

超薄層覆砂(厚さ 15cm)試験施工における出来形の分析

みらい建設工業(株)	建設本部技術部	正会員	○伊東 剛
みらい建設工業(株)	建設本部技術部	正会員	高羽 泰久
みらい建設工業(株)	九州支店		阿部 聖
みらい建設工業(株)	九州支店		松本三千男

1. はじめに

海域における薄層覆砂は、底質改善方法として有効であるが、近年、良質な海砂の確保が困難となり、資源の有効利用と経済性の観点から、従来の 30cm 厚よりもさらに薄層での施工が求められつつある。本文は、コンベヤーバージ工法を用いて有明海の水深約 10m の海域で実施した厚さ 15cm の薄まき覆砂の試験施工について、出来形精度と覆砂材の割増率を分析し、経済性を評価するとともに、新たな管理基準の考え方を示すことで施工に係る実現可能性について報告するものである。なお、覆砂厚 15cm の生物学的機能に係る評価は、別途機関で実施しており本文では触れていない。

2. 試験施工概要

試験施工は、平成 17 年 6 月と平成 18 年 6 月の 2 度にわたり、有明海の水深約 10m の海域で実施した。覆砂は、表-1 に示すように、2 地区 4 箇所厚さ 15cm で 3.84ha を造成した。覆砂材は、従来の覆砂事業でも用いている長崎県西海市崎戸町小立島地先の海砂を使用した。海砂の物性は、細粒分(0.075mm以下)含有

率が 0.2~0.7%、中央粒径($M\phi$)が 0.81~0.96mm であった。有明海は、干満差が最大 6m にもなり湾内としては潮流の極めて早い海域である。試験施工中の干満差は最大 4m であった。施工は、有明海の覆砂事業で多くの実績のあるコンベヤーバージ工法(NETIS: KTK-040009)により実施した。コンベヤーバージ工法は、土砂を加水・加圧することなく排出量を一定に制御し、かつ一定の速度で船体をスイングさせることにより、任意の厚みをもった撒砂層を形成させる工法である。土砂は、ガット船により供給し船体のホッパ(積載量約 2,000 m^3)に積み込み、排出量を制御するスライドゲート、排出された土砂を船外送り出す船内ベルトコンベヤを介して、船首トレミ管から海底に撒布する。図-1 にコンベヤーバージ工法の概念図を示す。

3. 試験施工結果

覆砂層厚は、約 1,000 m^2 に一箇所の割合で潜水土がアクリルコア(内径 10cm×長さ 100cm)を用いて柱状採泥試料を採取し確認した。採泥試料は、原地盤、原地盤と砂の混合層、及び砂層で構成されていたが、混合層と砂層を合わせたものを覆砂層として整理した。図-2 に覆砂層厚の調査結果をまとめた度数分布図を示すが、平均層厚 19.1cm、変動係数 16.8%と極めて高精度で施工されたことがわかる。

表-3 に示すように、今回の試験施工は、層厚の出来形が均一かつ高精度で実施されたにもかかわらず、覆砂材の割増率が従来の 1.40 に比べて 1.71 と高い数値となった。要因別に見ると、区域外への撒布の影響によるものが 1.15、計画層厚と現場平均層厚の違いによるものが 1.27、その他の要因によるものが残りの 1.28 となってい

表-1 各施工区の形状

施工時期	地区	幅(m)	長さ(m)	覆砂厚(m)	面積(m^2)
平成17年6月	A-1	60	100	0.15	6,000
	A-2	60	100	0.15	6,000
	B-1	60	220	0.15	13,200
平成18年6月	B-2	60	220	0.15	13,200
合計					38,400



図-1 コンベヤーバージ工法概念図

キーワード：覆砂、底質改善、敷砂

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 みらい建設工業(株) 建設本部技術部 TEL03-3512-1932

る．現場平均層厚は，計画層厚 15cm に対して 19.1cm と僅か 4cm の差であったが，割増率に換算すると 1.27 となる．その他の要因は，潮流等による逸散が最も大きいと考えられる．今回の施工では，砂撒船からの砂の排出量を 30cm の場合の半分に設定して管理したため，潮流の影響も受けやすかったと考える．

4. 経済性の評価

コンベヤーバジ工法による出来形（覆砂層厚）のばらつきは，現場平均層厚を中心として正規分布すると考えられる．本試験施工結果に基づき，変動係数を 20% と設置し，許容する不良率（設計層厚を下回る率）と目標とする現場平均層厚とそのときの層厚の違いによる割増率を算定する．また，区域外散布とその他の要因による割増率は，試験施工結果に基づき 1.10, 1.30 とそれぞれ設定し，従来の覆砂厚 30cm の標準施工に対する経済性についてシミュレーションを試みる．

