

中海・宍道湖沿岸域浅場整備の設計等に関する  
技術資料

( 案 )

平成 27 年 2 月

国土交通省

中国地方整備局 出雲河川事務所

---

# 中海・宍道湖沿岸域浅場整備の技術資料

## － 目次 －

第1節 総説 .....	1- 1
1.1 技術資料の目的と内容 .....	1- 1
1.2 技術資料の適用 .....	1- 1
第2節 浅場整備の基本 .....	2- 1
2.1 浅場整備の目的 .....	2- 1
2.2 浅場の多面的な機能 .....	2- 2
2.3 浅場整備の定義 .....	2- 3
第3節 浅場の整備箇所と整備形態 .....	3- 1
3.1 浅場の整備箇所及び整備形態の設定方針 .....	3- 1
3.2 外力及び地域特性の把握 .....	3- 2
第4節 浅場整備の設計 .....	4- 1
4.1 設計の基本 .....	4- 1
4.2 基本要件の整理 .....	4- 2
4.3 砂浜整備の設計 .....	4- 6
4.4 植生帯整備の設計 .....	4-12
第5節 浅場整備の維持管理とモニタリング .....	5- 1
5.1 浅場整備の維持管理 .....	5- 1
5.2 維持管理のモニタリング .....	5- 4
第6節 浅場整備効果の把握 .....	6- 1

---

## 第1節 総説

### 1.1 技術資料の目的と内容

本技術資料は、今後の浅場整備の基礎資料とするため、これまでに中海・宍道湖で実施してきた浅場整備の計画・設計・維持管理に関する技術的事項についてとりまとめたものである。

#### 【解 説】

中海・宍道湖では、これまでに浅場整備の計画・設計・維持管理に関して、様々な取り組みを行ってきたが、現在でも中海・宍道湖における浅場整備は個々の箇所に対応されている。本技術資料は、今後の浅場整備の基礎資料とするため、これまでの取り組みを踏まえ取りまとめたものであり、記載されていない新たな考え方や試行的な取り組みを妨げるものではない。

### 1.2 技術資料の適用

本技術資料は、国土交通省中国地方整備局出雲河川事務所の実施する浅場整備事業に適用する。

#### 【解 説】

中海・宍道湖の浅場整備事業は、干拓や湖岸道路設置により護岸が設置された湖岸に、養浜や植栽を行い、砂浜や植生帯等の多様な湖岸環境を創出することを目的としている。対象地区は、大規模な消波施設等を必要としない場所を前提としている。



図 1.1.1 浅場整備イメージ

表 1.1.1 中海・宍道湖の諸元

項 目	諸 元	
	宍道湖	中海
湖面積	79.1km <sup>2</sup>	86.2km <sup>2</sup>
平均水深	4.5m	5.4m
最大水深（窪地最大水深）	6.0m	8.4m（17.1m）
貯留量	約 3.6 億 m <sup>3</sup>	約 4.7 億 m <sup>3</sup>
年平均水位	H. P. +0.4m	H. P. +0.3m
流域面積	1,288.4km <sup>2</sup>	595km <sup>2</sup>

流域面積：湖面積を除き、宍道湖は大橋川、中海は境水道を含む  
出 典：国土交通省出雲河川事務所（流域面積のみ島根県）

## 第2節 浅場整備の基本

### 2.1 浅場整備の目的

浅場整備は、埋め立てや湖岸道路整備等によって護岸化された場所に、砂浜や植生帯（藻場を含む）を整備し、これらの持つ多面的な機能の発揮を期待するものである。

#### 【解説】

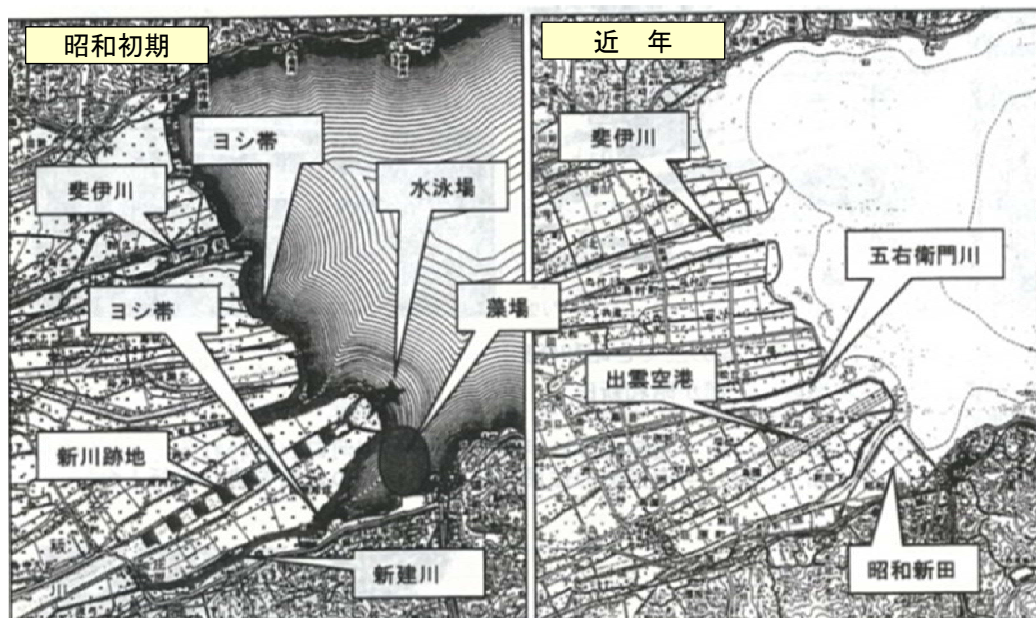
##### 2.1.1 浅場の定義

浅場は、砂浜や植生帯（ヨシ等の抽水植物～コアマモ等の沈水植物）等の水辺を中心とした水陸移行帯である。

##### 2.1.2 浅場の目的

中海・宍道湖は、沿岸域に浅くて広い水域を有しているため、かつては干拓や埋め立てにより土地利用を拡大するための対象となった。高度経済成長時代の工業化・生活形態の変化の中、都市域では、新たな工業用地や住居地の創出、湖岸道路の設置、農村部では耕地の拡大など、貴重な汽水環境が消滅していった。また、治水対策等により河川の土砂輸送能力が低下したことから、湖岸域への土砂供給が減少し、護岸前面に自然な湖岸を形成・維持することが困難となった。

このように護岸化された場所に自然な湖岸が形成されることは困難であるため、砂浜や植生帯を整備することは、沿岸域の持つ生物のゆりかごとしての生物環境改善効果や砂浜の濾過による自浄機能等の水質改善効果、人々が集う憩いの場として郷土愛の醸成につながる景観改善効果を図る上で重要である。



（昭和初期にあった湖岸のヨシ帯や藻場が近年では埋め立てられ消失している。）

図 2.1.1 宍道湖西岸の変遷（出典：中海宍道湖自然湖岸再生計画基礎調査 H16.2）

## 2.2 浅場の多面的な機能

浅場には、砂浜湖岸及び植生帯湖岸があり、それぞれ水質改善機能、生物環境改善機能、湖岸景観改善機能の3つの機能を有しており、浅場整備では、これらの機能の発揮を期待する。

### 【解説】

#### 2.2.1 水質改善機能

人工的な護岸の前面は、急深部の場所が多く、波浪が強いため生物が生育しにくい環境である。ここに浅場を創出することで、反射波が軽減され沿岸域の波浪が抑制され、巻上などの低減効果が期待できる。また、水際が創出されるため砂浜の濾過効果、植生帯による沈降促進や吸収効果、シジミなどの生息生物による浄化効果なども期待できる。さらに、道路排水など背後からの流入負荷に対してもバッファゾーンとしての浄化効果も期待できる。

#### 2.2.2 生物環境改善機能

人工的な護岸の前面は、生物の生息場である砂浜や植生帯がほとんどなく、宍道湖では湖底が泥岩の場所もみられる。浅場を創出することで、生物の生息場が創出され、失われた魚類の産卵場や稚貝の生息場、昆虫の生息場など様々な生物の住み場としての機能が創出され、生物多様性が確保される。

#### 2.2.3 湖岸景観改善機能

人工的な護岸の前面は、コンクリート構造物がむき出しとなり景観が良好とは言えない箇所が多く存在する。ここに浅場を創出することで、砂浜や植生等でコンクリート護岸が覆われ、本来の美しく風格のある湖岸景観を取り戻すことにより、人々が集う憩いの場として郷土愛の醸成効果が期待できる。

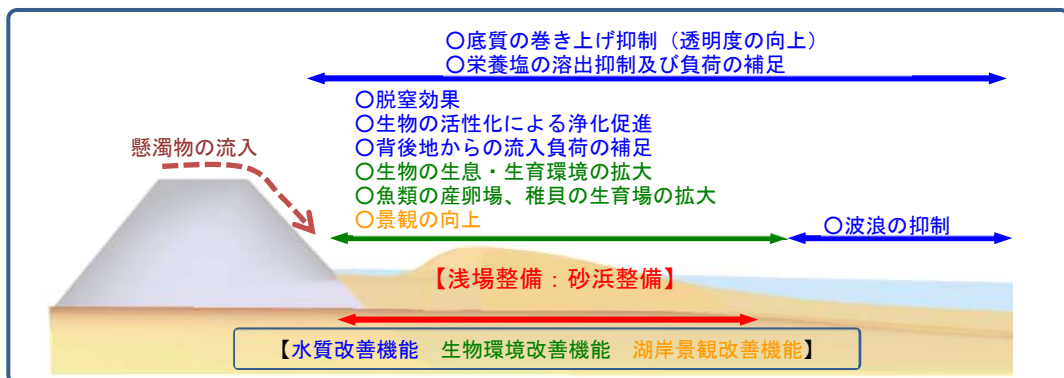


図 2.2.1 砂浜湖岸の機能

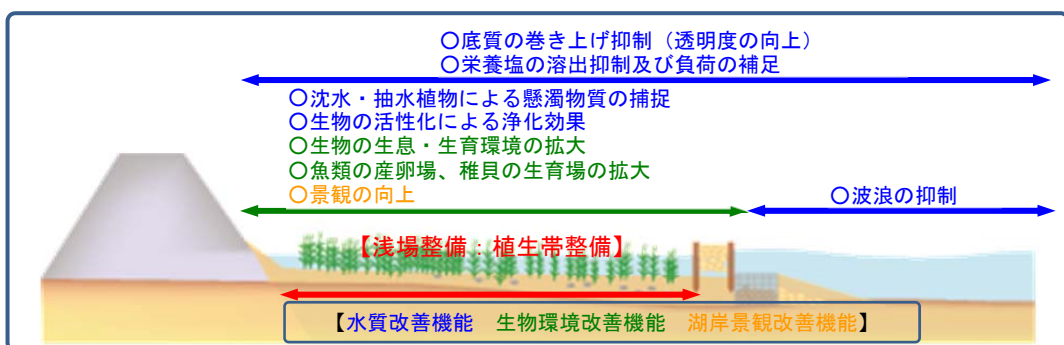


図 2.2.2 植生帯湖岸・藻場の機能

## 2.3 浅場整備の定義

浅場整備は、護岸化された湖岸において、自然的な条件下で小規模な施設により砂浜湖岸や植生帯湖岸を整備するものである。

### 【解 説】

#### 2.3.1 浅場整備を実施する箇所

現在の中海・実道湖の湖岸では、一部を除き供給土砂が期待できないことや湖岸前面の水深が深い等から整備した浅場が自然的な条件下で維持することが難しく、突堤等の施設により形状を維持することが必要である。浅場整備を実施する箇所は、設置する施設を小規模とするため、図 2.3.1 に示すように当該地の砂浜や植生帯の形成条件を十分に把握し、できるだけ自然的な条件下で整備した湖岸が成立する箇所を選定することが必要である。

