることから、濁水に対する配慮が必要である。漁への影響から濁りが発生するような工事については1月以降からの着手を基本的には求められる。また、水生生物の成育の観点から、河川内におけるコンクリート工事を実施する場合も注意が必要である。

(3) 含水量が多く軟弱な土

掘削箇所の土は、含水量が多く、脱水処理無しでは河道外への搬出が困難である。また、コーン貫入試験により工事箇所のトラフィカビリティを確認したところ、表層にバックホウ(コーン指数 $qc=500\text{kN/m}^2$ 以上)が走行できないほどの軟弱層($qc=100\text{kN/m}^2$ 程度)が分布していることが確認された。過去には、バックホウが埋没しかけた事もあり、施工性・安全性の面から陸上掘削機以外の施工方法の検討が必要である(写真-1)。



写真-1 底泥土状況

4. 袋詰脱水工法及び高濃度ポンプ浚渫船

前記現場条件と制約条件に対する対策として浚渫船による掘削方法を採用した。陸上機械は、潮待ちにより施工可能時間が水上機械より短く、底泥土に施工機械が埋没する危険性があるが、浚渫船や台船を用いる事により、施工性・安全性の課題解消が期待できる。

一方、今回施工を実施する箇所の掘削土は塩分を含んでいるため、河川外での受入地が見つからなかった。仮に最終処分を行う場合、施工場所から260km程度はなれた山口県の埋立地で処分するしか無く、処分費を含め31,000円/m³の費用がかかる。また、今回の掘削土を搬出処理することが可能な最寄りのヤードは、左岸上流側(1.0k~1.3k付近)の高水敷のみであるが、この高水敷は幅が狭く、天日乾燥や機械脱水のプラントを設置するための十分な広さがなかった。河川内における漁業等へ配慮する期間を考慮すると1ヶ月程度しか掘削可能時期が無いことやコンクリート系固化材の使用も困難であった。

(1) 袋詰脱水工法の適用

土器川河口域での掘削工事では、今後も掘削土の処理方法が課題となることから、今回の工事で掘削土を有効利用できる方法を模索する必要があった。

四国管内では、徳島県の旧吉野川新喜来箇所において、現場内で発生した掘削土を袋体に充填し、袋体をそのまま低水護岸に利用することで、掘削土の河道内処理を実現したという有効活用の事例がある(図-5)。

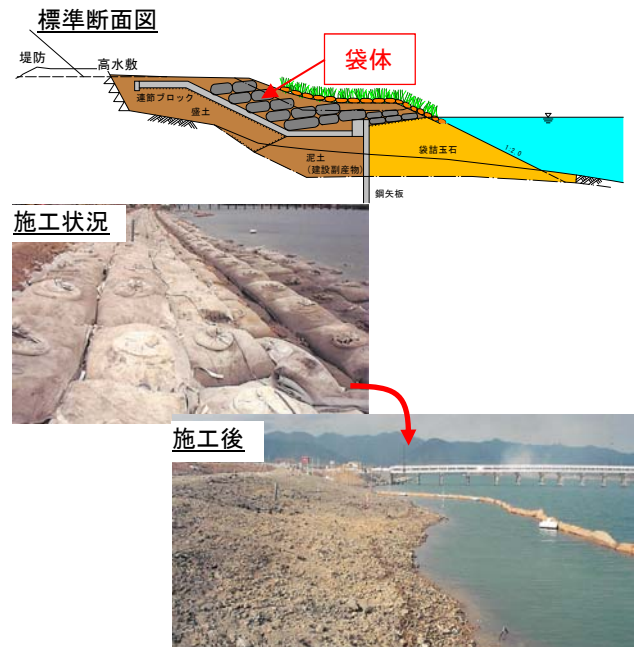


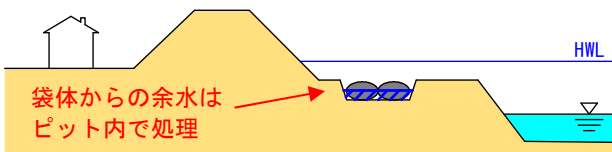
図-5 掘削土有効利用事例(旧吉野川新喜来箇所)

そこで、旧吉野川での事例を参考に、含水量が多く搬出不可だった掘削土を袋詰脱水工法(透水性をもつジオテキスタイル製袋に高含水比の軟弱土を充

填し、土粒子の流れを防止しながら脱水する工法)により脱水処理し、その袋体をそのまま堤防法尻に存置して、掘削土の有効活用と高水敷の侵食対策を両立する処理方法を検討した(図-6)。検討を行った結果、袋体はNETIS登録(番号: QS-19033-A)されている「ジオチューブDS」(幅4.4m×長さ26.0m, 容量100m³)を使用する事とした。この袋体は、主に浜崖の後退抑止に利用されているものである。

