

# 和歌山下津港海岸(海南地区)津波防波堤(改良) ～施工面での工夫と環境に配慮した取り組み～

正田 武史

近畿地方整備局 和歌山港湾事務所 海岸課 (〒640-8404 和歌山市湊葉種畑の坪1334)

和歌山県の海南市沿岸部は、津波予想浸水区域の中に行政・防災中枢機能や高付加価値製品製造企業が集中しており、東南海・南海地震が発生した場合には、県内でも最大規模の甚大な被害が想定されているため、現在、国直轄で津波対策事業を進めている。一方、公共事業については国の財政状況の悪化等から、より一層のコスト縮減を図ることが急務となっている。このような状況の中、施工性及び経済性の観点から既存ストック(既設防波堤)を有効活用しコンクリート増打ち等による嵩上げを行うこととした。このため、現地においては施工面での工夫が必要であった。また、津波対策事業を実施している周辺は、万葉集に詠まれた風光明媚な和歌浦湾に位置し、和歌山マリーナシティ等のレクリエーション施設が立地し、様々な漁労が行われていることもあり、環境にも配慮した施設整備を行うこととした。本稿では、既設構造物への影響に配慮した防波堤改良工事の施工方法に関する対策、また環境共生型ブロックの実海域実験について報告する。

キーワード 津波対策, コスト縮減, 環境

## 1. はじめに

紀伊半島に位置する和歌山県においては、今後30年以内に60～70%の確率で発生するとされている東南海・南海地震が発生した場合に、甚大な被害が危惧されている。和歌山県の北部に位置する海南市は、紀伊水道に面した海岸の湾奥に位置し、その地形的特性から、これまで昭和南海地震やチリ地震等による津波浸水被害を被っている。東海・東南海・南海地震が同時発生した場合、本市には最大津波水位 D.L. +7.0m の津波が来襲すると予測されている。津波浸水予測区域の中には、行政・防災中枢機能や高付加価値製品製造企業が集積しており、津波浸水により県下でも最大規模の津波浸水被害が想定されている。

このため、近畿地方整備局和歌山港湾事務所では、当地区の人命、財産を守るため津波対策事業を進めているところである。(図-1)



図-1. 和歌山下津港海岸(海南地区)位置図

## 2. 津波対策事業について

当該津波対策事業は、総事業費約250億円、事業期間は2009年度～2019年度の計画で整備を進めている。津波浸水対策を行うに当たっては、臨海部に企業が立地しているため、従来の沿岸部の既設護岸を嵩上げする対策を行った場合、船舶荷役など背後利用への支障が大きい。このため、当地区については、湾口を塞ぎ浸水予測区域前面で防護ラインを形成する計画としている。(写真-1)

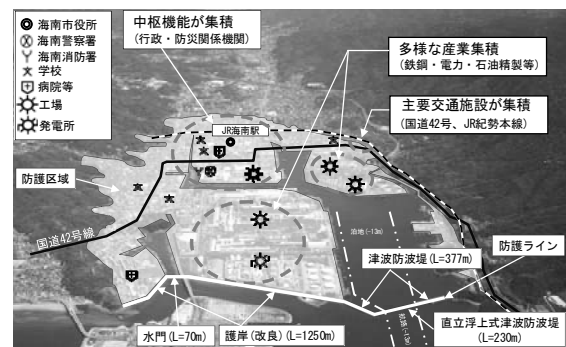


写真-1. 和歌山下津港海岸(海南地区)航空写真

津波対策事業は、既設護岸及び防波堤の改良、新設の津波防波堤、水門を設置する計画となっている。なお、湾口部には幅230mの航路があり、この航路部を津波来襲時以外は、船舶が航行出来るよう開けておく必要がある。このため、航路部においては、平常時には航行船舶の障害とならないように海底に格納し、津波来襲時に海面に浮上させる直立浮上式津波防波堤を採用している。

### 3. 防波堤改良工事について

#### (1) 改良断面の比較検討

津波防護ラインを形成する既設の防波堤について、現況断面では、東南海・南海地震により発生する想定津波高に対して、天端高さが不足し、また、静的安定性照査(永続状態～偶発状態)を行った結果、津波外力に対して滑動及び転倒において耐力作用比 1.0 を満足しない結果となった。

このため、既設防波堤の改良工法については、①案:既設防波堤ケーソンの嵩上げ+防波堤前後の基礎捨石カウンターで補強する案、②案:既設防波堤の前後に二重鋼管矢板を新設する案、③案:既設防波堤前面に組杭式鋼管矢板を新設する案、の3案の比較検討を行った。

その結果、②案、③案の鋼管矢板を新設する案では、施工性や維持管理に課題があるのに対して、①案は既設構造物の有効活用が図れ、経済的に優れていることから①案を採用することとした。

