

人工海底山脈の築造と施工管理について

今村 一紀・田中 孝行

人工湧昇流を発生させ広域的な漁場整備を行うために実施する人工海底山脈の築造工事は、沖合・大水深の厳しい施工条件の中、作業船等の位置誘導や投入後の石材（ブロック）が潮流による影響を受けて着底位置が予測しづらい等の問題がある。本稿では、長崎西部地区広域漁場整備工事において開発・導入した統合システムについて紹介する。

キーワード：湧昇流、海底山脈、大水深、統合システム

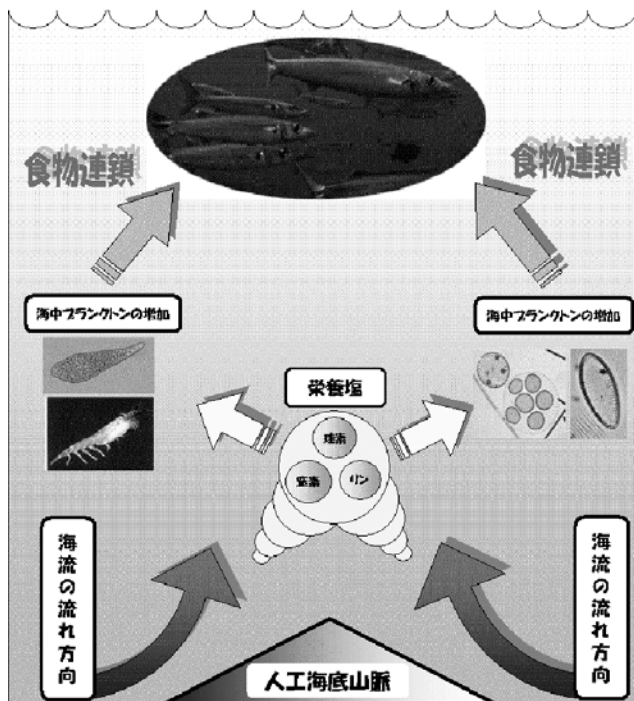
1. はじめに

近年、我が国の漁獲高の減少傾向が心配されており「獲る漁場」から「つくり、育てる漁場」への転換を図ろうという「人工湧昇流漁場」の試みが進められている。人工海底山脈の築造工事は、石材やブロックを海底に投入して大規模な人工海底山脈を築造し、その山脈の効果により海底から表層に向かって上昇する流れ（湧昇流）を発生させ、海底の栄養塩（珪素・窒素・リン等）を太陽光の届く表層近くまで運び、植物プランクトンを増殖させ、食物連鎖による新しい漁場

を形成しようとするものである。

図—1にイメージ図を示す。

人工海底山脈の築造工事は、沖合・大水深の厳しい施工条件の中、作業船等の位置誘導・管理が困難なこと、投入後の石材（ブロック）が潮流による影響を受けて着底位置が予測しづらいこと等の問題がある。当社では、それらの問題を解決するために「堆積形状予測技術」「流向流速計測技術」「船位置誘導技術」「堆積形状計測技術」を組み合わせた統合システムを導入して、長崎県西部地区広域漁場整備工事（五島西部工区）において施工を行った。