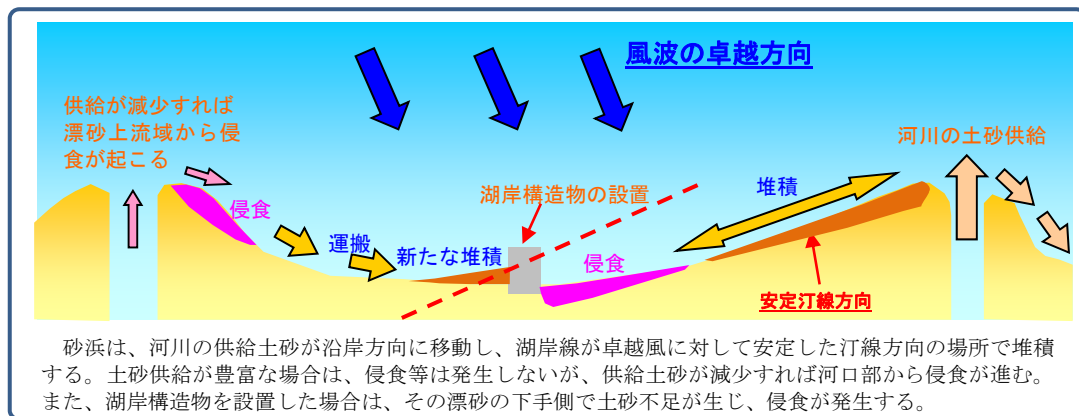


図 2.3.1(1) 砂浜の形成条件

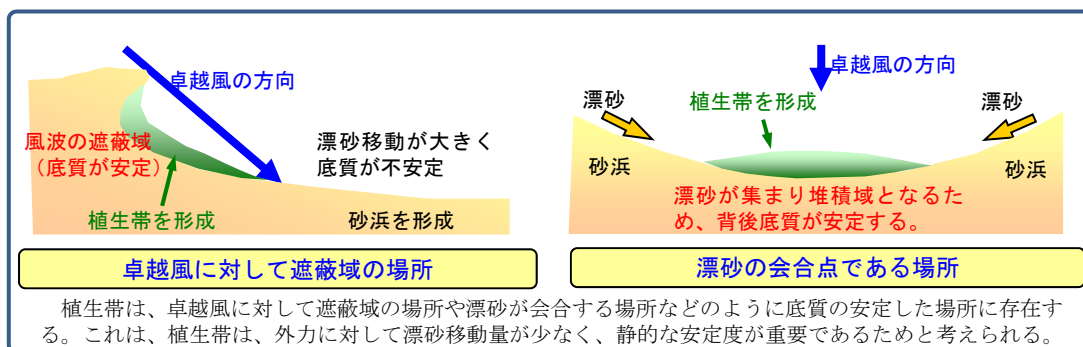


図 2.3.1(2) 植生帯の形成条件



## 2.3.2 浅場整備の工法及び基本構造

浅場整備における砂浜湖岸や植生帯湖岸は、自然に成立することが困難である。このため、浅場整備の目的を達成する性能を有した小規模な目立たない施設設置により浅場を維持する必要がある。砂浜湖岸及び植生帯湖岸に必要な工法及び基本構造を以下に示す。

### (1) 砂浜湖岸整備の工法及び基本構造

#### 1) 工法

砂浜整備を行うための工法は、沿岸漂砂を抑制するための突堤工、基盤を形成するための養浜工および砂浜を維持するためののり止め工の3種がある。これらの施設を面的に配置することにより砂浜を創出する。

- ① 突堤工
- ② 養浜工
- ③ のり止め工（スロープベース）

#### 2) 基本構造

砂浜整備は、沿岸漂砂を抑制するための突堤工（①）、基盤を形成するための養浜工（②）により砂浜形状を形成する。整備地区の水深が深い場合や利用等を目的として天端幅を広く確保する必要がある場合は、養浜工が岸沖方向に広がる場合がある。この場合、岸沖方向の整備対象範囲沖部付近にのり止め工（③）を設置する。なお、のり止め工は、沿岸域に生息する生物の移動経路を阻害する可能性があり、可能な限り設置しないことが望ましい。

①突堤工	: 沿岸漂砂を防止し、砂浜を安定化させる必要がある場合設置する。
②養浜工	: 砂浜を形成するために設置する。
③のり止め工	: 湖岸部が急深部などの条件から砂浜が整備範囲を大きく超える場合に設置する。

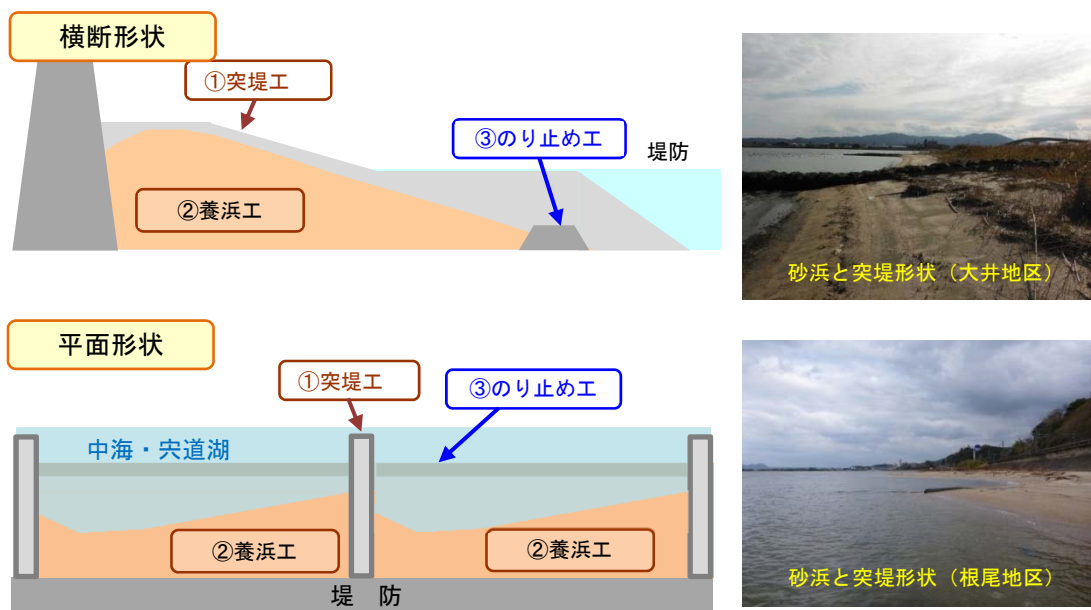


図 2.3.2 砂浜整備における工法及び基本構造のイメージ

## (2) 植生帯（藻場含む）湖岸整備の工法及び基本構造

### 1) 工法

植生帯整備は、宍道湖ではヨシを主とした植物群落整備であり、中海ではコアマモを主とした藻場整備を実施するものである。

植生帯整備を行うための工法は、基盤を形成する植生基盤工、植生基盤を流出させないための突堤工、基盤勾配を維持するためののり止め工がある。また、植生の初期の活着時には、基盤の安定や漂着ゴミの防止等の植生の活着を補助する対策が必要である。このため、施工実施箇所の湖岸外力に応じての植生活着補助工（漂砂防止堤や杭柵工）を設置する。これまでの整備で、基盤を確保すれば植生は自然に繁茂した実績があるため、基本的には植栽は行わないが、自然的な植生繁茂が困難な場合は植栽を行う。

- ① 突堤工
- ② 植生基盤工
- ③ のり止め工
- ④ 植生活着補助工（漂砂防止堤、杭柵工等）
- ⑤ 植栽工（ヨシ、コアマモ等）

### 2) 基本構造

植生帯整備は、沿岸漂砂を抑制するための突堤工（①）、植生基盤を形成する植生基盤工（②）、浅場を形成するためののり止め工（③）を設置する。また、植生を活着させるために必要に応じて植生活着補助工（④）を設置する。植生の自然的な繁茂が期待できない場合は、植栽（⑤）を実施する。なお、のり止め工や植生活着補助工は、沿岸域に生息する生物の移動経路を阻害する可能性があり、可能な限り設置しないことが望ましい。

<b>【基本構造】</b>	
①突堤工	: 整備区域終端や河口等の沿岸漂砂を防止する必要がある場合設置する。
②植生基盤工	: ヨシ帯では1:20勾配程度、藻場では1:50勾配程度の植生基盤を設置する。
③のり止め工	: 整備幅に緩勾配を維持するため設置する。
<b>【必要に応じて設置】</b>	
④植生活着補助工	: 沿岸漂砂の移動距離を短くするために設置する。（漂砂防止堤） 漂着物による植生の倒伏等を防止する。（杭柵工等）
⑤植栽工	: 植生の自然活着が困難な場所で実施する。

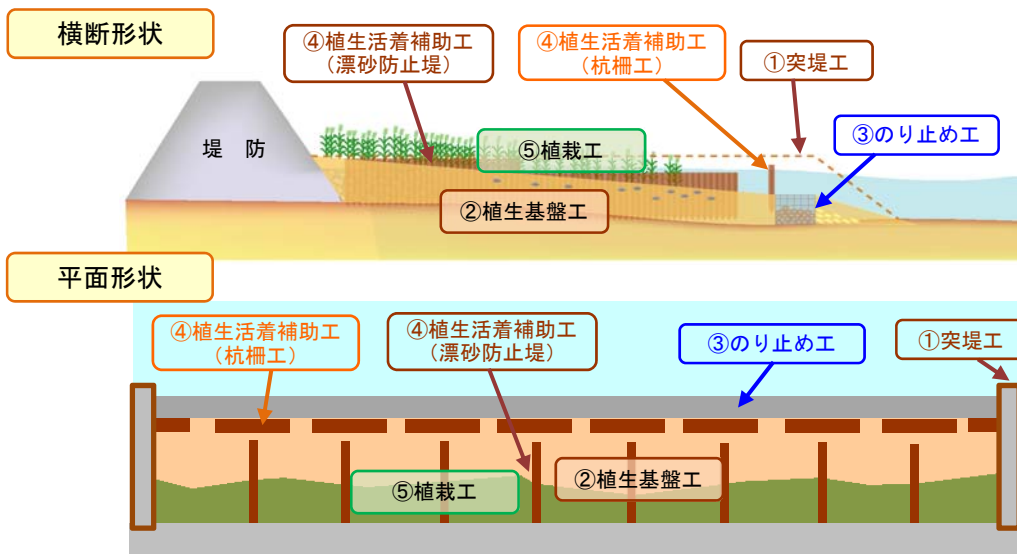


図 2. 3. 3 植生帯整備における工法及び基本構造のイメージ



### 第3節 浅場の整備箇所と整備形態

#### 3.1 浅場の整備箇所及び整備形態の設定方針

浅場の整備箇所は、大規模な消波施設が必要なく、なるべく自然的な条件下で維持できる箇所を実施することとする。また、利用施設等の地域特性にも配慮し整備場所を設定する必要がある。浅場の整備形態（砂浜整備、植生帯整備）は、過去の状況を参考に設定する。