#### (2) 選定断面の検討

改良断面については、想定津波高さが防波堤を越えないように防波堤の天端高さを D.L.+3.80m から D.L.+8.30m へ 4.5m の嵩上げを行うこととした。また、津波外力に対しての安定性を確保するため、既設防波堤ケーソンの中詰材をコンクリートに置き換えるとともに、津波外力にも抵抗出来るよう基礎捨石カウンターを防波堤港内側に設置した。港外側についても防波堤本体の円弧滑り対策として、捨石カウンターを設ける断面とした。(図-2、写真-2)

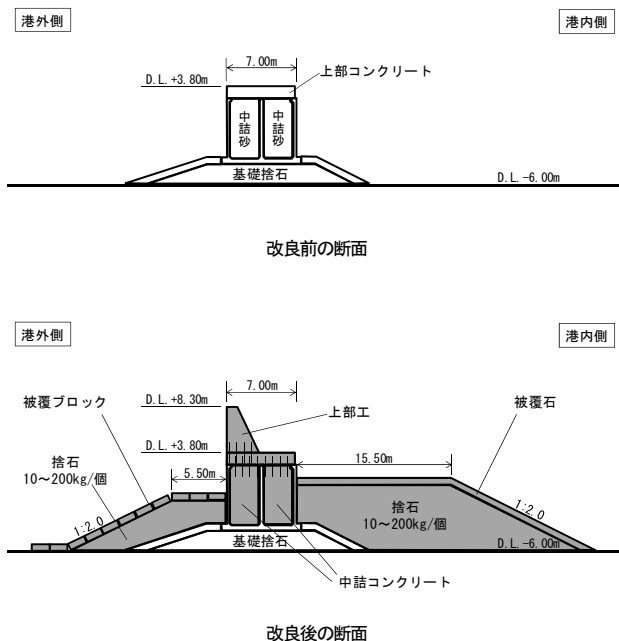


図-2 改良前後の断面図



改良前



改良後

写真-2 改良前後の状況

#### (3) 施工に当たっての課題

当該防波堤の改良工事にあたっては、図-3 に示す施工手順により実施した。但し、ブレーカーによる上部コンクリート撤去や、バックホウ等での中詰材撤去に当たっては、既設構造物に損傷を与えないような施工が必要であった。

また、防波堤ケーソンの中詰砂撤去後に、防波堤重量を増すためにコンクリートを打設することとしたが、コンクリート打設時においては、コンクリート流動によるケーソン側壁耐力に配慮する必要があった。

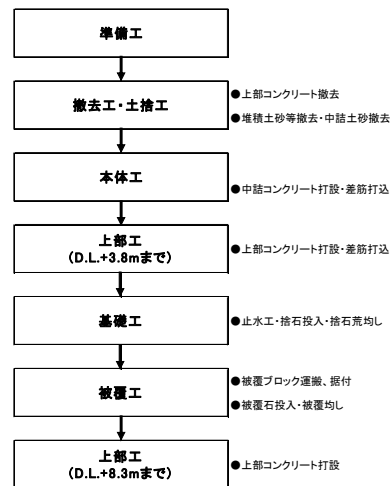


図-3. 施工手順

#### (4) 施工課題への対応

##### a) コンクリート撤去

既設防波堤の上部コンクリートの撤去に当たっては、

既設防波堤本体ケーソンに対して損傷を与えないよう施工する必要があった。このため、重機ブレーカーにより上部コンクリートの天端から約1m程度一次取壊しを行った後、亀裂促進孔を設け、再び重機により二次取壊しを実施した。また、防波堤本体ケーソン側壁近傍のコンクリートを取壊す場合は、人力によるブレーカー取壊しを行うことにより、既設ケーソン側壁の損傷防止に努めた。

**b) 中詰材撤去**

防波堤ケーソンの中詰材撤去に当たっては、グラブ船を使つてのバケットによる撤去を行う場合、バケットの降下時の急な揺れによりケーソン側壁を直撃損傷し、防波堤の構造上、致命的な損傷を与えることが考えられた。

このため、ケーソン中詰材の撤去を行うに当たっては、ロングアームバックホウを使用して掘削撤去を行った。また、ケーソン底板部の中詰材撤去にあたっては、バックホウのコックピットから不可視範囲が生じる可能性があるため、当該施工に当たっては、サンドポンプを使用することにより、確実・安全に吸引撤去出来るよう施工した。また、撤去した中詰砂については良好な材質であったため、別途、国直轄の防波堤築造工事の中詰砂として有効活用した。

**c) 中詰コンクリート打設**

防波堤ケーソンの中詰砂撤去後に、防波堤重量を増すためにコンクリートを打設することとしたが、コンクリート打設後において、コンクリートが硬化するまでの間、側圧による既設ケーソン側壁への悪影響が懸念された。このため、中詰コンクリートを2層に分けて打設するとともに、各隔室の打設高さの差を1m以内となるよう施工し、コンクリート打設による既設ケーソン側壁に対して大きな重量圧が掛からないよう施工した。(図-4)