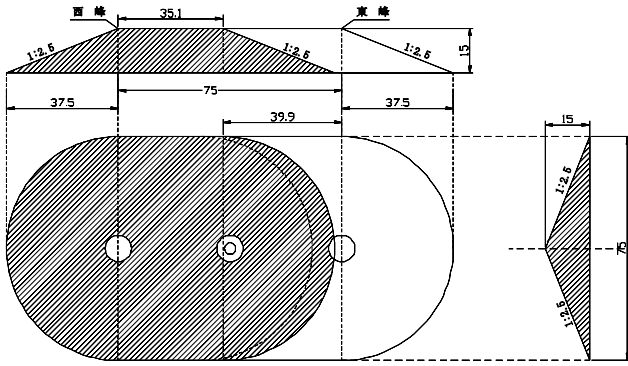
図—1 人工海底山脈イメージ図

2. 工事概要

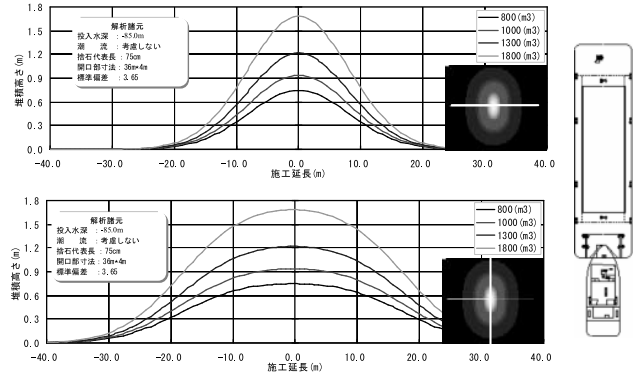
本工事は、長崎県五島列島（福江島）西沖合に石材



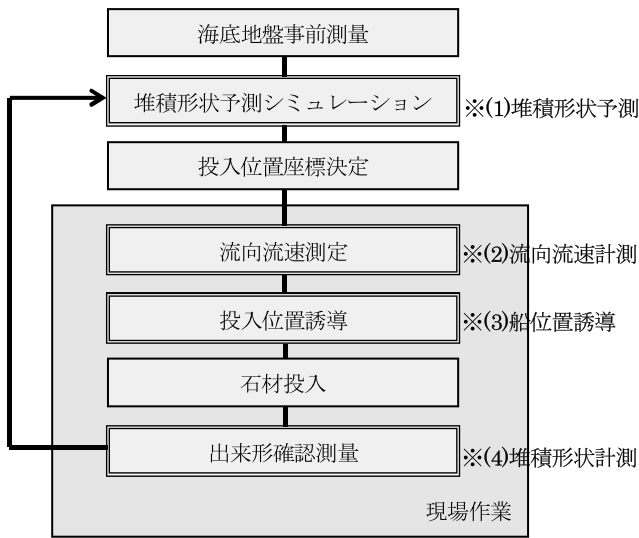
図—2 石材運搬経路図



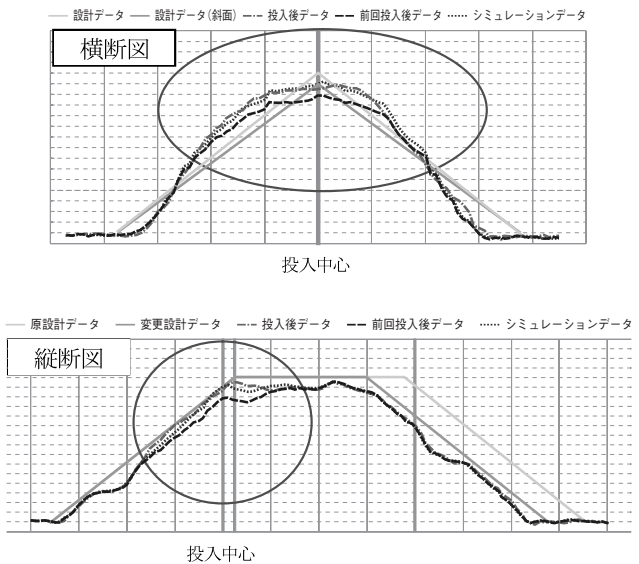
図一三 海底山脈形状



図一五 堆積形状モデル (上…左右方向 下…前後方向)



図一四 施工フロー



図一六 シミュレーション比較断面図

を投入して、最大水深約 85 m の海底地盤に人工海底山脈を築造し、湧昇流を発生させて広域的な漁場整備を行うことを目的としている。投入する石材は、五島市柗島において全開式バージ (1300 m³ 積) に積み込んだ後、柗島～田ノ浦瀬戸～岐宿町黒崎鼻北沖合までの運搬距離約 30 km を曳航して投入を行う。図一 2 に運搬経路、図一 3 に海底山脈の形状、図一 4 にこの工事における施工フローを示す。

3. 統合システム

(1) 堆積形状予測システム

「堆積形状予測システム」は、1 投毎に諸条件 (石材重量・水深・海水密度・バージ形状等) をもとに算出した石材堆積形状予測モデルにより、その投入結果を予め予測し、得られた事前測量結果と重ね合わせて投入シミュレーションを行うシステムである。その結果をもとに次回の投入位置を決定した。

図一 5 に堆積形状モデルの断面図を示す。

事前測量成果 (前回測量成果) に堆積形状予測モデ

ルを重ね合わせた断面図を図一 6 に示す。

シミュレーション結果と投入後の測量成果は、ほぼ一致していることがわかる。

(2) 流向流速計測システム

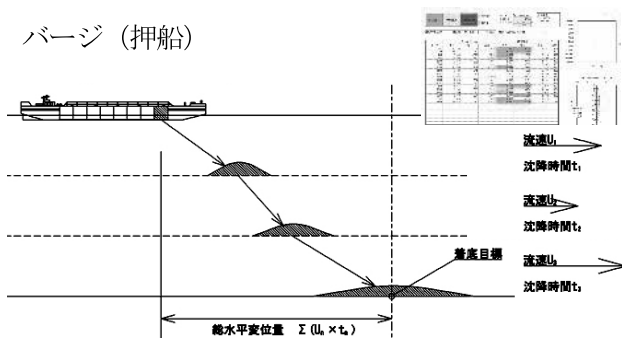
「流向流速計測システム」は、石材を投入し、着底するまでには現場海域の潮流の影響を受けるため、超音波式流向流速計 (ADCP) を用いて投入時の流向流速を測定し、その測定結果より投入から着底までの石材の挙動をシミュレーションする落下挙動シミュレーションから水平移動量を算出するものである。