図-3 に示すように，標準施工に対し 15cm 厚にした場合，1m²あたりの施工費は変わらないが，材料費の減少に伴い工事単価も減少することになる．材料費は，許容不良率にしたがって増減する割増率により変化するため，工事単価は，不良率を許容しない（1%以下）場合で標準施工の 12% 減，不良率 50% 以下の場合で 30% 減となる．工事単価の減少率は，不良率 10% 付近を変曲点として横ばいになる傾向にあり，不良率を 25% 許容すれば 28% のコストダウンが可能となる．

覆砂工の出来形管理基準は，従来，設計層厚に対してマイナス値を許容しない場合が多い．15cm という超薄層施工の場合，個々の要因が割増率へ及ぼす影響が大きくなるため，覆砂厚 30cm の標準施工と同様の 1.40 という割増率で施工することは困難である．マイナス値を許容しない従来の出来形管理基準で実施した場合，目標とする現場平均層厚を 28cm 程度に設定する必要がある，割増率が 2.27 にもなるためコストダウンがほとんど図れない．効果的なコストダウンを実現するためには，いくつかのマイナス値を許容し，例えば，25% 程度の不良率（出来形測定値の 4 分の 1 はマイナス値を許容）を許容するような出来形管理基準を設定することが必要と考える．

5. おわりに

今回の試験施工は，覆砂層厚が 15cm という超薄層施工にも関わらず，出来形精度は現場平均層厚で 19.1cm，変動係数 16.8% と均一かつ高精度で実施されたと考える．一方，覆砂材の割増率は，従来（覆砂層厚 0.3m）の 1.40 に対して 1.71 と大きなものとなった．超薄層施工の場合，個々の要因が割増率へ及ぼす影響が大きくなるため，従来施工と同様の割増率で施工することは困難であり，従来と同様のマイナスを許容しない出来形管理基準では大きなコストメリットは得られない．機能的な問題が生じないのであれば，効果的なコストダウンを実現するため，いくつかのマイナス値を許容するような出来形管理基準を設定することが必要と考える．

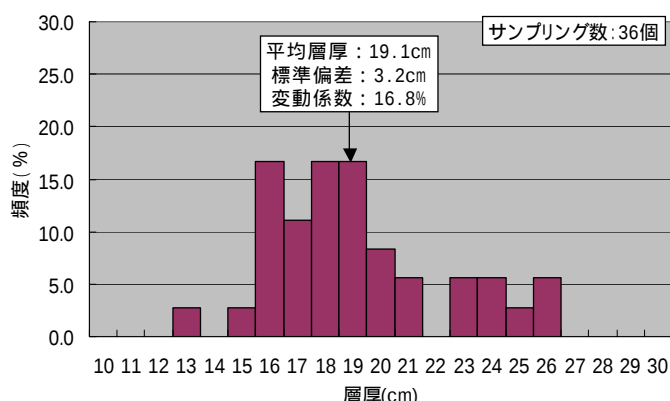


図-2 覆砂層厚の度数分布図

表-2 覆砂材の割増実績と要因分析結果

項目	単位	数量	備考
覆砂面積	m ²	38,400	
覆砂量 (NET)	m ³	5,760	覆砂面積 × 0.15m
覆砂量 (実績)	m ³	9,836	撒き砂量の実績
区域外散布量	m ³	890	潜水土による調査結果
出来形数量	m ³	7,334	覆砂面積 × 平均出来形層厚
その他要因による逸散量	m ³	1,612	覆砂量 (実績) - 出来形数量
割増率 (全体)		1.71	
割増率 (区域外散布)		1.15	
割増率 (層厚の違い)		1.27	計画層厚と実績値の差
割増率 (その他逸散)		1.28	

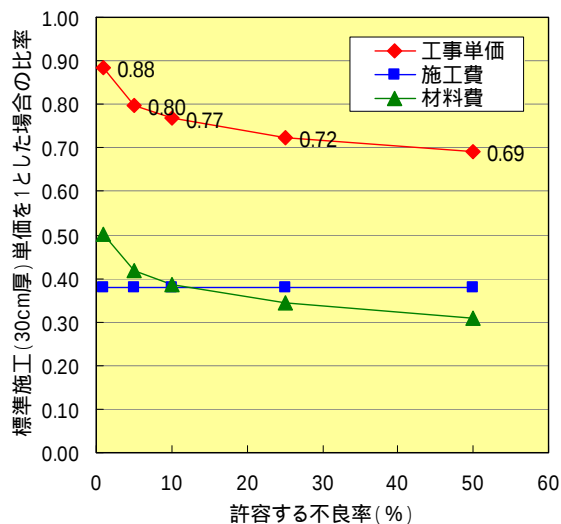


図-3 工事単価と許容不良率の関係