

26 品質管理

覆砂工事における覆砂厚さ確保の対策と工夫

福岡県土木施工管理技士会

川本建設工業株式会社

現場代理人

高本 信之[○]

監理技術者

鳥羽 勇二郎

九州総合建設株式会社

主任技術者

江口 直和

1. はじめに

本工事は、九州北西部に位置し、福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県の4県に囲まれ、面積約1,700 km²を有する、かつては豊穡な海と呼ばれ、日本でも有数の生産性の高い内湾であった有明海が、近年の陸域の開発や発展に伴い、海洋環境の悪化が顕著で有ることから、海域の海底に覆砂を施工し、海域の底質を改善する事によって、海域周辺の漁業生産力を高める工事である。

今回の工事の中で重要な覆砂の厚さ確保の為に講じた技術提案・技術応用・創意工夫等について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：覆砂工事37第2工区
- (2) 発注者：福岡県農林水産部水産局
- (3) 工事場所：福岡県有明地区有明海
- (4) 工期：平成30年5月2日～
平成30年8月31日

2. 現場における問題点

覆砂工事に於いては工事の特性上、大量の海砂を投入する為、数か所の海域の海砂を使用しなくてはならない。該当する数か所の海砂は産地別に砂の性質が異なるので、実際砂を投入してからの砂の体積変化率に懐疑的な面が生じた。

3. 工夫・改善点と適用結果

始めに、設計覆砂厚350mmを確保する為に、産地別の海砂の変化率を調べた。

今回、投入する海砂の産地は以下の通りである。

- (1) 福岡県北九州市小倉北区白島沖
- (2) 福岡県北九州市小倉北区白島西沖
- (3) 福岡県北九州市若松区岩屋沖
- (4) 福岡県遠賀郡芦屋町柏原沖
- (5) 佐賀県唐津市呼子町小川島沖
- (6) 長崎県壱岐市芦辺町魚釣崎沖

試験-1

- ① 3個のメスシリンダーに加水前に各産地の海砂をH=420mm（弊社前回工事データを参考）投入する。（図-1）
- ② 現場海域の海水を採水し、3個のメスシリンダーに加水し、攪拌棒で下部まで浸透する様に丁寧に攪拌する。
- ③ 攪拌後、攪拌によって乱れた海砂の沈下を待って3個のメスシリンダーを測定し、平均変化率を求める。（図-2）



図-1



図-2

各産地の海砂の体積変化率は、表-1に記載する。

表-1 (単位 mm)

海砂産地	加水前砂厚検測値	加水後-1	加水後-2	加水後-3	加水後平均砂厚
①小倉北区白島沖	420	370	360	365	365
②小倉北区白島西沖	420	355	350	355	353
③若松区岩屋沖	420	350	355	355	353
④遠賀郡芦屋町柏原沖	420	350	360	360	356
⑤唐津市呼子町小川島沖	420	360	360	350	356
⑥岩崎市芦辺町魚釣崎沖	420	355	365	360	360
					357

表-1より、最小H=350mm・最大H=370mm・平均H=357mmとの結果が得られた。

試験-1の結果を踏まえ、砂撒き出し厚をH=420mmとしたが、今回は一歩進んで海中に砂撒き後の海砂の変化状態を確認する事も課題とした。

有明海は浮泥の関係もあり、海砂投入後の水中カメラでの観察には限界があるので、試験-2を実施した。試験-2の方法は下記に記載する。

試験-2

①現場の自然環境により近づける為に、工事期間中有明海に停泊する砂撒き船内の、雨水に晒される場所を選んで、全面透明型枠(W=900×L=1800×H=1500)を設置した。(図-3)



図-3 透明型枠全景

②全面透明型枠内の最下層に現場で採取した渦層

H=500mm・中間層に産地砂(北九州市小倉北区白島西沖)をH=420mm入れ、最上層に現場内で採水した海水(H=400mm)を投入した。

- ③全面透明型枠を目視確認し、渦層・産地砂の覆砂厚に変化が見られない状態になるまで調査を続けた。
- ④2週間程度で渦層・覆砂厚共に変化が見られなくなった為、全面透明型枠外面から読み取れる各層毎の寸法の検測確認を行った。(図-4)