#### 【解説】

浅場整備は、護岸前面を整備対象箇所とし、さらに大規模な消波施設を設置する必要がある場所は原則として選定せず、最小限の補助施設により湖岸が維持できる箇所とする。選定にあたっては、波浪状況や漂砂特性等の外力特性を考慮し設定する。整備箇所の選定では、漁業施設や水代等の民地がある場合整備が難しい。また、波浪の吹き寄せや汚濁河川の流入箇所等の水質改善が望まれる箇所、中海では底質悪化の顕著な箇所での整備の優先順位が高くなる。

浅場整備箇所の過去の湖岸形態は、その箇所が砂浜湖岸もしくは植生帯湖岸の条件を満たしているのかを判断する参考となる。このため、浅場整備箇所の整備形態の設定は、過去の湖岸形態を参考に整備方針を設定する。

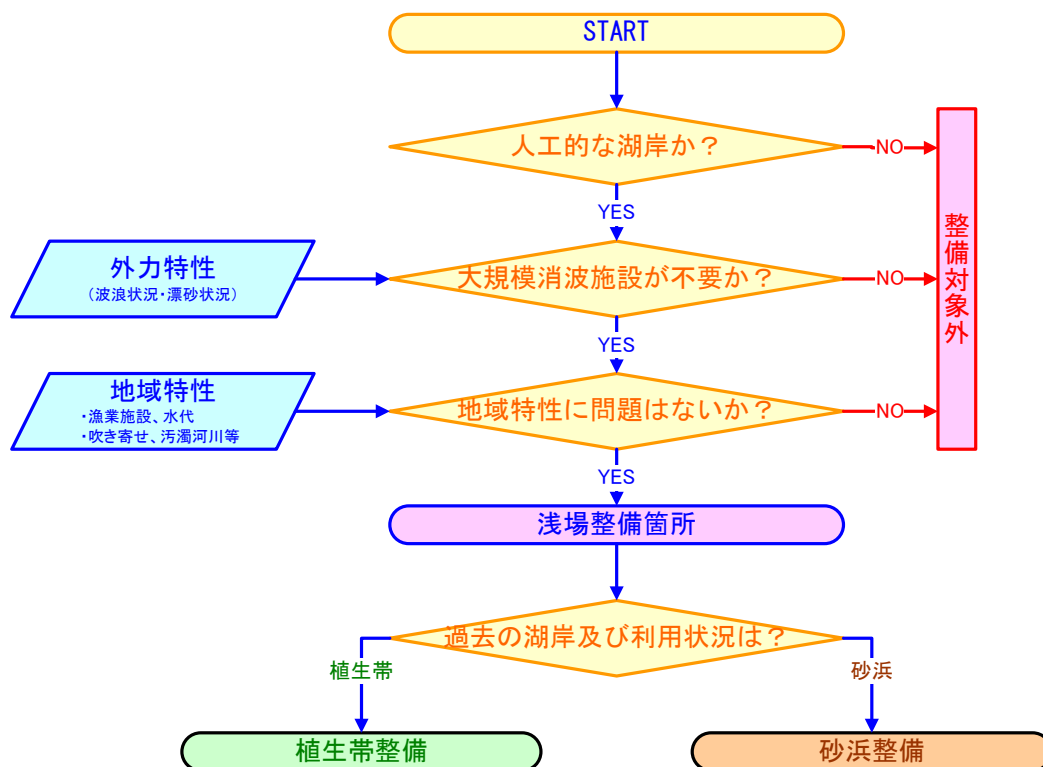


図 3.1.1 浅場整備箇所の選定フロー

## 3.2 外力及び地域特性の把握

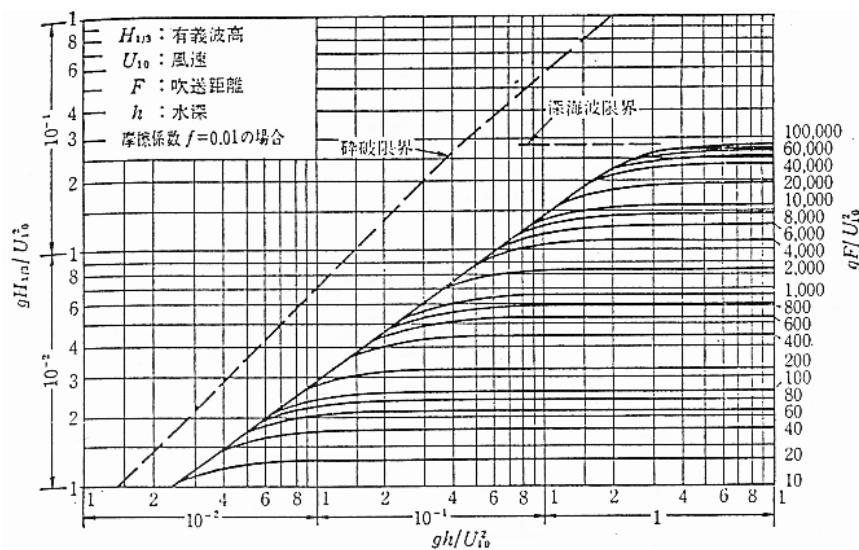
中海・宍道湖の湖岸において、波浪状況、湖岸の安定性（漂砂移動状況、湖岸エネルギーフラックス）等の外力特性を把握する。また、地域特性として漁業施設や水代等の民地により整備が困難な箇所や水質や底質悪化の顕著であり整備の優先順位が高い箇所を把握し実施の可能性を検討する。

### 【解 説】

#### 3.2.1 波浪状況の把握

波浪状況の把握においては、中海（平均水深 5.4m）、宍道湖（平均水深 4.5m）と浅いため、以下の図で示すブレットシュナイダー法を基本として波浪推算を行う。

#### ■ブレットシュナイダー法



### 3.2.2 湖岸の安定性の把握

湖岸の安定性を把握するためには、湖岸の沿岸方向にどのように基盤土砂が移動しているのか、また、植生帯整備に必要な砂の静的な安定（左右どちらにも動きにくい）を把握する必要がある。このため、漂砂エネルギー解析により年間の砂移動状況を把握し、この解析結果を用い湖岸エネルギーフラックス解析を実施し、湖岸の砂移動の安定性を把握する。

表 3.2.1 漂砂エネルギーと湖岸エネルギー解析の概要

解析手法	解析結果	設計への活用方法
漂砂エネルギー解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間を通じてどの時期にどの方向に基盤土砂が移動するのかを把握する。</li> <li>年間の砂移動卓越度を評価する。</li> </ul>	砂浜や植生基盤に対する突堤等の施設規模を設定するための基礎資料
湖岸エネルギーフラックス解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>基盤土砂の静的な安定度を評価する。</li> </ul>	整備箇所設定における基盤土砂の安定度を評価するための指標

#### (1) 沿岸漂砂の移動状況の把握

沿岸漂砂の移動状況は、過去からの航空写真を用い構造物周辺の土砂堆積状況から漂砂の移動方向を分析することで把握できる。また、現地踏査により周辺湖岸の安定方向を把握する事も可能である。定量的な評価では、湖岸における漂砂エネルギー解析を実施することにより、年間を通して沿岸漂砂がどちらの方向に卓越しているのか、また、季節別にどちらの方向に沿岸漂砂が卓越しているのか等を把握できる。以下には、漂砂エネルギー解析の手法を示す。

#### ■漂砂エネルギー解析（琵琶湖湖岸保全の手引き（案）H6.3 参照）

計画地点での、漂砂の移動特性を把握するため、Willson 式を用いて、近年 10 ヶ年における年間の風向（波高）別の沖波エネルギーの算定を行う。

基礎式は、以下に示すとおりである。

##### ■沖波エネルギー

$$E_a = \frac{E_0}{2} \quad / T_{1/3} \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s/m})$$

$$E_0 = \frac{1}{8} H_{1/3}^2 \times L_0 \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s/m})$$

ここに、

$E_a$  : 沖波エネルギー (kg・m/s/m)

$H_{1/3}$  : 有義波高(m)

$T_{1/3}$  : 周期(s)

$L_0$  : 波長(m)

沿岸方向沖波エネルギーは上記式を用いて以下のように定義する。

$$E_{ay} = E_a \times \sin(\theta - \theta_0) \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s/m})$$

$E_{ay}$  : 沿岸方向の沖波エネルギー（汀線沿い）

$\theta$  : 16 方位別の入射角（N 方向を 0 として時計回りを正）

$\theta_0$  : 汀線における法線方向角（N 方向を 0 として時計回りを正）

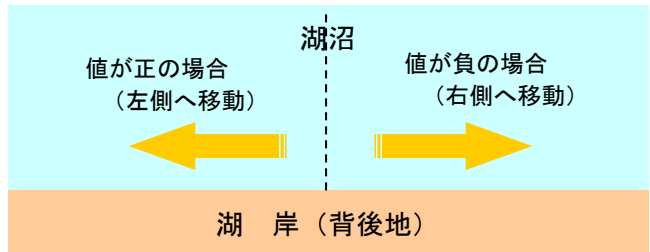
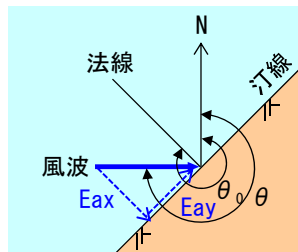


図 3.2.1 エネルギー値の正負の説明図

図 3.2.2 は、近年 10 ヶ年の 1 時間ごとの風向風速データをもとに漂砂エネルギー解析を実施し、各方向別の日平均波高、日平均沿岸方向沖波エネルギー平均値を示している。この図からどの時期にどの方向に卓越するのか等々を評価する。図 3.2.2 では、年間を通じて右方向に移動しており、冬季の移動量が多いことがわかる。

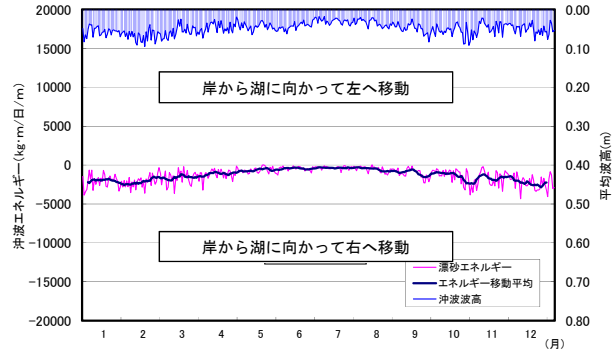


図 3.2.2 時間別の沿岸漂砂エネルギーの変化状況（根尾地区）

## (2) 漂砂の移動状況から見た湖岸の安定性の把握

浅場整備において、最小限の施設により維持するためには、波浪が小さいことや斜め方向の波の入射による沿岸漂砂量が小さいことが必要と考えられる。このため、浅場整備を実施する箇所は、年間を通じ、沿岸漂砂移動量が小さい箇所で行うことが必要である。その基準としては、年間を通じた沿岸漂砂の移動距離を評価する指標である「湖岸エネルギーフラックス」を用いることとする。湖岸エネルギーフラックスの概要を以下に示す。

