

# Project brief 1

## プロジェクト紹介

### 本浦漁港における防波堤設計

～ハイブリッドケーソン+ジャケット式～

小田 律文

ODA Norifumi  
 復建調査設計株式会社  
 松山支店  
 次長



#### はじめに

本浦漁港は愛媛県の南西に位置する宇和島市の戸島に位置する。古くから周辺海域の良好な漁場を生かした沿岸漁業が盛んであり、近年はハマチやマグロ等の海面養殖によって、宇和海有数の漁業基地となっている。愛媛県に2港ある第4種漁港（離島又は辺地にあって、漁場の開発や避難等で必要な港）の一つである本浦漁港は、荒天時には周辺海域の漁船の避難港として重要な役割も担っている。

しかしながら、港口部に設置され

た防波堤施設の延長が短いため、港内の静穏度が十分確保できていない状況にあった(図1)。このため、愛媛県は平成21年度から防波堤延伸(L=120m)工事に着手し、平成27年3月に完成させた。

本浦漁港のある宇和海はリアス式海岸からなる急深な海域となっており、防波堤設置水深が32～47mと非常に深い。一般的な工法では建設費が割高となるため、ハイブリッドケーソン工法(図2)及びジャケット式工法(図3)を採用した。ここでは、本浦漁港で採用した二つの

工法について紹介する。

ハイブリッドケーソン工法とは図2に示すように、鉄筋コンクリート部材を鋼・コンクリートの合成版や、コンクリート中に鉄骨等を有するSRC部材等を組み合わせて構成した着底式ケーソンの総称である。鋼材の高強度・軽量の特長を活かし、従来のRCケーソンに対しフーチングを大きく張り出すことができ、下面に伝える地盤反力を低減できる特長を有している。

ジャケット式工法とは図3に示すように、鋼管で組み立てられた立体トラスを鋼管杭で構造物の脚(レグ)内に打ち込み、海底に固定する構造形式である。鋼管トラスによって下部工の水平剛性を高めると共に、上部工の荷重を合理的に基礎杭に分配できる構造であり、高品質確保と現地工期の短縮を可能とする特長を有している。

#### 自然特性

防波堤設置予定箇所は水深が深く潮の流れが速い海域で、現地の波浪は30年確率で風波が $H_{1/3}=2.0\text{m}$ と $T_{1/3}=4.5\text{sec}$ で、うねりが $H_{1/3}=1.2\text{m}$ と $T_{1/3}=11.6\text{sec}$ である。なお、波浪については、大きい方から全体の個別波数の1/3に相当する個