図-4

各層の厚さの検測結果は表-2に記載する。

表-2 (単位 mm)

	試験前	試験後	差異
渦層	500	470	-30
海砂層	420	360	-60
海水層	400	340	-60

⑤全面透明型枠外面からの寸法検測後、コア採取機にて全面透明型枠内部から3個の供試体を抜き取り、それぞれの形状を記録した。(図-5・図-6)



図-5 コア採取状況



図-6 抜き取りコア厚確認

全面透明型枠の内部から抜き取った3個の供試体の覆砂厚さの結果は表-3に記載する。

表-3

供試体番号	当初投入砂厚さ	抜き取り砂厚さ
①	420	355
②	420	360
③	420	355
		356

今回の2種類の試験結果では、産地（北九州市小倉北区白島西沖）の比較ではあるが、試験-1ではH=353mm、試験-2ではH=356mmと言う結果を得る事が出来た。

2種類の試験結果を参考に今回の砂撒き出し厚さをH=420mm（何れの試験結果も覆砂設計厚さH=350mmを下回らない為）で最終確定した。

海砂の体積変化率は確定したが、如何に結果を活用し、覆砂厚さの確保を効率良く正確に施工するか？ 当現場での施工方法を数例紹介したい。

①ナローマルチビームを使用しての深浅測量

過去論文にもナローマルチビームを扱った紹介があるので詳細は省略するが、当現場では直下1点に音響ビームを発射する為に、調査船を何往復もしながら測深データを収集するシングルビームでは、作業量や作業時間に潮の干満差が大きい有明海では制限が有る為、音響ビームを扇状に発射し、短時間で広範囲かつ高密度の測深データを収集出来るナローマルチビームで深浅測量をした。

ナローマルチビームでの深浅測量は覆砂投入前に1回、海砂投入し不陸均し後の計2回実施した。（図-7）

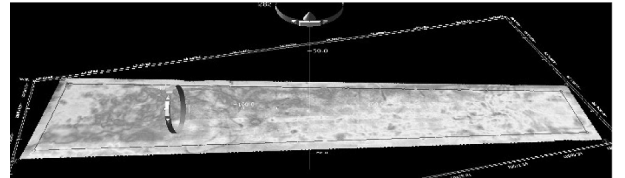
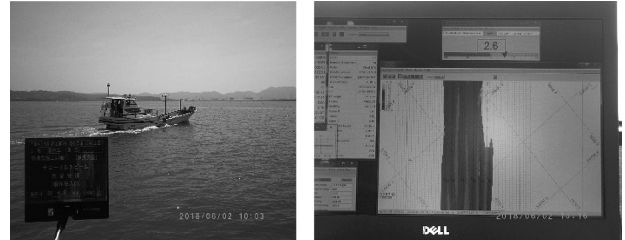


図-7 ナローマルチビーム測量状況と3D地形図

覆砂投入前のナローマルチビーム深浅測量の結果で施工現場の海底地形を把握出来た事により、ピンポイントでの覆砂厚の確認が可能になった。

②海砂投入時の工夫

1、海砂投入時は潮位を確認し、投入箇所の底質攪乱に十分注意して、砂投入船はGPS（クレーン先端部に搭載）にて位置を確認し、1日施工量が700m³程度で有る為、1ブロック40m×40m=1600m²の区画割りを実施した。（図-8）

2、覆砂厚の均等な出来形確保の為に、クレーンバケットでの海砂投入時の散乱防止対策として、バケットの開閉高さを水面下まで下げ、海中で一箇所に集中し、堆積して山にならない様に開閉幅を狭くして扇状に投入した。（図-9）