袋詰脱水工法による処理と最終処分する場合を比較すると、袋詰脱水が経済性に優れることを確認した。一方で、浚渫船の施工効率次第では、最終処分を行う方が安価になる可能性も考えられたため、まずは施工範囲を限定し試験的に実施することにした。

①高水敷床掘⇒袋詰脱水処理



②袋体を高水敷に存置し埋戻

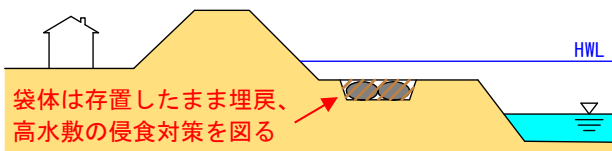


図-6 袋詰脱水の施工イメージ

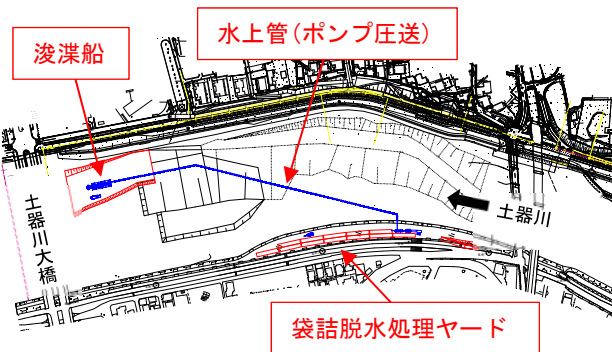
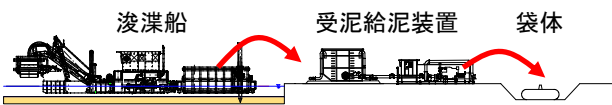


図-7 施工イメージ図

(2)掘削工法の選定

浚渫船の選定に当たっては、川漁やシラス漁の影響を最小限にするため、濁りの少ない高濃度ポンプ浚渫船による掘削方法を採用した(表-1)。

工法の選定後、高濃度ポンプ浚渫に適した掘削土であるか確認するため、粒度試験を実施した(図-8及び図-9)。その結果、砂分・礫分が多くを占めている事から、施工効率の低下が予想されたが、施工は可能と判断し、その低下率に関しては、この試験施工で確認するものとした。なお、浚渫船は、丸亀

港に組立解体ヤードを構え、土器川大橋の桁下を通過し、工事箇所まで航行した(図-10)。また、土器川大橋の桁下クリアランスは約4.5mであるため、浚渫船の航行の際には、細心の注意をはらった(図-11)。

表-1 掘削方法の比較

	グラブ浚渫船 (土運船による運搬)	高濃度ポンプ 浚渫船	バックホウ浚渫船 (土運船による運搬)
吃水の確保	1.2m以上必要	△ 0.9m以上必要	○ 1.2m以上必要
濁りの影響	影響大	△ 影響小	○ 影響大
掘削土の排送	潮位により土運船での掘削土運搬ができない恐れ	△ 空気圧送	○ 潮位により土運船での掘削土運搬ができない恐れ
袋詰脱水工法への適応	袋体充填までの施工が煩雑(浚渫⇒土運搬⇒陸で掘削土受入⇒受泥給泥装置⇒袋体)	△ 空気圧送可能なため、袋体への充填が容易(ポンプ圧送⇒受泥給泥装置⇒袋体)	○ 袋体充填までの施工が煩雑(浚渫⇒土運搬⇒陸で掘削土受入⇒受泥給泥装置⇒袋体)
経済性	3,620 円/m ³	10,700 円/m ³	3,220 円/m ³
経済性 (潮位により稼働率が20%に落ちた場合)	18,100 円/m ³	53,500 円/m ³	16,100 円/m ³
評価	△	○(現場条件に合致)	△