中海・宍道湖における浅場整備地区の選定条件としては、湖岸エネルギーフラックスが 10 以下であることを基本とする。

### 湖岸エネルギーフラックス解析

3.2.2 で解析した漂砂エネルギーの正の要素および負の要素を別々にとらえ、これらの差を変動幅としてとらえれば、湖岸の静穏度を評価できると考えられる。

湖岸エネルギーフラックス解析に用いる基礎式は、以下を用いるものとする。

湖岸エネルギーフラックスの評価においては、この値が 10 以下であることが植生帯繁茂の可能性のある条件とする。

$$EW = (E(+)-E(-)) \div B$$

ここに、  
 EW : 湖岸エネルギーフラックス  
 E (+) : 正の漂砂エネルギー平均値 (kg·m/s/m)  
 E (-) : 負の漂砂エネルギー平均値 (kg·m/s/m)  
 B : エネルギー影響範囲 (m)

$$B = l \div I \quad (I : \text{湖岸勾配})$$

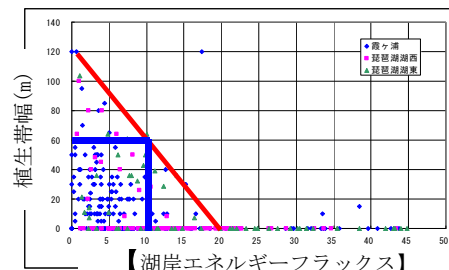
※) これまでの研究成果（琵琶湖）では、植生帯繁茂の条件としてはこの値が 20 以下とされているが、これは限界値であり、中海・宍道湖の場合、供給土砂の少なさ等の悪条件を考慮し、繁茂条件としては 10 以下とした。

(参考文献：中辻崇浩・中村圭吾・天野邦彦 (2006) )

湖岸植生帯の分布を制限する波浪・地形条件. 土木学会論文集 G, 62, 135-140. )

### 安定性の評価基準値

右図は、霞ヶ浦及び琵琶湖において、湖岸エネルギーフラックスと植生帯規模（幅）の関係を解析した結果である。これによれば、湖岸エネルギーフラックスが 20 以下であれば、植生が繁茂できる静的な安定度が保たれることがわかる。結果では、霞ヶ浦の方が若干低い値となっている。



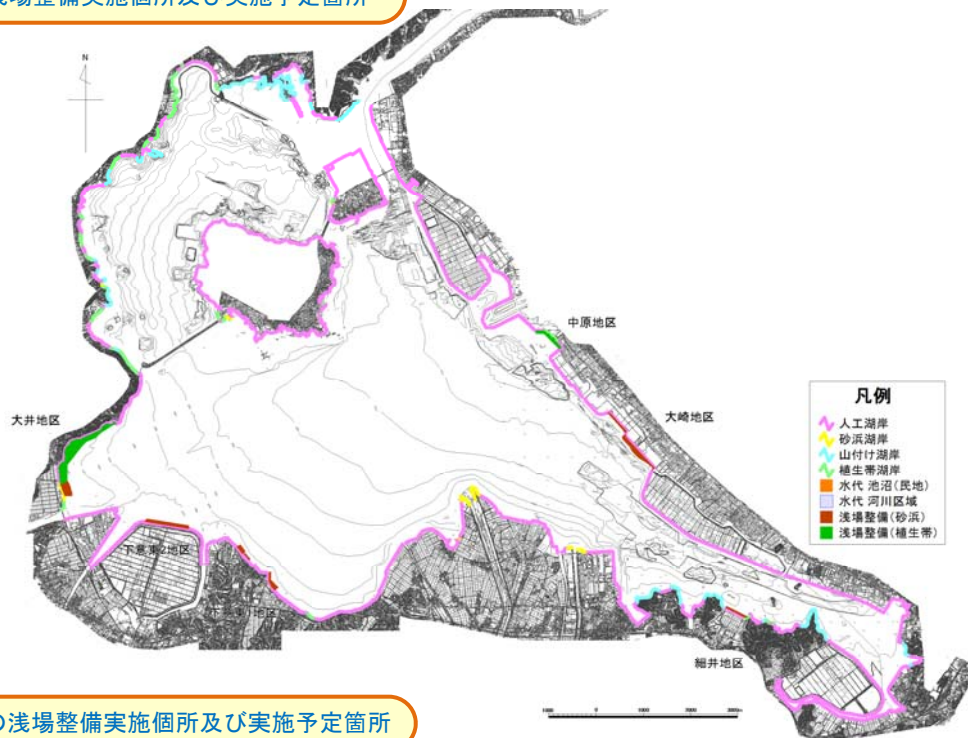
【湖岸エネルギーフラックス】

### 3.2.3 地域特性の把握

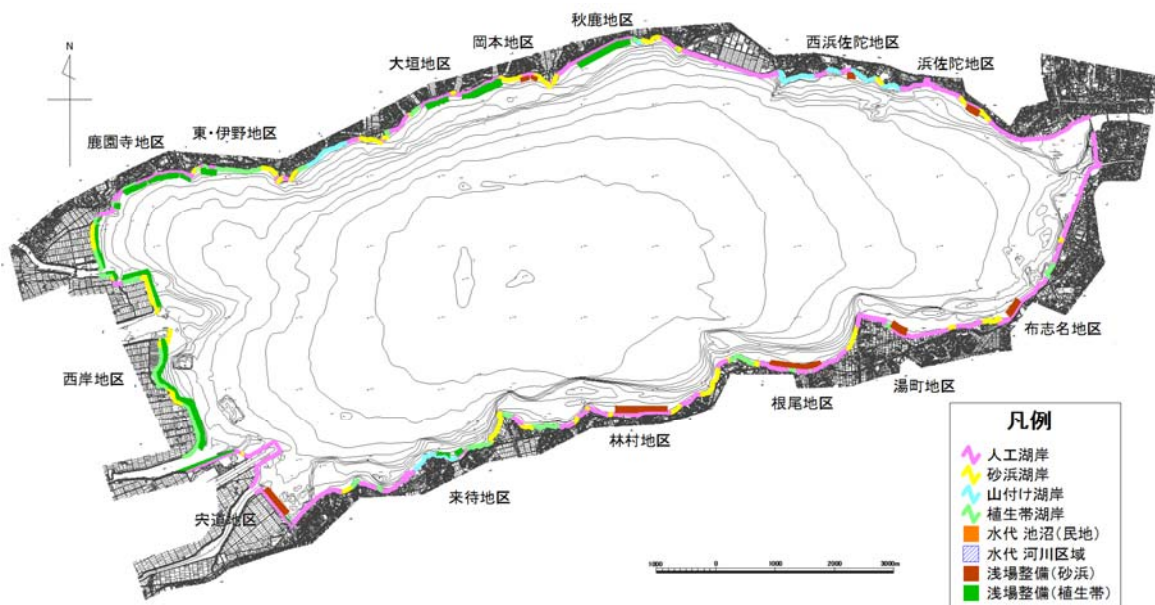
中海・宍道湖は、漁業施設や水代等の民地が存在する場所では整備が難しいため、整備箇所の設定においては配慮する必要がある。また、汚濁河川の流入箇所や底質悪化が顕著な箇所等の水域は、整備の優先度が高くなる。このような地域特性を考慮した上で、浅場整備箇所を設定する。

#### 【参考資料】浅場整備の実施箇所

##### 中海の浅場整備実施箇所及び実施予定箇所



##### 宍道湖の浅場整備実施箇所及び実施予定箇所



中海・宍道湖における浅場整備実施箇所及び予定箇所（平成 23 年度設定）

（出典：斐伊川下流域環境検討業務報告書 平成 24 年 3 月）

## 第4節 浅場整備の設計

### 4.1 設計の基本

浅場整備の設計では、3節で定められた箇所毎の整備形態をもとに、基本条件の整理、砂浜及び植生帯の設計を行う。

#### 【解説】

浅場整備の設計は、3節で設定した浅場の整備箇所及び整備すべき湖岸形態をもとに設計を行う。設計では、整備箇所の基本要件として、設計外力、安定汀線の設定を行う。浅場整備では、整備する湖岸形態によって、配置する施設が異なるため、整備形態に応じた施設設計を行う。施設設計は、施設の配置方針及び配置する施設に応じそれぞれの施設の詳細な設計を行う。

