

## 牛根麓漁港浮防波堤の整備

うわ だ たけ し  
上 田 猛 志\*

鹿児島県では、ブリ養殖で有名な牛根麓漁港の整備を進めている。当漁港は90mを超える大水深で急峻な海底地形のため施工事例がなく、設計当初はまさに暗中模索であったと聞いている。本稿では、平成20年に計画し、当時あまり聞き慣れない技術を使用して平成24年度から平成29年度にかけて整備した鹿児島県で初めてとなる浮防波堤整備について紹介する。

### 1. はじめに

鹿児島県は養殖ブリの生産量が日本一である。

本稿で紹介する牛根麓漁港は、県内2位の養殖ブリ生産地である。平成28年の陸揚げ金額は70億円で、主として関東や関西に出荷され北米やEUへの輸出も伸びている。

生産量に比して、漁獲物を陸揚げする公共の岸壁や用地が著しく不足しているため、漁協や水産事業者が海岸に整備した栈橋を使用し、陸揚げや出荷作業などを行っている。

このため、岸壁、用地、防波堤などの整備を計画し、水産流通基盤（特定）整備事業により、現在、整備を進めている。



写真-1 桜島と大隅半島の狭間にある牛根麓漁港

全体計画の中で最初に整備したのは、栈橋での陸揚げ作業等の安全性確保の観点から、今回紹介する北防波堤である。

### 2. 防波堤の設計条件と工法

#### 1) 構造形式の選定

本県本土の中心に位置する桜島は、1914年の大正噴火で噴出した溶岩により海峡が埋立てられ、始良カルデラ南縁にあたる大隅半島の垂水市北部と陸続きになった。牛根麓漁港はその接続部にできた水深が深く、くさび状の海域を利用した天然の良港であるが、海底地盤が急峻で整備予定場所の最大水深が90mを超えるなど、漁港を整備するうえで技術的に条件が厳しい地形となっている。

この厳しい地形条件のため、浮体碇係式が唯一適切な構造形式と判断した。なお、桜島に近接している水深が浅い区間は一般的な重力式構造とした。

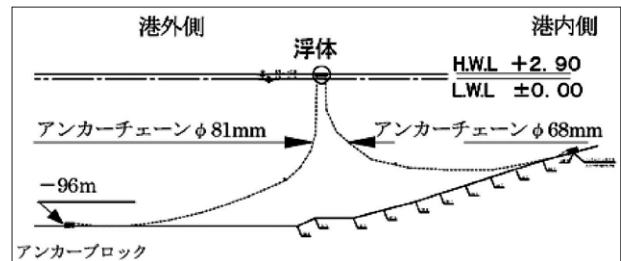


図-1 標準断面図（浮体碇係式）

#### 2) 設計に向けた調査

##### (1) 海底地形の把握

前述のとおり、急峻な地形で最大90mを超える水深の海底にアンカーブロックを据え付けることから、海底地盤の状況を三次元で詳細に把握できるマルチビーム測深器により測量を行った。

\*鹿児島県 大隅地域振興局 建設部 河川港湾課 技術主幹兼港湾漁港係長

## (2) 地盤条件の把握

浮体式と重力式の二つの構造形式があり、双方の設計に用いる地盤情報を得る必要があった(図-2)。

重力式部では通常のボーリング調査を行った。浮防波堤のアンカーブロックを設置する大水深部においてボーリング調査をするためには、大規模なクレーン台船や大水深専用の仮設が必要となり多額の調査費が必要であるが、海底表面地層の土質とせん断強度のみを把握すれば良いため、音波による断面探査(マルチチャンネル音波探査)と平面探査(サイドスキャンソナー)を実施した。

マルチチャンネル音波探査は、発信器から一定間隔で発進された音波が海底や地層境界物の物性が異なる面で反射した音波を受信機で受信し、デジタル処理を行うことで側線下の地下構造を反射断面として得るものである。

調査概念図と探査結果の地層断面図を図-3、4に示す。

サイドスキャンソナーは送受信機から音波を海底面に送信し、反射・散乱した音波の状態の変化を測定することにより海底の凹凸や底質(硬さ、粗さ)などの底質分布を推定し、別途サンプリングした大水深部の海底土砂との比較により底質の分布図を作成するものである。探査結果は図-5に示す。