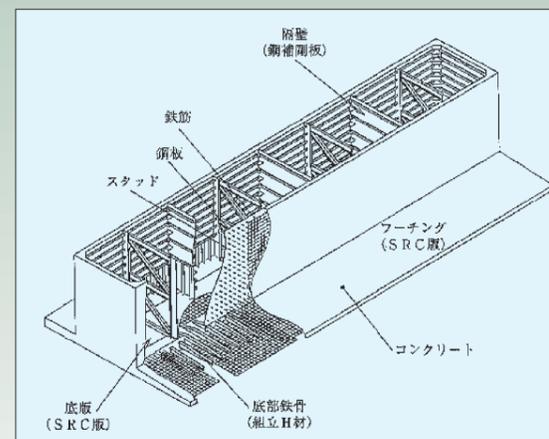


図2 ハイブリッドケーソン模式図

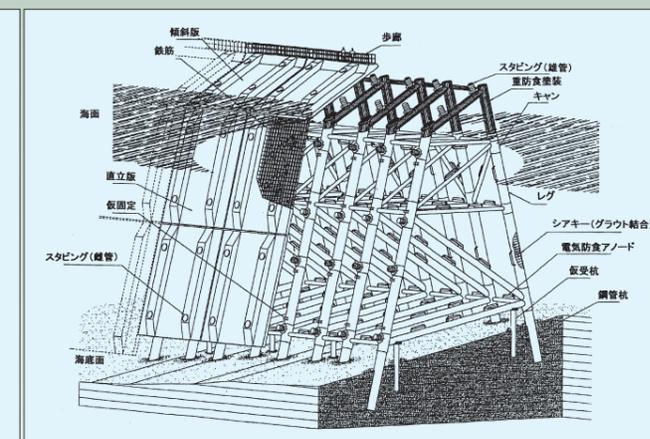


図3 ジャケット式模式図

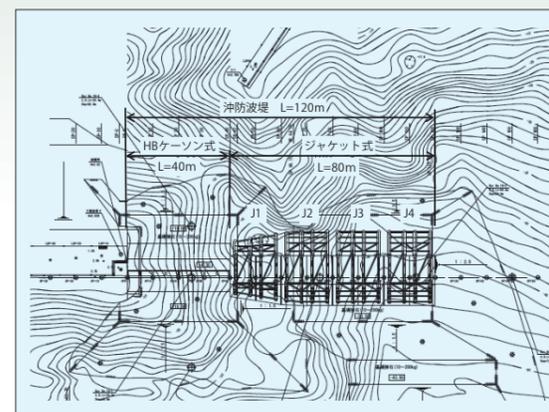


図4 平面図

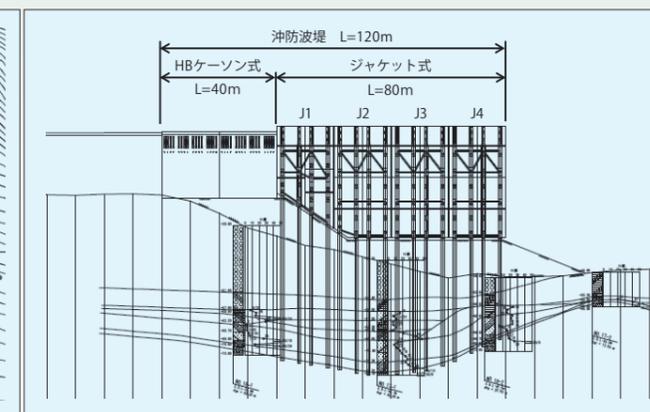


図5 縦断面図

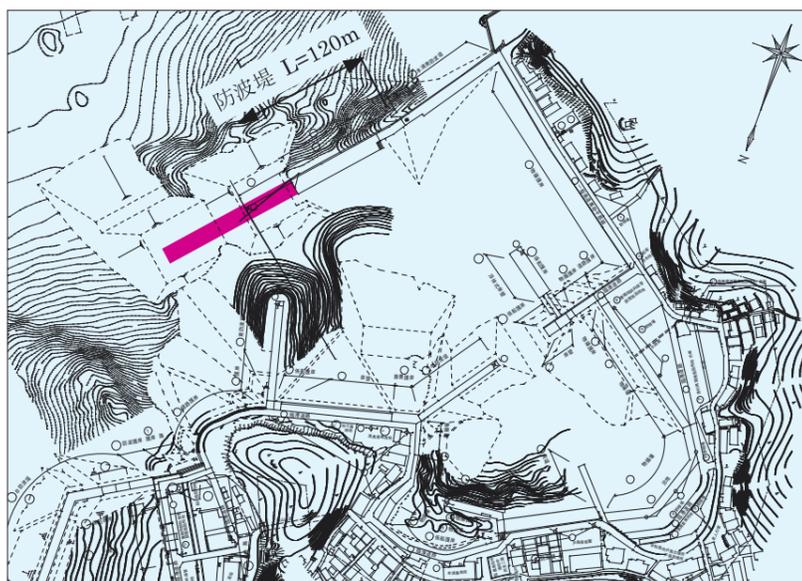


図1 本浦漁港(本浦地区)

別波をとりだし、これらの波高を平均したもので、その波高を有義波高 $H_{1/3}$ 、周期を有義波周期 $T_{1/3}$ と呼び、目視観測による平均的な波に非常に近いと言われている。

基礎地盤は既設防波堤の基礎捨石マウンドの影響範囲でもあり、その下部には軟弱な粘土層が4～8mと一様でなく、さらにその下部は、砂質土と粘性土の互層を呈している。

#### 設計・施工上の留意点

漁港前面海域ではハマチやマグロの養殖筏が広範囲で展開されており、防波堤前面は漁船の航路として利用されていることから、漁業活動への影響を極力抑えるため、反射波の低減が不可欠であった。ま

た漁業関係者との調整上、6～9月までの間は工事を控える必要があり、冬季風浪の影響もあることから、施工期間は半年程度と限られていた。

#### 構造形式の検討

##### ● 標準部(ジャケット式)

既設防波堤は水深32m程度の高マウンドによるケーソン式防波堤であった。防波堤延伸予定箇所はさらに深くなることから、同様な工法を採用した場合には一層高マウンドとなり、かつマウンド幅が広がるため、捨石量が増大し割高となる。

これに対しジャケット

式は、本体となるジャケット部のほとんどを工場で製作できることで高品質となり、杭構造のため施工期間が大幅に縮小し経済的となる。このことからジャケット式を採用した(図6)。