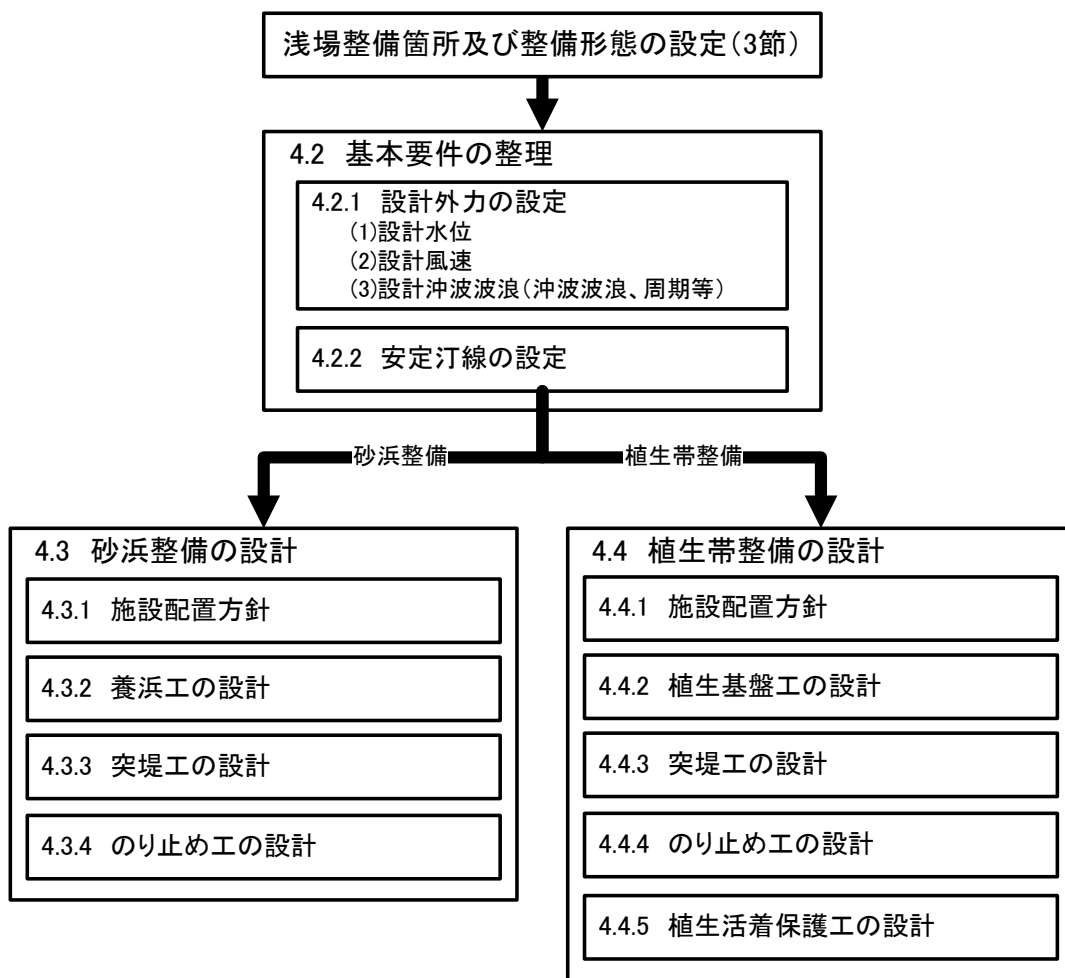


図 4.1.1 浅場整備の設計の流れ



## 4.2 基本要件の整理

### 4.2.1 設計外力の設定

#### (1) 設計水位

設計水位は、中海・宍道湖で用いられてきた手法、琵琶湖等の他湖沼の事例からより安全性の高い設計水位を設定する。

#### 【解 説】

##### ① 構造物（突堤等）設計に関する設計水位

設計水位は、波の打ち上げ高や施設の設計に用いる基本諸元となるものである。中海・宍道湖の浅場施設の設計では、平均水位が用いられてきた例が多い。しかし、設計水位は、日常到達しうる最高水位に設定すれば、平均水位で評価した場合より高い波浪が湖岸まで来襲することになり、設計としては安全側の評価となる。このため、施設設計においては、平均的な年間最高水位を設定することが望ましい。

琵琶湖の設計水位は、日常到達しうる最高水位である常時満水位に設定されている。（琵琶湖は、水位管理が行われ、常時満水位が B. S. L. +0.3m、洪水期には制限水位として B. S. L. -0.2～-0.3mで管理されている。）

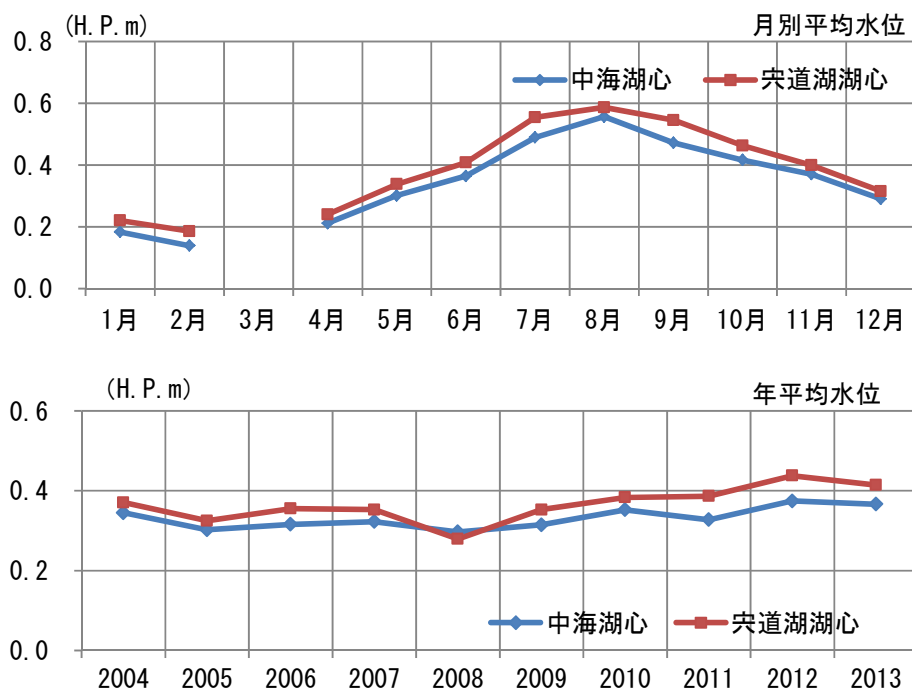


図 4.2.1 中海・宍道湖の水位（月平均水位、年平均水位）

表 4.2.1 中海・宍道湖における設計水位（10ヶ年平均水位）

年	中海 (H. P. m)		宍道湖 (H. P. m)	
	年平均水位	年最大水位	年平均水位	年最大水位
2004	0.35	1.05	0.37	1.20
2005	0.30	0.76	0.32	0.92
2006	0.32	0.80	0.36	2.14
2007	0.32	0.79	0.35	0.78
2008	0.30	0.82	0.28	0.54
2009	0.31	0.81	0.35	1.11
2010	0.35	0.95	0.38	0.91
2011	0.33	0.88	0.39	1.48
2012	0.37	1.08	0.44	0.90
2013	0.37	0.91	0.41	1.02
10ヶ年平均	0.33	0.89	0.37	1.10

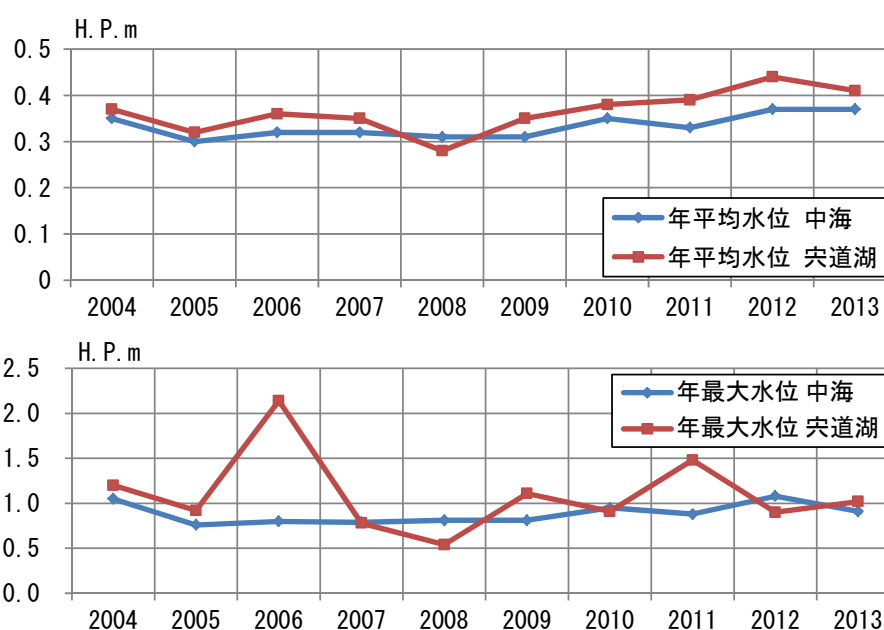


図 4.2.2 中海・宍道湖における10ヶ年平均水位

② 養浜工の設計に関する設計水位

砂浜等の形状設定は、養浜の天端高や勾配の設定を行うため、平均的な水位からの打ち上げ高が要件となる。このため、設計水位は、平均水位も用いるものとする。

(2) 設計風速

設計風速は、1/50 生起確率風速を設定する。

【解 説】

中海・宍道湖では、湖岸構造物の設計において1/50 生起確率を用いて設計されている。このため、これまでの手法を踏襲し、1/50 生起確率風速を設定する。

### (3) 設計沖波波浪

設計沖波波浪は、設計水位及び風速をもとに、ブレットシュナイダー法によって算定を行う。なお、構造物設計に用いる設計沖波波浪の算定に用いる風向は、整備地点における最大風送距離（フェッチ）を対象とする。また、設計沖波波浪は、有義波を用いる。

#### 【解 説】

##### 1) 設計沖波波浪

設計波浪は、原則として有義波を用いるものとする。有義波は、ある波群中で波高の大きい波から数えて全波数の 1/3 の数の波を選び出し、それらの波の波高および周期の平均を求めたとき、平均値に等しい波高、周期を有する波をいう。また、設計波浪は、「構造物の設計に用いる設計波浪」と「養浜断面設定に用いる設計波浪」を別に算出する。これは、養浜断面設定では、構造物のような強固な設計波浪を設定する必要がないためである。

波浪統計に用いる資料としては相当長期間（10 カ年以上）あることが望ましい。ただし、場合によっては異常波浪が数年間に集中して発生している例などが見られるので、使用する資料の観測期間には十分な注意が必要である。

##### 2) 構造物に対する設計沖波波浪

###### ① 風送距離（フェッチ）の設定

湖や内湾など風域の幅が吹送距離に比べて小さい場合、吹送距離は対岸距離で決まり、また、わずかな方向の変動で対岸距離が大きく変動すると波の推算に影響を与える。そのような場合には、有効吹送距離（方向別の吹送距離の変化を平準化した距離）を用いて推算を行うことが望ましい。有効吹送距離の推算は、波の推算地点からの方向別対岸距離を用いて定める下記のザビールの式が一般的であり、これによって求める。設計沖波波浪を算定する風送距離は、設定されたさフェッチの中で最大となる風送距離を対象とする。

$$F_e = \frac{\sum_{i=1}^n [F_i \cos^2 \theta_i]}{\sum_{i=1}^n [\cos \theta_i]}$$

ここに、 $F_i$  : 波の推算点から各方向の対岸距離 (m)

$\theta_i$  :  $i$  番目の対岸距離  $F_i$  の方向と主風向とのなす角度で、 $-45^\circ \leq \theta_i \leq 45^\circ$  である。

(出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説 平成 16 年 6 月  
海岸保全施設技術研究会編 p. 2-31)



図 4.2.3 有効吹送距離の算出イメージ（秋鹿地区）

## ②設計沖波波浪の推算法

設計沖波波浪は、図 4. 2. 4 で示すブレットシュナイダー法で浅水域の設計波浪の推算を行う。

### ■ブレットシュナイダー法

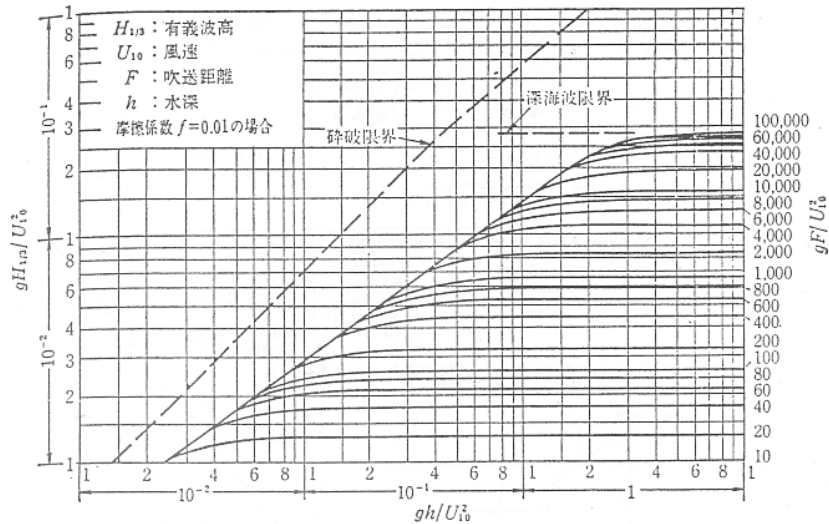


図 4. 2. 4 設計波の推定フロー

### 3) 養浜工の設計に関する設計沖波波浪

養浜断面設定に用いる設計波浪は、各計画地点における推算波浪の年間上位 5 波平均波浪を用いる。

## 4. 2. 2 安定汀線の設定

湖岸は、一般的に風波の卓越方向に対してほぼ直角に安定汀線を形成するため、安定汀線はこの方向に設定する必要がある。

### 【解 説】

安定汀線は、図 4. 2. 5 に示すように、卓越波方向に対して、ほぼ直角に形成する。このため、湖岸線と安定汀線のなす角  $\theta$  は、航空写真や測量成果等をもとに設定する。なお、この卓越方向（湖岸の安定汀線）は、経年的及び季節的に変化するため、航空写真や測量資料等は、長期的な統計資料を用い変化状況を確認する必要がある。