これらの音波探査結果と比較的浅い区域でのボーリング調査を照合することにより探査の精度を高め、より実情に合った地盤状況の把握に努めた。

これらの調査で得られた海底面の地盤情報により、アンカーブロックを設置することに問題がない海底地盤であることを確認するとともに、アンカーブロック設置に最適な、局部的により平坦な地点を選定できた。

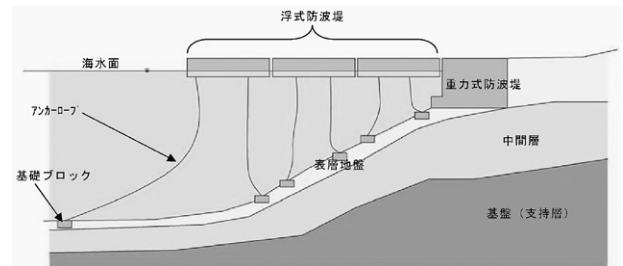


図-2 北防波堤の模式図

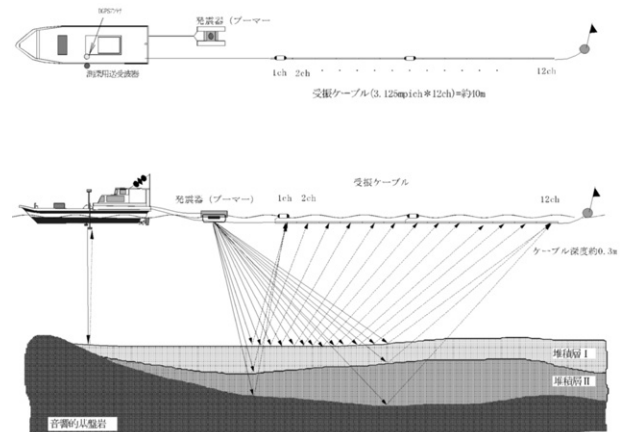


図-3 マルチチャンネル音波探査概念図

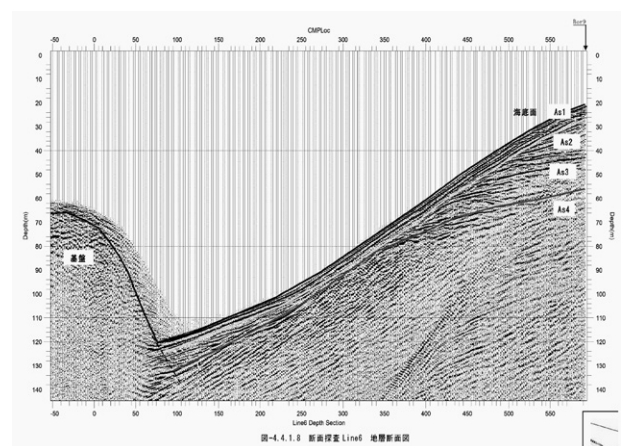


図-4 マルチチャンネル音波探査による地増断面図

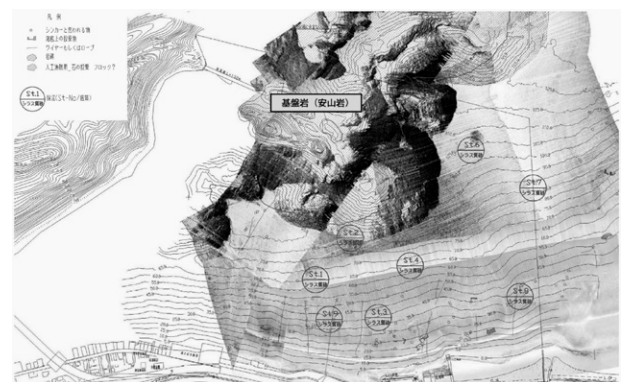
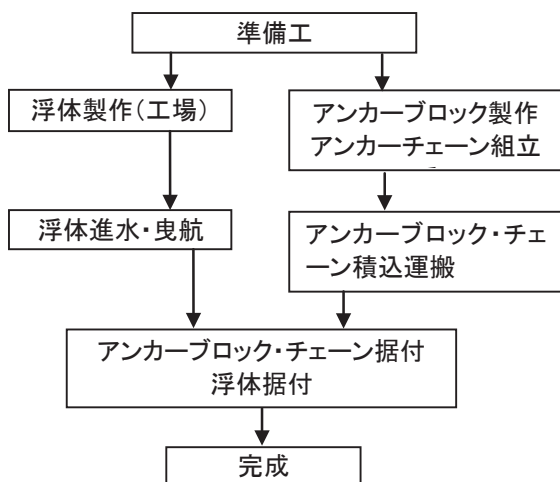