落下挙動シミュレーションは、水深を等間隔に区切った上で、各層の平均流速と沈降時間のかけ合わせを行い、各層における水平移動量を算出し、その移動量を足し合わせた変位量を投入位置の補正值として採用した。

写真一 1 に流向流速計測状況と図一 7 に落下挙動シミュレーションイメージを示す。



写真一 1 流向流速計測状況



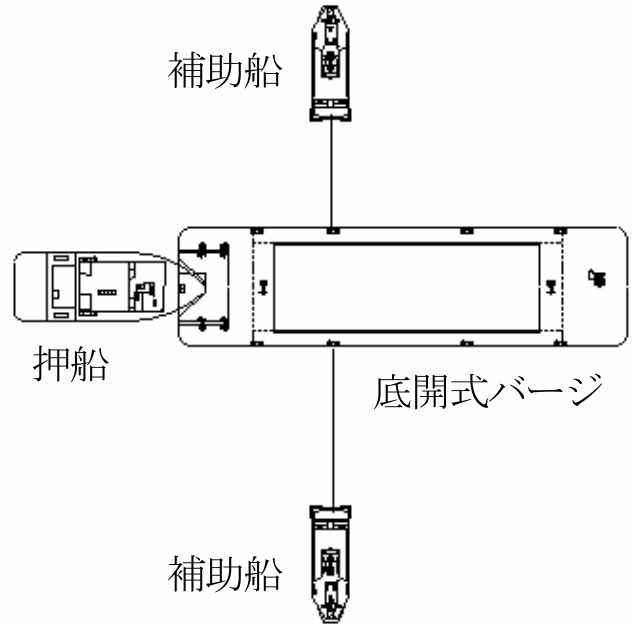
図一 7 落下挙動シミュレーション

(3) 船位置誘導システム

「船位置誘導システム」は、流向流速計測システムにより算出された投入目標位置へバージを誘導するため、目標までの移動量や船位をリアルタイムにモニタリングし、誘導を行うものである。この工事では、底開式バージによる直投方式を採用しており、投入にはバージが開き始めて投入完了するまでに約 20～40 秒の時間を要する。そのため投入目標位置にバージを静止させる必要があることから、図一 8 に示すように補助船を使用してバージの位置誘導・定点保持を行った。

以下に投入時のイメージ図と船団の写真(写真一 2, 3, 4)を示す。

位置誘導システムには、当社が開発したシーハンターシステムを採用した。このシステムは、ネットワーク型高精度 DGPS 測位システム「StarFire」を採用することで「いつでも、どこでも」高精度に位置誘導・管理を行うことが可能である。「StarFire」は、全世界をカバーする広域高精度な DGPS であり、静止衛星からの補正情報を受信して測位可能なため、従来型の DGPS と同様、基準局を新たに設置する必要がなく水平精度 15 cm 以内を実現する。このシステムは、



図一 8 投入方式



写真一 2 底開式バージ・押船



写真一 3 補助船 1



写真一 4 補助船 2

「StarFire」からの位置情報、GPS 方位計からの船体方位情報また風向風速計等の気象情報をデータ処理パソコンにて収集し、バージの船体寸法情報をもとに投入目標位置へのピンポイント誘導を行うものである。