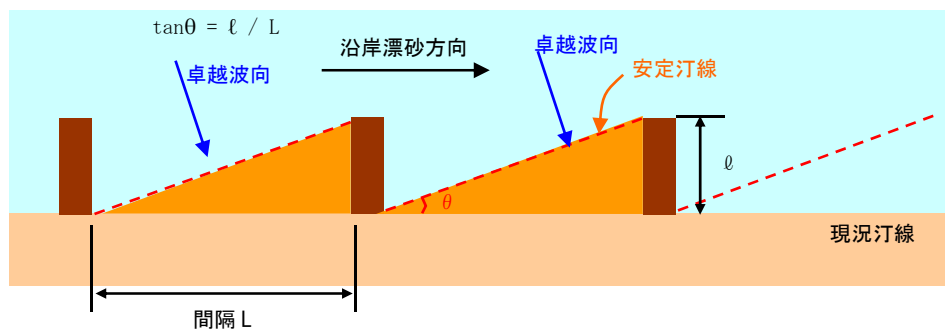


図4. 2. 5 突堤の設置間隔の設定イメージ

## 4.3 砂浜整備の設計

### 4.3.1 砂浜整備に必要な施設選定と施設配置

砂浜整備では、沿岸漂砂を抑制する突堤工及び基盤を形成する養浜工を設置する。また、沖側に急深部がある場合など、必要性に応じて養浜砂ののり止め工を設置する。砂浜整備では、当該地区の物理環境を考慮し、目的に応じてこれらの工法を単独もしくは組み合わせ、施設配置を行う。

#### 【解説】

##### (1) 必要施設の選定

砂浜整備は、沿岸漂砂を抑制するための突堤工（①）、基盤を形成するための養浜工（②）により砂浜形状を形成する。

整備地区の水深が深い場合や利用等を目的として天端幅を広く確保する必要がある場合は、養浜工が岸沖方向の50m以上に広がる場合がある。この場合、岸沖方向の整備対象範囲沖部付近にのり止め工（③）を設置する。なお、のり止め工は、沿岸域に生息する生物の移動経路を阻害する可能性があり、可能な限り設置しないことが望ましい。

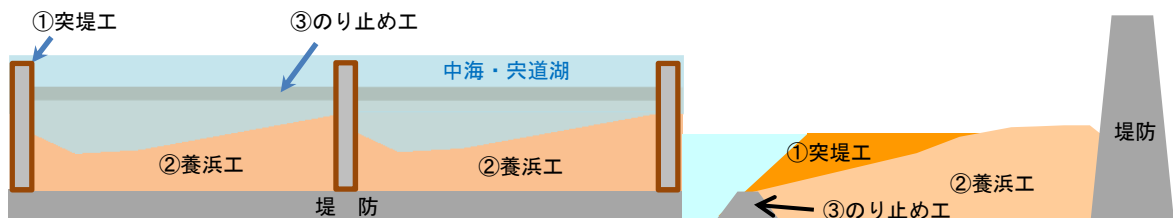


図 4.3.1 砂浜整備における工法イメージ

##### (2) 施設配置

施設配置は、整備対象区間の漂砂上手側(A)を基準として、安定汀線を設定し、養浜線（安定汀線）と整備対象範囲が交差する位置(B)に突堤を設置する。次の突堤設置位置は、基準点を突堤位置(C)とし、整備対象区間の漂砂下手側まで突堤及び養浜形状を設定する(図 4.3.2 参照)。施設配置により、突堤延長及び平面的な養浜形状が設定される。当該地の周辺状況によっては、養浜砂による樋門や排水溝の養浜砂による閉塞を防止するために、その漂砂の上下流に突堤を設置する場合もある。なお、漂砂移動状況が複雑な場合や構造物による漂砂移動状況が不明な場合は、必要に応じて等深線変化モデル等の漂砂シミュレーションを実施し、侵食堆積のメカニズムを解明した上で構造物設置位置等を設定する。

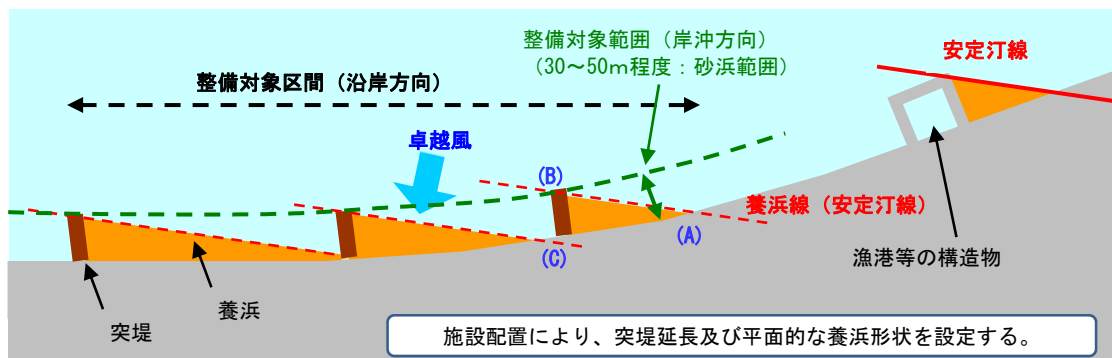


図 4.3.2 施設配置計画のイメージ

### 4.3.2 養浜工の設計

養浜工は、砂浜の形状が概ね維持されることが重要であり、当該地の波浪等の外力を十分把握し、その形状や養浜材料を設定する。養浜材料は、濁水が発生しないことや、他地域の種子を含まない、当該地に適合する粒径等、中海・宍道湖の環境に配慮した材料を選定する。

#### 【解 説】

#### (1) 養浜工の設計項目

養浜工の設計項目は、①後浜天端高及び②前浜勾配、③養浜材料である。後浜天端高及び前浜勾配は、波浪の越波を防止できる高さに設定する。養浜材料は、敷設により濁りができるだけ生じないように配慮すること、また、他地域の種子等が含まれていないよう配慮すること。

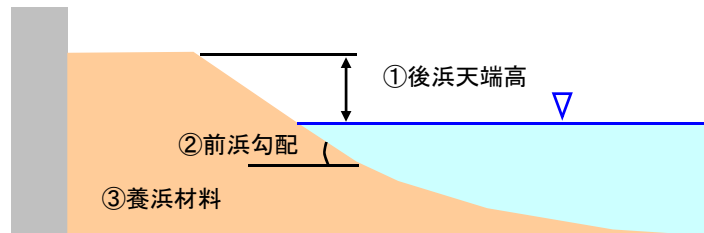


図4.3.3 養浜工設計における設計項目

#### (2) 養浜工の設計

##### ① 後浜天端高

後浜天端高は、現況の後浜天端高（近傍の砂浜でも可能）が当該地の波浪状況を反映していると考えられる。このため、現況の後浜天端高を参考に設定する。設定された後浜天端高は、当該地における外力及び底質粒径（養浜を行う場合は養浜砂）を基礎資料として、断面形状を与える推定公式（表4.3.1）により検証を行う。

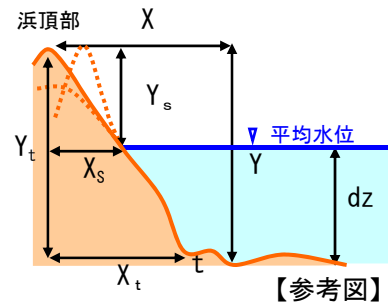


表4.3.1 断面形状を与える推定公式（経験式）

提案者	レクターの提案	スワートの提案	砂村の提案
形状諸元 後浜高 $Y_s$	$Y_s/L_0=0.18(H_0/L_0)^{0.5}$ for $H_0/L_0 < 0.018$ $=0.024$ for $H_0/L_0 \geq 0.018$	$Y_s/M_{d0} = 7644 - 7706 \exp A$ $A = \left( -0.000143 \frac{H_0^{0.488} T^{0.03}}{M_{d0}^{0.186}} \right)$	$Y_s = 1.1 H_b$
前浜勾配 $Y_s/X_s$	$Y_s/X_s = 0.3(H_0/L_0)^{-0.3}$ $(M_{d0}/L_0)^{0.2}$ $Y_t/X_t = 0.07(H_0/L_0)^{-0.42}$ $(M_{d0}/L_0)^{0.1}$		$\tan \beta = 0.45(M_{d0}/H_0)^{0.5}$ $(H_0/L_0)^{-0.2}$
地形変化の 沖端の水深 $dz$	$dz/L_0 = 0.35(H_0/L_0)$ $(M_{d0}/L_0 \times 10^4)^{-0.75}$	$dz/L_0 = 0.0063 \exp -B$ $B = 4.347 \frac{H_0^{0.473}}{T^{0.894} M_{d0}^{0.093}}$	
摘要	○模型実験による関係式、実験のスケールは小さく、データの信頼度は低い	○模型実験および現地データに基づく関係式、実験のスケールは大きいものも含まれている	○現地データに基づく関係式。 ○ $\tan \beta$ は小さすぎる値の傾向がある



ここに、H0L0：沖波の波高と波高，Md：底質の中央粒径， $\tan\beta=Ys/Xs$ ：前浜勾配  
Ys, Xs, Yt, Xt, dzについては注) 参照

## ②前浜勾配

前浜勾配は、中海・宍道湖の現状前浜勾配が砂浜の存在する地区及び養浜を実施した地区において概ね1/10程度であることからこれを参考に設定する。設定された前浜勾配は、当該地における外力及び底質粒径（養浜を行う場合は養浜砂）を基礎資料として、断面形状を与える推定公式（表4.3.1）により検証を行う。

## ③養浜材料

養浜材料は、敷設により濁りができるだけ生じないように配慮すること、また、他地域の種子等が含まれていないよう配慮すること。粒径は、当該地の外力に対して安定する粒径を選定する必要があり、当該地周辺における湖岸形成土砂の粒径を参考とする。基本的には、斐伊川の浚渫土砂を有効活用する。

### (3) 宍道湖の養浜における施工時の留意事項

宍道湖では、治水容量を確保する必要があるため、基本的に平水位（T.P.+0.3m）以上に構造物を設置してはならない。このため、養浜形状は、波浪により打ち上げられ安定する形状（打ち上げ高、前面の勾配等）を想定し土砂量を設定し、施工時には平水位以上とならないよう施工する。（図4.3.4参照）