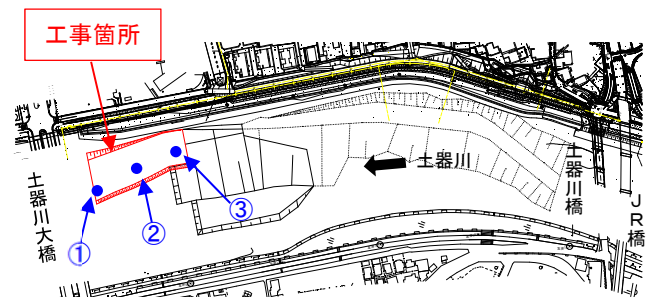


図-8 試料採取位置

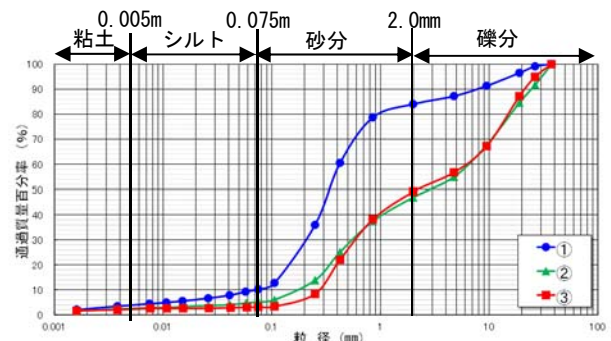


図-9 掘削土の粒径加積曲線

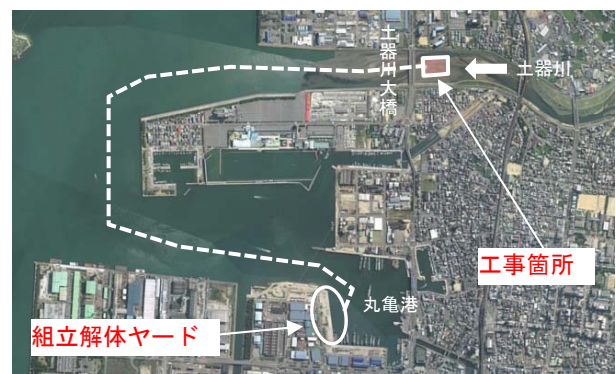


図-10 航行ルート

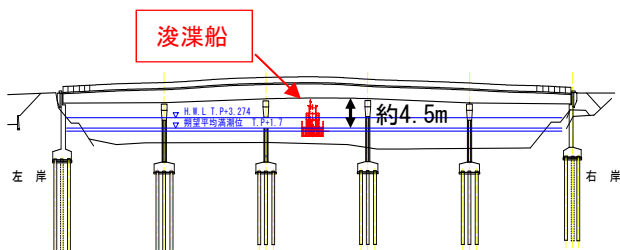


図-11 土器川大橋のクリアランス

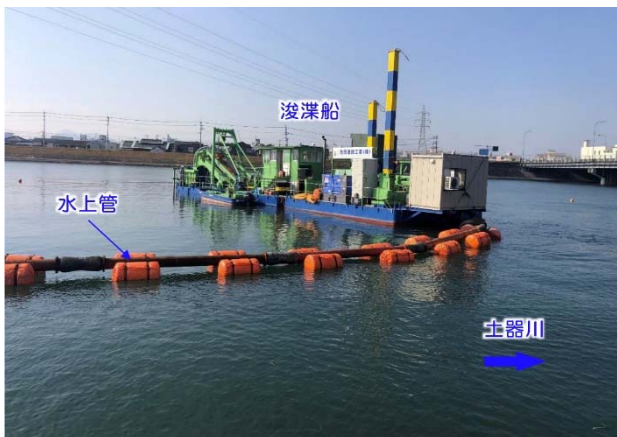


写真-2 河道掘削(浚渫)状況



写真-3 袋体への充填状況その1



写真-4 袋体への充填状況その2

5. 施工効果と今回の工事で見えた新たな課題

本工事では、袋詰脱水工法の適用により、掘削土の河道内処理を行うという目的が達成できた。加えて、高濃度ポンプ浚渫船を用いた事により、安全な掘削工事の実施・環境負荷の軽減(濁水発生抑制)・漁業活動への影響軽減効果が得られた。ただ、その一方で、今後の土器川河口域の河道区掘削への本格的な活用に向けて、新たな課題(1)、(2)が確認された。

(1) 掘削工法の選定

前述のように、本工事箇所の掘削土は、砂分・礫分が多い土質であったため、元々泥土対応の高濃度ポンプ浚渫船では、施工効率が当初想定より大きく低下した。泥土主体であった場合は、作業の効率化が図れた可能性がある(表-2)。今後、どの程度の粒径・バラツキ(均等係数)の土であればポンプ浚渫に適用可能かの知見が求められる。

表-2 施工能力(日当り施工量)の比較

当初想定 of 施工量	170m ³ /日
実際の施工量	35m ³ /日

(2) 袋体の選定

今回の工事では、袋体から抜け出した掘削土が確認されたため、掘削土の性状(粒径や均等係数等)に適した袋体であるかを確認する必要がある。また、掘削時期が短期であったため施工効率を重視し、100m³の袋体を選定したが、この袋体の場合、充填後の運搬が不可能で、二次利用し難い。場合によっては、充填後の運搬が可能かつバックホウで充填可能な袋体の選定(土嚢袋程度)も視野に入れることが必要である。

6. おわりに

土器川では、今後も流下能力向上のための河道掘削事業を行っていくため、今回の試験施工で得られた知見を踏まえ施工効率の向上と施工方法の確立を図り、地域の安全・安心を確保する必要がある。そのため、本格的な活用に向けては、『掘削対象箇所の地質調査の充実』、『土質に適した浚渫工法と袋体の選定』が必要である。

掘削土やコンクリート殻等の処理は、建設業における長年の課題であるため、今回の報告が、リサイクル材としての建設副産物の有効活用を検討する上で参考になれば幸いである。

謝辞: 本稿の作成にあたり、ご協力及びご助言をいただきました。四国建設コンサルタント(株)の皆様、に、感謝申し上げます。