図一 9 にシステムイメージ図と、図一 10 に系統図を示す。

また、このシステムは、投入位置へのコントロールを行う押船側での確な指示が行えるよう押船側システ

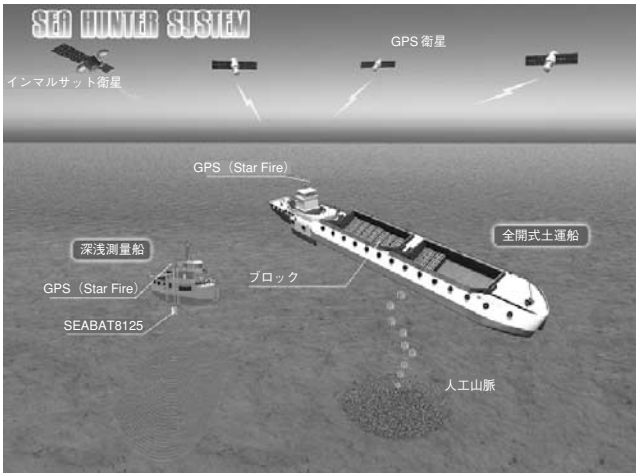


図-9 シーハンターシステム

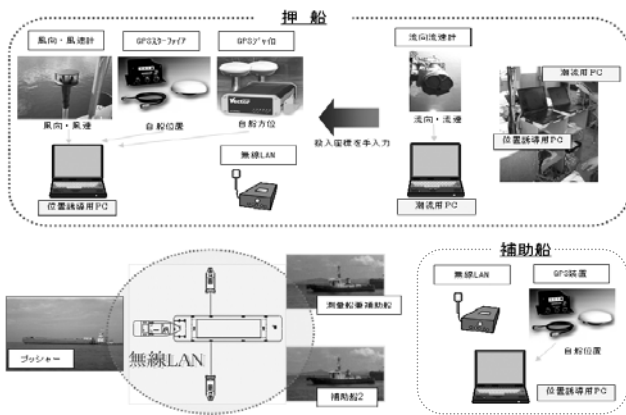


図-10 システム系統図

ムと補助船側システムを無線LANでつなぎ、各船において共通の画面を表示させ、各船の情報を共有することにより投入位置精度の向上を図った。

図-11に位置誘導システム画面を示す。バージ(押船)と補助船および投入目標位置を表示させることにより、投入位置までの誘導を効率よくアシストする機能を有している(写真-5)。

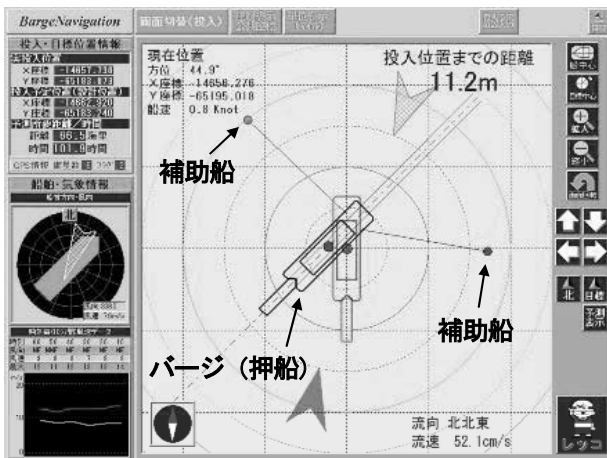


図-11 位置誘導システム画面

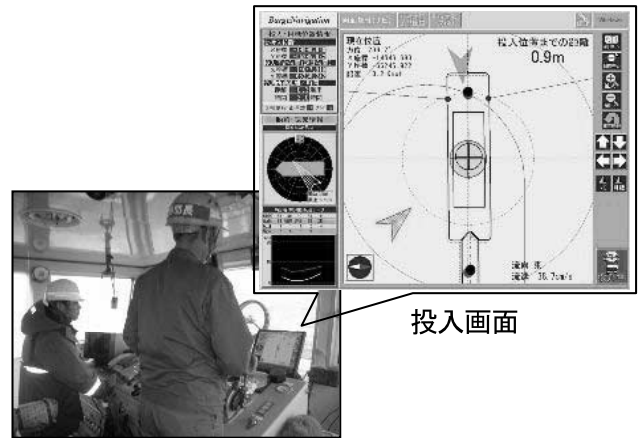


写真-5 投入状況

(4) 堆積形状計測システム(ペルーガシステム)

堆積形状計測システムは、石材投入後の堆積形状を詳細に把握するために実施する深淺測量であり、ペルーガシステムにより実施した。

ペルーガシステムは、船体位置を計測するGPS「StarFire」、船体方位を検出するGPS方位計、船体の動揺を補正する動揺補正装置、水深の計測を行うナローマルチビーム測深ソナー、各々の機器からのデータ収集・記録を行うパソコンで構成されている。