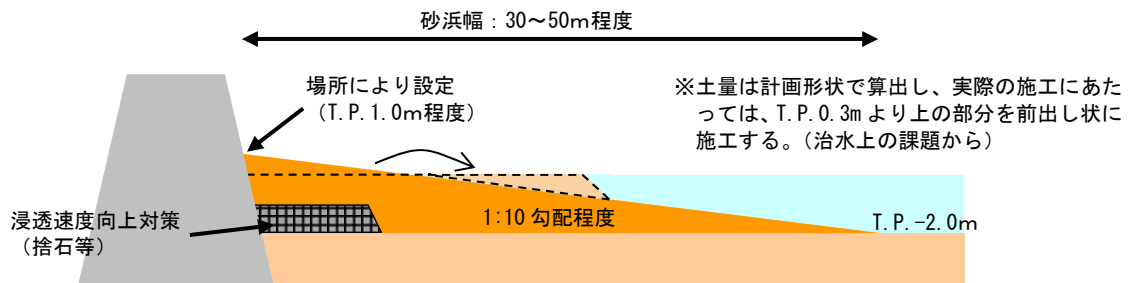


図 4.3.4 養浜形状設定の考え方



図 4.3.5 下意東地区（中海）における養浜事例

### 4.3.3 突堤工の設計

突堤工は、養浜砂の整備対象区域外への流出防止や養浜形状を維持するための施設である。このため、計画養浜形状を考慮し、突堤諸元を設定する。突堤の種類や材料は、自然環境や景観に配慮し自然素材を用いるとともに、出来る限り地域から産出されたものを用いる。

#### 【解 説】

##### (1) 突堤工の設計項目

突堤工の設計項目は、①天端高、②天端幅、③法面勾配、④突堤材料である。

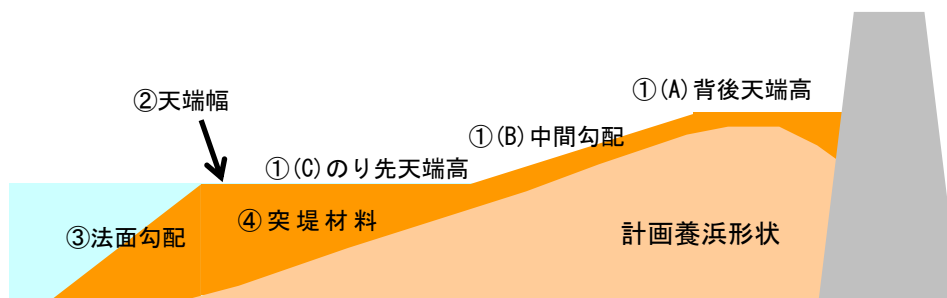


図 4.3.6 突堤工の設計における設計項目

##### (2) 突堤工の設計

###### ①天端高

天端高は、図4.3.6に示すように、3つの部分に分けて設計するものとする。

###### (A) 背後天端高

陸側水平部分は、海岸保全施設の一般の設計では、原則として設計波浪が越波しない程度の高さとするが、基本的には養浜砂の流出防止等を考慮して、養浜天端高に余裕高を加え設定する。琵琶湖では、養浜天端高+0.1mとしている。中海・宍道湖における砂浜湖岸のバーム天端高は、T.P.+0.8m～T.P.+1.0m程度である。

###### (B) 中間勾配

養浜勾配に平行とする。

###### (C) のり先天端高

先端は、補足すべき漂砂の量、突堤の透過性、波力等を検討して決定する。宍道湖の平均水位は、T.P.+0.3m程度であり、航行の安全等を図るため視認性を考慮し、平均水位に余裕高を加え設定する。琵琶湖では、常時満水位B.S.L.+0.3mに余裕高0.1mを加え、B.S.L.+0.4mとしている。

###### ②天端幅

突堤の天端幅は、利用面(車両等の進入防止等)や琵琶湖等の施工事例等を参考にし、1.0～3.0m程度とする。

###### ③法面勾配

突堤の法面勾配は、安全な利用や波の遡上抑制、反射波の防止等を考慮して、原則として緩勾配(3割以上)が望ましい。【※】緩傾斜堤の設計の手引き 財団法人 全国海岸協会】

#### ④突堤材料

突堤の被覆材料は、原則として、自然環境、景観に配慮したものであることはもちろんのこと水辺の水生植物の生息に良い空隙等を有するものであることが重要である。被覆材料の重量算定には、ハドソン公式を用いるものとする。ハドソン公式に用いる波高は、設計沖波浪をもとに、構造物の堤脚位置の地点における地点波高と養浜実施後の前浜形状に対する限界波高を求め、両波高を比較し小さい波高を設計波高とする。

$$W = \frac{\gamma_r \times H^3}{KD \times \cot \alpha \times (\gamma_r / \gamma_w - 1)^3}$$

W : 被覆材料の最小重量(kg) (自然石の場合2.6kg/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_r$  : 被覆材料の空中単位体積重量(kg/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_w$  : 水中単位体積重量(1.0kg/m<sup>3</sup>)  
 $\alpha$  : 法面が水平となす角度(3割法勾配の場合  $\cot \alpha = 3$ )  
H : 設計計算に用いる波高(m)  
KD : 被覆材料によって定まる定数(下表参照)

ハドソン公式による必要重量に対し、局部的な波の集中や構造物の重要性等を考慮して、5割程度の重量割り増しを行う必要がある。また、隣接区域の保全対策で用いられている材料の所要重量を参考とすることも必要である。なお、被覆材の下に敷く材料の重量は、被覆材重量の1/20以上(港湾の施設の技術上の基準・同解説)を原則とする。

表4.3.2 粗石のKD値

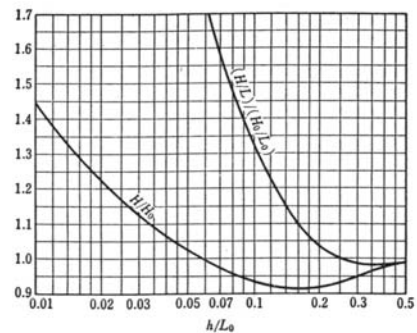
区 分	層数	K D の 値
丸みのある石	2層以下	2.1~2.6
	3層以上	2.5~3.2
角ばった石	2層以上	2.8~3.5
	3層以上	3.1~4.3

#### 【地点波高及び限界波高】

##### ○地点波高

地点波高は、計画沖波浪及び構造物に堤脚部の水深をもとに、右図から設定する。

H : 地点波高(m)  
 $H_0$  : 設計沖波の波高(m)       $T_0$  : 設計沖波の周期(S)  
 $L_0$  : 設計沖波の波長(m)      h : 堤脚水深(m)

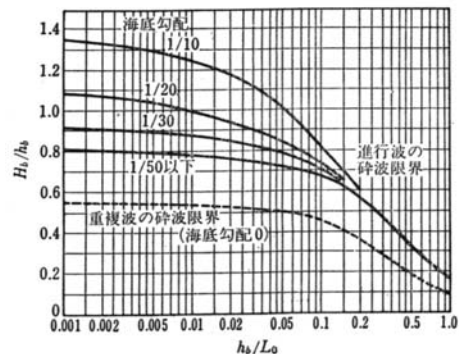


水深変化に伴う波高および波形勾配の変化 (微小振幅波理論)

##### ○限界波高

地点波高は、計画沖波浪及び構造物に堤脚部の水深をもとに、右図から設定する。

$H_b$  : 限界波高(m)  
 $H_0$  : 設計沖波の波高(m)       $T_0$  : 設計沖波の周期(S)  
 $L_0$  : 設計沖波の波長(m)       $h_b$  : 堤脚水深(m)



#### 4.3.4 のり止め工の設計

砂浜整備では、生物の移動経路の連続性を阻害しないため、基本的にのり止め工は設置しないが、急進部などで自然な勾配を確保するためや漁業等の利用による制限があり、岸沖方向の施工範囲が限定される場合には設置する。のり止め工の形式は、捨石形式、築堤マット+捨石形式等があるが、当該地の状況（水深や底質状況等）、外力状況を考慮し設定する。

#### 【解 説】

##### (1) のり止め工の設計項目

のり止め工の設計項目は、①法面勾配、②のり止め工の形式、③のり止め工材料である。



図 4.3.7 のり止め工の設計における設計項目

##### (2) のり止め工の設計

###### ①法面勾配

のり止め工の形状は、湖側の勾配は、1:3勾配より緩くすれば波浪抑制効果がある<sup>※</sup>ため、1:3勾配が望ましい。捨石形式の場合の背後部分の勾配は捨石が安定する経済断面の1:2程度とする。【※）緩傾斜堤の設計の手引き 財団法人 全国海岸協会】

###### ②のり止め工の形式

のり止め工の形式は、捨石形式、築堤マット+捨石形式等があるが、できるだけ自然素材を用いるという観点から、捨石形式を採用する。しかし、設置水深が深く、捨石形式の場合施設規模が大きくなる場合は、築堤マット+捨石形式等を採用する。

表 4.3.3 のり止め工の構造例

捨石形式	築堤マット+捨石形式

###### ③のり止め工材料

のり止め工材料は、基本的には自然石等の自然素材を用いることを基本とし、当該地区の設計波浪に対してハドソン公式により、石の重量等が安定できる材料を用いる。また、できる限り地域から産出される材料を用いる。

## 4.4 植生帯整備の設計

### 4.4.1 植生帯整備に必要な施設選定と施設配置

植生帯整備では、土砂の流出防止のための突堤工、植生基盤を形成する植生基盤工、植生の活着に必要な緩やかな勾配を維持するためののり止め工を設置する。植生基盤内では、沿岸漂砂を抑制する小規模な漂砂防止堤や波浪によるゴミの吹き寄せ等を抑制する杭柵等の植生発達補助工を必要に応じて設置する。

#### 【解説】

##### (1) 必要施設の選定

植生帯整備は、沿岸漂砂を抑制するための突堤工(①)、植生基盤を形成する植生基盤工(②)、浅場を形成するためののり止め工(③)を設置する。また、植生を活着させるために必要に応じて植生発達補助工(④)を設置する。植生の自然活着が困難な場所は、植栽(⑤)を行う。底質の静的な安定度は場所により異なるため、植生を活着させるためには、整備対象区間の物理的環境を十分把握した上で、必要な施設選定を行う。なお、のり止め工や植生発達補助工は、沿岸域に生息する生物の移動経路を阻害する可能性があり、可能な限り設置しないことが望ましい。