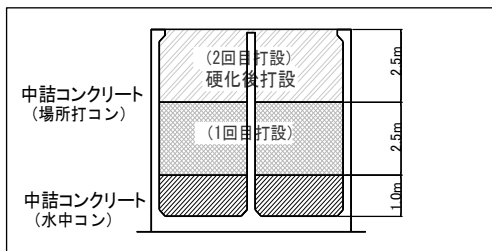


図-4 中詰コンクリートの打設要領

**(5) 現地での調査結果を踏まえての対応**

当該防波堤の現地施工に当たって、防波堤周辺の深淺測量を行った折、現地盤が計画より高い箇所が確認された。このため、現状海底地盤の状況を確認するため、現地での確認調査を行った。

調査は、図-5 に示す地点 a 及び地点 b において、潜水士がアクリル管を用いて海底地盤に堆積している浮泥を出来るだけ乱さないように柱状採取した。また、併せて探深棒等により浮泥層厚も確認するとともに、浮泥の堆積状況について水中撮影を行った。(写真-3)

その結果、海底地盤に約50cm程度の浮泥が堆積していることが確認された。これら浮泥は沖側から漂砂によって運ばれてきた土砂と、河川からの流入土砂が防波堤前面に堆積したものと思われる。この堆積している浮泥の上にそのまま基礎捨石を設置した場合、津波が基礎捨石部を流れるときに、津波の流速により浮泥部分が流され、それにより防波堤ケーソンを支える基礎捨石部分の崩壊が危惧された。このため、工事内容を変更し、浮泥を撤去した後、基礎捨石を施工するよう現場サイドで対応した。

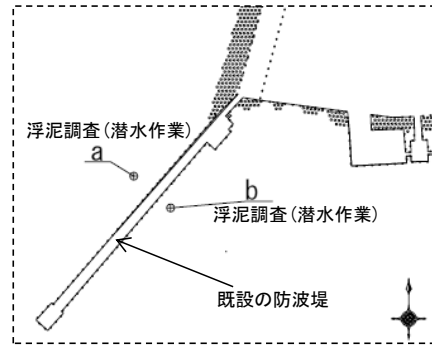


図-5 浮泥調査位置図

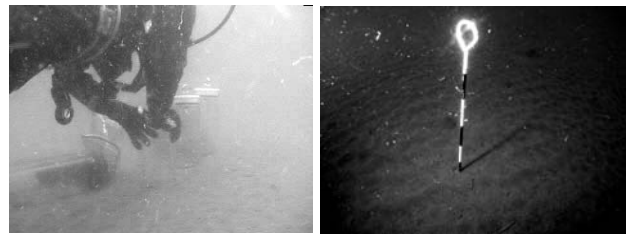


写真-3 浮泥調査の状況

**4. 環境への配慮**

津波対策事業を実施している和歌山下津港(海南地区)は、万葉集に詠まれた風光明媚な和歌浦湾に位置し、和歌山マリーナシティ等のレクリエーション施設が立地している。また、周辺海域においては、様々な漁労が行われていることもあり、環境にも配慮した施設整備を行うこととした。

環境配慮方策として、アミノ酸を混和したコンクリート(環境活性コンクリート)プレート(約250mm×約120mm)を、基礎捨石部に設置する被覆ブロックに取り付けることとした。コンクリートプレートから徐々に溶出するアミノ酸により、藻類の育成促進、多様な生物の生息場の創出、水産生物の増殖といった効果が期待されている。なお、環境活性コンクリートの設置は、国土交通省近畿地方整備局「実海域実験場提供システム」に基づき行い、環境活性コンクリートによる防波堤における生態系創出の実証を目的とした実証実験を行っており、平成23年度よりモニタリング調査を実施している。今後、本実験・調査により環境活性コンクリートの有効性が十分確認された場合、環境活性コンクリートの追加設置等も検討していきたいと考えている。(図-6、図-7)