3、覆砂投入作業後、覆砂厚確認の為、潜水士によりコア抜き取りを実施した。

測定頻度は、1ブロック40m×40m=1600m²に対して、緊密に測定する為に9箇所とした。（図-10）

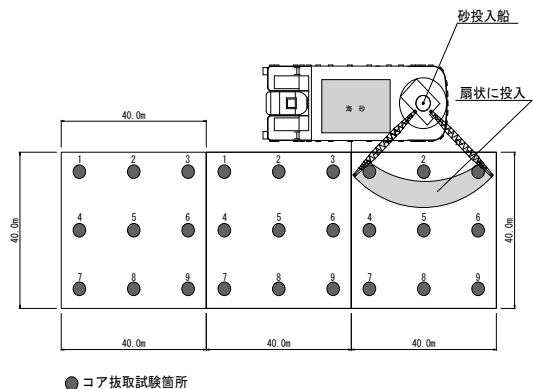


図-8 ブロック割り・コア抜き平面図



図-9 海砂投入状況 図-10 投入後コア厚確認

③海砂敷き均し時の工夫

1. 抜き取りコア厚の結果に基づき、投入覆砂厚の平均化の為、不陸均しを施工した。

不陸均しの方法は、旋回式起重機船に鋼製均し機（全長12.0m・均し機重量10.0t）を取付け、それを曳船で航行し、区域全体を均一に3回不陸均しした。（図-11）尚、不陸均し時、均し漏れがないように不陸均し船のクレーン先端部にGPSを設置し、不陸均し計画路線データを入力したモニター画面と、均し箇所の航跡を確認しながら均し重ね幅を2.00m以上取って不陸均しを行った。

2. 均し機前方を曳航する曳船にGPS測深器を搭載し、現況地盤状況をクレーンオペレーター室にリアルタイムで転送し、地盤状況を直接確認しながら均し機の上下を調整することにより、地盤状況に即した不陸均しを行い、均一な覆砂厚を確保できた。（図-12）

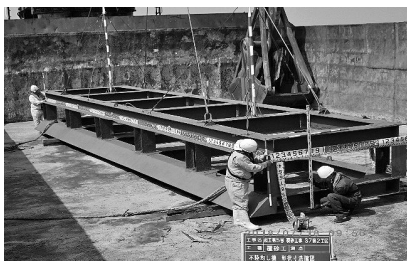


図-11 鋼製均し機

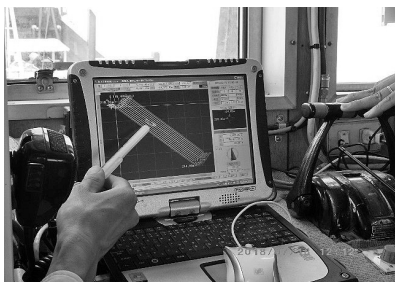


図-12 GPSによる不陸均し

④海砂覆砂厚の最終確認

覆砂厚の確認方法については、不陸均し後ローマルチビームでの深淺測量と抜き取りコア採取厚の2通りで厚さの確認を行った。

海砂投入面積 $A=56,530\text{m}^2$ に対して180箇所を測定し得られた覆砂厚さの平均値は、設計厚さ350mmに対して+30mmの380mmであった。

又、個々の覆砂厚さに対しても、上限規格値である+200mm・下限規格値である-100mm内を満足すると同時に、社内規格値である上限規格値+160mm・下限規格値-80mmを下回る良好な結果が得られた。

4. おわりに

本工事が最終検査で優秀な成績を収められたのは、既存のデータ（海砂変化率等）を元に工事を進めただけでなく、先人が残したデータを疑いの目から始めた事だと思っている。

確かに費用や人員等の初期投資費用は高くなるが、本工事に携わった全従事者の方達が、今までは砂採取船から砂撒き船に砂を積替え、海砂投入区域に砂を撒くと言う作業から、透明型枠等を砂撒き船内に配置した事等により、海生生物（アサリ等）の生態を知ることと同時に本工事の目的である、海洋環境の悪化を防ぎ、海域の底質改善を図り海生生物に住みやすい環境を構築する、意義ある仕事と理解し【私達が海生生物の生息域を守る】と目的の明確化と誇りを持った事が、最終的に本工事を安全かつ正確に完工出来たと思っている。

最後になるが、現時点での有明海は、「豊穡な海と呼ばれ、日本でも有数の生産性の高い内湾」であった有明海にはまだまだ遠いと言わざるを得ない。現代の環境や発展を考えれば、元に戻すのは難しいと言えるが、少しでも元来の姿に近づく様に、私達も微力ではあるが、応援出来る方面より技術提案・技術応用・創意工夫を再考し、行動を起こし【豊穡な海】となる様に切望し論文を締めたい。