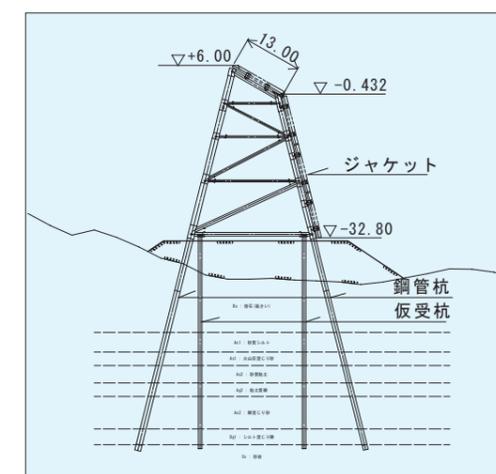


図6 ジャケット式標準断面図

なお、既設マウンド及び下部捨石への杭の打設については、ロックパイプロ工法（高圧ジェットを併用し、先端を補強した杭をロックパイプロの振動により打設する工法）を採用した。

● 取付区間（ハイブリッドケーソン）  
取付区間は既設防波堤の基礎捨石マウンドが厚く、杭打設は先に示したロックパイプロ工法でも施工が困難であった。そのため既設同様の重力式としたが、比較検討の結果、従来のRCケーソンではなくハイブリッドケーソンを採用した。当工法では鋼材の高強度・軽量の特長を活かし、フーチングを大きく張り出して地盤反力を小さくでき、基礎捨石

マウンド幅の縮小が可能で経済的となる（図7）。

### 技術的成果

#### ● 標準部（ジャケット式）

構造諸元は2次元造波水路（長さ20m、幅0.5m、水深約0.4m）を用いて、波高の伝達率、反射率及び波力特性に関して水理模型実験を行い決定した（写真1、2）。

防波堤の天端高と直立版下端高は、30年確率の風波及びうねりに対して、港内の静穏度を満足させるため、風波による伝達率0.1を超過しないように天端高をD.L.+6.0m、直立版下端高を海底面から0.5mの位置に決定した。また、傾斜版の角

度は防波堤前面で漁船が航行可能な波高（0.9m）以下とするため、1年確率の風波（ $H_{1/3}=0.7m$ 、 $T_{1/3}=3.8sec$ ）に対して反射率が0.5以下となる $30^\circ$ とした。

構造物の安定性照査は、水理模型実験により防波堤にかかる波力を求め、構造の安定性及び各部材の照査を実施して構造細目を決定した。

#### ● 取付区間（ハイブリッドケーソン）

ケーソン下面は既設防波堤の延伸部であるため、既設防波堤敷高と同等のD.L.-19.0mとした。ケーソンの幅は30年確率の風波とうねりに対して安定性を確保でき、基礎捨石マウンドが最小限となる本体幅7.5m、底面幅19mとした。また、ジャケット部と同様に反射波の低減が必要であるためケーソンに縦スリットを設け、1年確率の風波に対して反射率が0.5以下となる内幅2.7mに設定した。