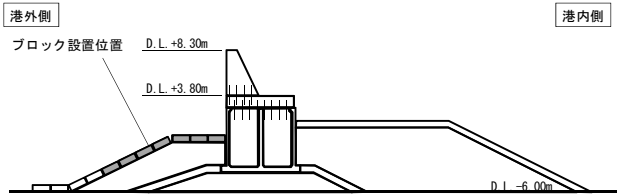


図-6. 環境活性コンクリートプレート設置位置図

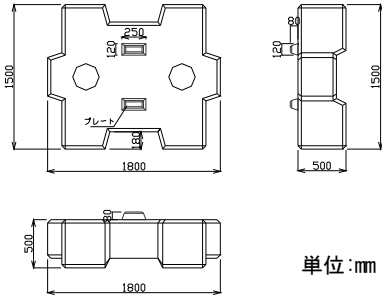


図-7. 環境活性コンクリートプレートを設置した被覆ブロック詳細図

(1) 調査内容

モニタリング調査の内容は以下のとおりである。

- ① 藻類の着生・生育や底生生物蝟集状況の目視観察並びにカメラ撮影による、環境活性コンクリートプレートと普通コンクリートの差異の把握
- ② 魚介類の蝟集効果の把握
- ③ 人為的に種糸を設置したワカメの生育状況の把握(被覆ブロック設置時期がワカメ等大型海藻の胞子放出後であったため)

(2) 調査結果

2011年11月、2012年4月に実施したモニタリング調査の結果を以下に示す。

① 付着生物(表-1)

環境活性コンクリート面と普通コンクリート面では付着生物相に違いが見られた。このことから、食物連鎖の基礎となる付着藻類の成長が期待できる事が確認された。

② 魚類(写真-4)

メジナ、クロダイ、ボラ、クロサギ、スズメダイ等の群れが確認された。また、環境活性コンクリート面に集まるボラ、ブロック表面に付着するサザエが確認された。このことから、多様な魚類の蝟集が期待できる事が確認された。

③ ワカメの生育(写真-5)

普通コンクリート表面に比べ、環境活性コンクリートブロック表面並びに周辺で良好に生育するワカメが確認された。このことから、魚類や底生動物の育成環境の創出が期待できる事が確認された。

今後も藻類の付着状況や魚類の蝟集状況を継続監視するとともに、本海域における環境活性コンクリートプレ

ートの有効性検証等を実施していく予定である。

表-1. 付着生物相

ブロックNo.	3		4		5		6		
水深 (D.L.-m)	0.3		1.1		1.9		2.7		
基質	OC	AC	OC	AC	OC	AC	OC	AC	
海藻	アオサ属	+	10	+	+	+	+	+	
	フクロノリ	+	5	+	10	5	10	+	5
	ワカメ*							+	90
	ウスカワカニノテ	+	+	+	+	+	+	+	+
	スキノリ目	+	+	+	+	+	+	+	+
動物	イワノカワ科	+	5	+	5	+	5	+	10
	ウズマキゴカイ	+	+	+	+	+	+	+	+
	カンザシゴカイ科	+	+	+	+	+	+	+	+
	オオヘビガイ	+	+	+	+	+	+	+	5
	イタボガキ科	+		5	5	+	5	+	10
フジツボ科	+	5	+	10	+	10	+	5	

OC: 普通コンクリート, AC: 環境活性コンクリート. 数字は被度を示す. なお+は被度5%未満を示す.

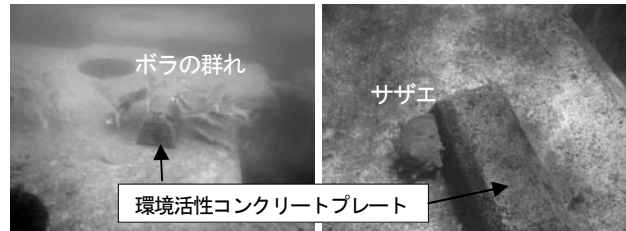


写真-4. 環境活性コンクリートに群がるボラ, 同コンクリート表面で確認されたサザエ

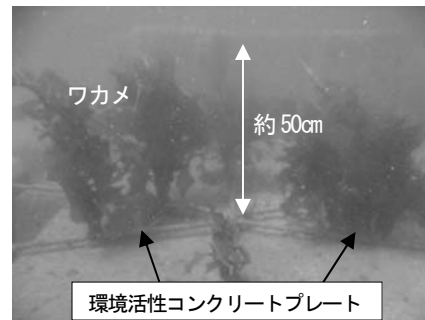


写真-5. 環境活性コンクリートブロックに生育するワカメ

5. まとめ

既設の防波堤を有効活用し津波防波堤に改良する工法は全国でもあまり例が無く、今後、本工事での経験が他港でも活用出来ればと考える。

循環型、自然共生型の持続可能な社会システムへの変革を図るために、社会資本整備の全段階を通じた環境負荷の低減が求められている中、環境活性コンクリートによる環境創出効果についても引き続きモニタリングを続け、その効果の検証を図っていく予定である。

昨年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う大津波は、東日本の太平洋側に暮らす人々の生活や企業の経済活動に深刻な影響を及ぼした。当津波対策を進めている海南市においても、地元から早期の完成を強く望まれている。今後は、防波堤改良事業を進捗させていく他、直立浮上式防波堤や水門等の整備が控えている。これら事業の実施にあたっては、直轄の技術力を活かした取組を充実させ、深化を図りたいと考えている。