図-5 サイドスキャンソナーによる底質分布図

### 3. 浮防波堤の施工

防波堤の施工を一連のフローで示す。



浮体（55m/基）は、造船所がある鹿児島湾対岸の鹿児島港で陸上製作し、2,200t吊起重機船で進水、現場まで曳航した。

アンカーブロック（102t～296t）は垂水港で製作し、アンカーチェーンとともに起重機船で台船に積み込み現場まで運搬した。アンカーチェーンはφ73～120、長さが143m～289mあり、連続した状態での製作ができないため、台船上で複数のチェーンをシャックルで繋ぎ合わせて1本にしたうえでアンカーブロックと連結した。

アンカーブロックの据付位置は、最深で-96mと非常に深く、桜島の海底斜面に設置するため、据付誤差を計画座標の±1m以内と設定した。許容範囲としては大きく思えるが、実際はクレーンヘッドの高さ100mと水深96mからなる約200mの高さから潮流の影響を受けながらの作業となるため、高難度かつ高精度の施工となった。また、水中におけるアンカーブロックの据付状態をどのように確認するかが課題であり、これらの課題を解消するための手法として、GPS機能を有した遠隔操作無人探査機「ROV」を据付作業に用いることとした（写真-2）。現地では、ROVをアンカーブロックのマーキング位置へ誘導し、座標計測システムによりアンカーブロックの位置を正確に把握しながら据付を行い、誤差1m以内の高精度の据付を完了した（図-6）。

本工事における浮体設置作業は、法線に対するズレが1m以内でさらに既設防波堤との間隔が5.5m

以上～6.5m以内と高精度の施工が要求された。

4連あるチェーンの連結を1連ずつ行いながら位置を合わせる作業方法では、浮体の調整に要する時間とその精度の確保が困難であることが想定されたが、起重機船（2,200 t 吊）の4つのフックを利用し、2連のチェーンを同時に浮体に連結することで、位置調整が容易になり、要求された規格値を満足する据付を行い目的物を完成することができた。

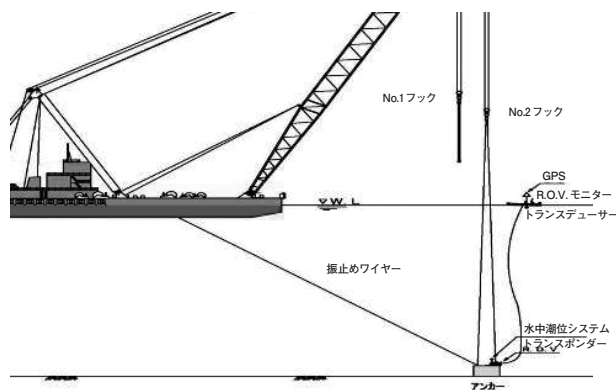


図-6 アンカーブロック設置イメージ

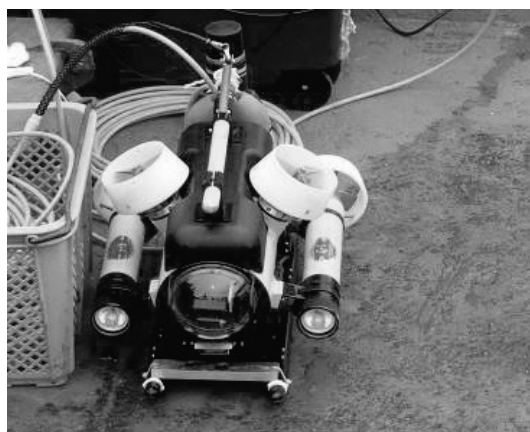


写真-2 遠隔操作無人探査機（ROV）

### 4. おわりに

大水深部に防波堤を計画することは、多額の費用がかかり技術的にも困難を伴ったが、マルチチャンネル音波探査やサイドスキャンソナーによる調査、遠隔操作無人探査機（ROV）によるアンカーブロックの据付等のこれまであまり使ってこなかった機器を利用して竣工できたことは感慨深いものがあった。今後も新しい技術を取り入れ活用し、これまで困難と思われていた課題に対しても実現の可能性を探る必要がある。