### おわりに

平成27年3月に当該防波堤が無事に完成した。その結果、漁港内の静穏度が確保され、防波堤背後に位置する岸壁を利用する定期船の運航も良好な状態になった。防波堤

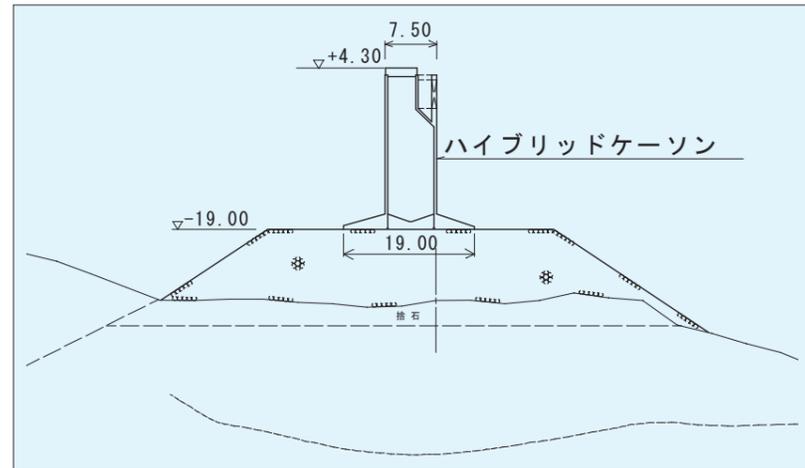


図7 ハイブリッドケーソン標準断面図



写真1 2次元造波水路（ジャケット式）



写真2 実験概況（ジャケット式）

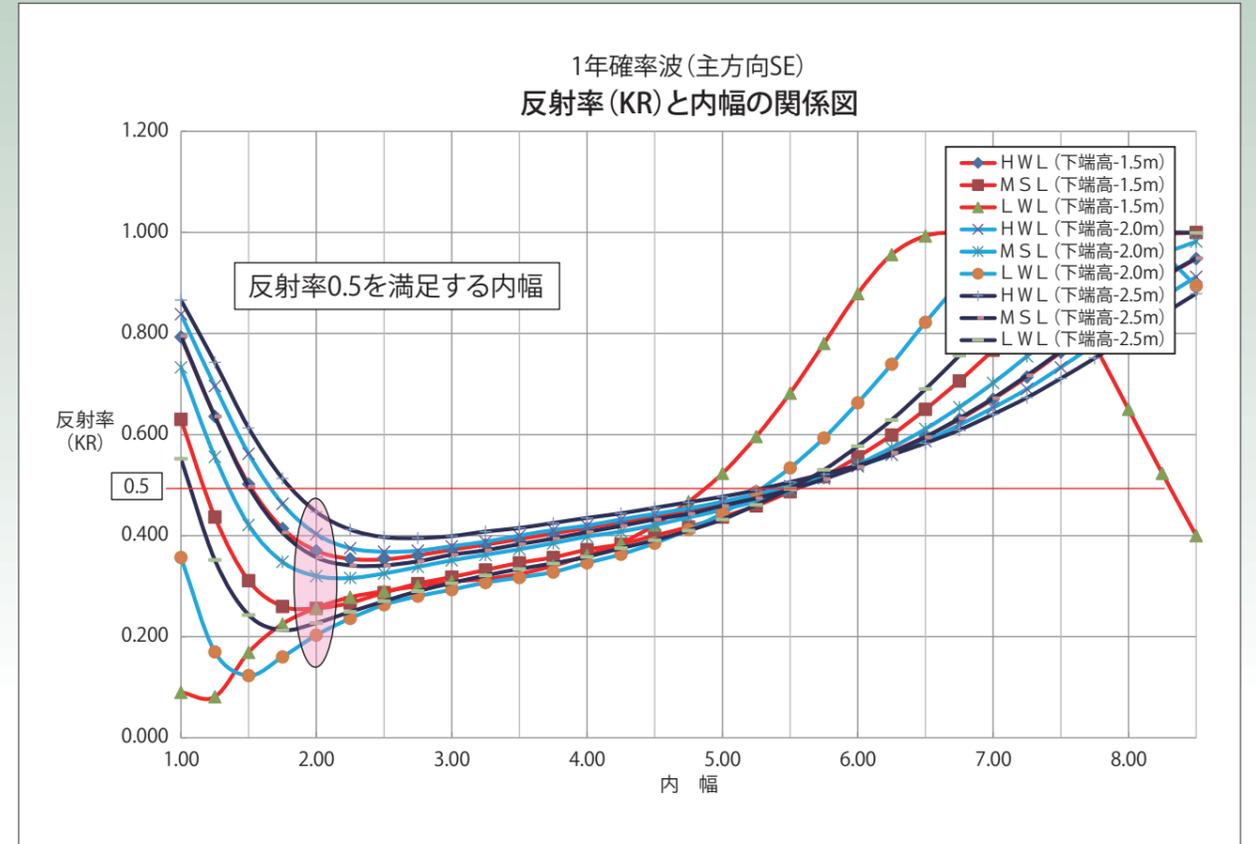


図8 反射率と内幅の関係図（ハイブリッドケーソン）



写真3 本浦漁港防波堤（正面）



写真4 本浦漁港防波堤（背面）

前面への反射波の影響も最小限とすることができ、養殖筏等漁業活動への影響もなく、整備効果が発現されている。

ジャケット式防波堤箇所では、コンクリート版への藻の着定により魚

類の蝸集効果も見られ、海域環境創造にも寄与していることが伺える。

今後、第4種漁港の避難港としてより多く利用され、漁船係留作業の時間短縮や漁獲物の水揚げ作業等

の円滑化により、一層の漁業振興の推進が図れることを期待したい。

#### <参考資料>

- 1) 「防波堤におけるジャケット工法の活用について」宇都宮雄治 月刊建設2012年7月 一般社団法人 全日本建設技術協会