図-12にペルーガシステムの構成および、写真-6に測量状況を示す。

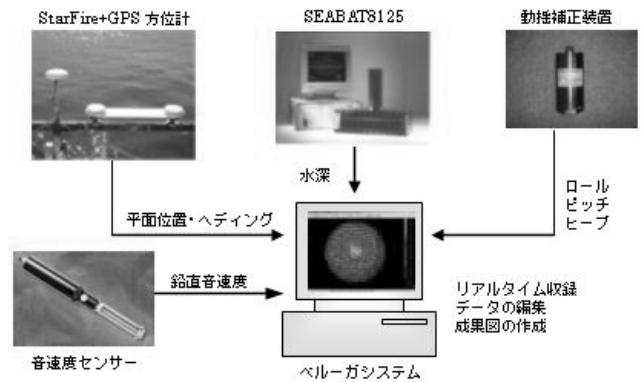


図-12 ペルーガシステム構成

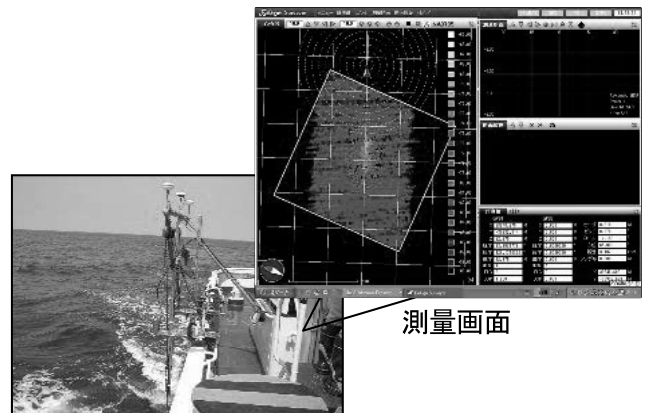
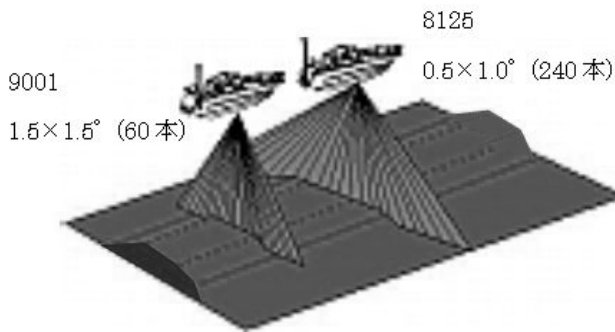


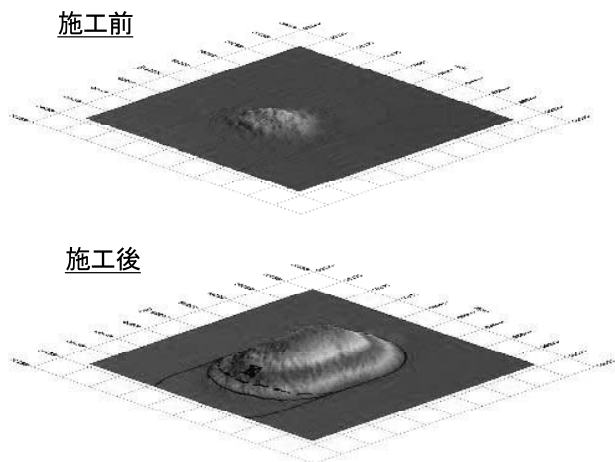
写真-6 測量状況

ナローマルチビーム測深ソナーは、高精度かつ広範囲に計測が可能な Seabat8125 を採用した。

Seabat8125 は、従来の Seabat9001s や 8101 と比較して、音波のビーム幅が 0.5×1.0 度と狭く、また扇状に 240 ビーム同時に計測可能である。そのため人工海底山脈の詳細な形状データを取得することが可能となった。



図—13 ナローマルチビーム測深イメージ



図—14 測量成果（鳥瞰図）

図—13 に測深状況のイメージ図、また図—14 に海底山脈の測量成果（鳥瞰図）を示す。

4. おわりに

本施工は、9月から12月にかけて3ヶ月間に渡り実施された。冬場を迎えるにあたって気象・海象条件がより厳しくなる条件のもと、各施工技術の統合システムを採用することで、非常に精度良く、また効率よく投入を行うことができ、システムの有効性が十分実証される結果を得ることができた。

今後は、多様化する現場のニーズに応え、施工の高精度化や効率化については、コストダウンに結びつけるために、今まで蓄積されたノウハウや過去の実績をもとに、更なる厳しい施工条件下での工事にも取り組んでいきたいと考えている。

最後に本工事施工にあたり、事業主体の長崎県（水産部）、施工管理の水産土木建設技術センター、元請の田浦・三浦JVにご協力を頂き、ここに感謝の意を表します。

J|C|MA

[筆者紹介]

今村 一紀（いまむら かずき）
東亜建設工業㈱
土木事業本部 機電部 電気グループ



田中 孝行（たなか たかゆき）
東亜建設工業㈱
土木事業本部 機電部 電気グループ