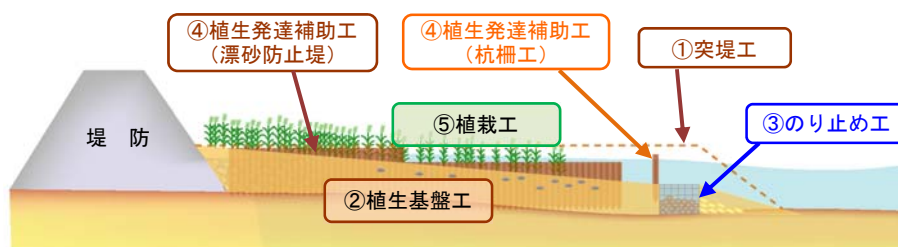


図 4.4.1 植生帯整備における工法イメージ

##### (2) 施設配置

施設配置は、整備対象地区の全域に突堤工、植生基盤工、のり止め工を用い植生生育基盤を形成する。突堤の配置は、基本的には砂浜整備における配置手法を用いる。植生発達補助工は、当該地区の外力を十分把握し、必要に応じて設置する。なお、植生の自然活着が困難な場所は、植栽(⑤)を行う。当該地の周辺状況によっては、養浜砂による樋門や排水溝等の閉塞を防止するために、その漂砂の上下流に突堤を設置する場合もある。

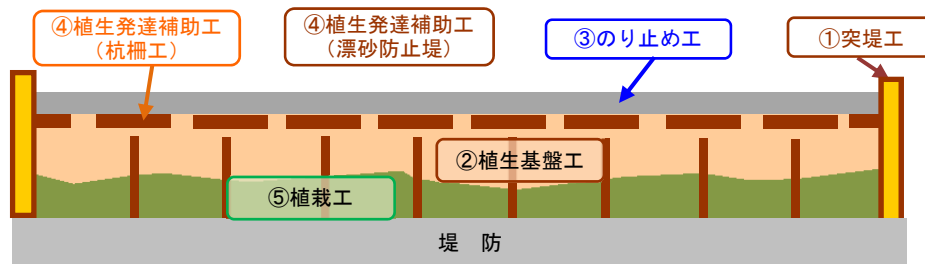


図 4.4.2 植生帯整備における施設配置のイメージ

#### 4.4.2 植生基盤工の設計

植生基盤工は、植生帯の成立条件である基盤の勾配（ヨシでは 1/20 程度、コアマモでは 1/50 程度）より緩い勾配を確保した形状で設定する。養浜材料は、中海・宍道湖の環境に配慮し、植生帯の活着に必要な粒径の材料を選定する。

#### 【解 説】

##### (1) 植生基盤工の設計項目

植生基盤工の設計項目は、①背後地盤高、②基盤勾配、③基盤材料である。

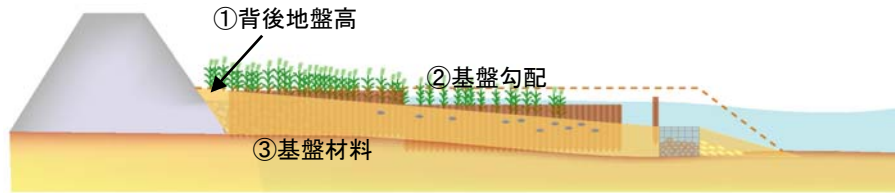


図 4.4.3 植生基盤工設計における設計項目

##### (2) 植生基盤工の設計

###### ① 背後地盤高

霞ヶ浦の調査では、宍道湖の浅場整備の対象であるヨシの生育水深は、70～80cm程度が限界とされている。このため、宍道湖の植生基盤工の背後地盤高は、T.P. +0.3m程度とし、のり先の基盤高はT.P. -0.5mとする。特に宍道湖では治水容量確保の制限であるT.P. +0.3m以下とすることが必要である。

中海の浅場整備の対象であるコアマモの中海における生育水深は、概ね水深1.0m程度である。このため、のり先の基盤高は、T.P. -1.0m程度とする。背後地盤高は、コアマモは沈水植物であることから常時水没することが必要なため、T.P. 0.0m程度とする。

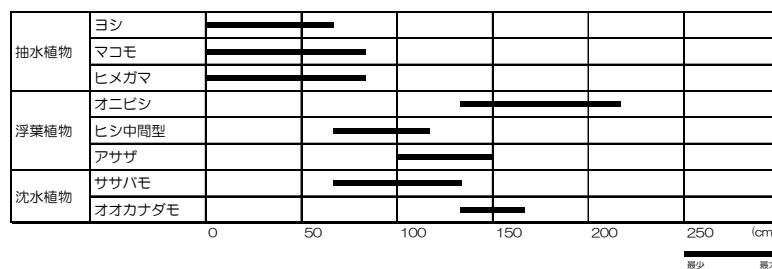


図 4.4.4 霞ヶ浦調査における植生の生育水深

(出典：土木研究所資料（環境から見た植生護岸とその評価）昭和 61 年 7 月)



## ②基盤勾配

宍道湖の浅場整備における基盤勾配は、霞ヶ浦の調査によればヨシの生育勾配としてはフラット～1/20までの勾配とされているため、基盤勾配としては、最大勾配の1/20に設定する。

中海の浅場整備における基盤勾配は、海岸における他事例では、1/25～1/50 勾配程度で実施されているため、これらを参考に設定する。

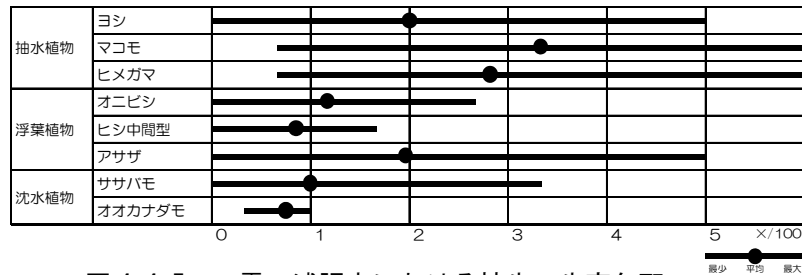


図 4.4.5 霞ヶ浦調査における植生の生育勾配

(出典：土木研究所資料（環境から見た植生護岸とその評価）昭和 61 年 7 月)

表 4.4.1 アマモの生育条件

項目	生育条件
海底勾配	1/50 未満
純光合成光量（月別平均値）の最低値	0E・m <sup>-2</sup> ・day <sup>-1</sup> 以上
塩分	17‰以上
底質	シルト分30%以下 強熱減量5%以下 COD10mg・g <sup>-1</sup> 以下

(出典：香川県アマモ造成指針 香川県水産課 平成 19 年 3 月)

## ③基盤材料

基盤材料は、敷設により濁りができるだけ生じないように配慮することが必要である。また、生態的に他地域の種子等を含まない材料とし、対象とする植生が活着できる粒径を選定する。

基盤施工後は、波浪等の自然の営力により安定した湖岸が形成されるが、この時基盤土砂の細粒分が沖側へ流出するため、基盤土砂量はこれを考慮し投入する土砂の細粒分の含有状況に応じて割増することが望ましい。

斐伊川の浚渫土砂については、ヨシの地下茎等の混入も考えられ、シードバンクとして利用できる可能性もある。

### 4.4.3 突堤工の設計

植生帯整備における突堤工は、整備区域からの基盤土砂の流出防止、整備区域内の樋門・樋管部等への土砂流入防止のために設置する。突堤工の設計諸元は、砂浜整備と同様に設定する。

#### 【解 説】

突堤工の先端部は、養浜砂を対策範囲外へ流出させないために設置するものであり、突堤延長は、養浜の岸沖距離と同等の長さとする。（のり止め工の設置位置）陸側の基部については、護岸の取り付け部まで設定する。

突堤工の設計諸元については、砂浜整備における突堤工の考え方に準ずる。

#### 4.4.4 のり止め工の設計

のり止め工は、植生帯の整備対象範囲（岸沖方向）で植生帯の要件である緩い基盤勾配を確保するために設置する。のり止め工の設計諸元は、砂浜整備と同様に設定する。

##### 【解 説】

のり止め工は、整備対象範囲（岸沖方向）で植生帯の要件である緩い基盤勾配を確保するために必要な構造物である。このため、設置水深が浅い場合にはのり止め工は必要ない場合もあり、構造については現地状況により設定する。

のり止め工の設計諸元については、砂浜整備におけるのり止め工の考え方に準ずる。なお、のり止め工ののり先高は、ヨシやコアマモの生育限界水深を参考とし、宍道湖では、T.P. -0.5m、中海ではT.P. -1.0mとする。

#### 4.4.5 植生発達補助工の設計

植生発達補助工の漂砂防止堤は、基盤材料の移動を小さくし、基盤の静的な安定状態を確保するための施設である。杭柵工は、波浪の吹き寄せによるごみの漂着等を抑制するための施設である。植生発達補助工は、整備箇所に応じて基盤の安定度等が異なるため、必要に応じて設置する。

##### 【解 説】

##### (1) 植生発達補助工の設計項目

植生発達補助工の設計項目は、漂砂防止堤及び杭柵工ともに、①天端高、②施設の形式である。

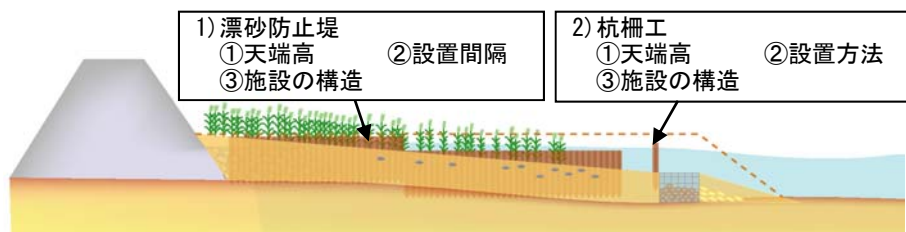


図 4.4.6 植生発達補助工設計における設計項目

##### (2) 植生発達補助工の設計

##### 1) 漂砂防止堤

##### ①天端高

設置高さは、基盤内の沿岸漂砂の移動距離を小さくし、基盤の静的な安定状態を確保するため、沿岸漂砂を完全に遮断するのではなく、移動の抑制を目的とし、現状の植生基盤から余裕高 10～20cm 程度（琵琶湖等の事例）を確保した高さとする。

##### ②設置間隔

設置間隔は、琵琶湖や宍道湖の設置事例を参考に 20～40m とする。

### ③施設の構造

施設の構造は、木杭形式、蛇かご形式、木杭中詰め石形式等があり、当該地区の外力に応じて、外力が厳しい場合は石等を用いた構造を設定する。

表 4.4.1 植生発達補助工（漂砂防止堤）の構造例

木杭形式	蛇かご形式	木杭中詰め石形式
 <p data-bbox="400 725 555 752">琵琶湖（木浜）</p>	 <p data-bbox="743 725 948 752">宍道湖（昭和新田）</p>	 <p data-bbox="1134 725 1294 752">琵琶湖（和邇）</p>

## 2) 杭柵工

### ①天端高

設置高さは、波浪が出来る限り超えない高さが必要であるが、一方景観上の配慮が必要である。このため、中海・宍道湖の平均水位以上とし、できる限り目立たない高さとする。

琵琶湖では、船舶の航行障害になる可能性があるため、常時満水位に余裕高（10cm）を加えた高さとしている。


### ②設置間隔

設置間隔は、琵琶湖や宍道湖の設置事例を参考に 20～40m とする。

### ③施設の構造

施設の構造は、木杭形式（間隔をあけて設置、連杭形式、木杭＋竹を編んだ形式等）、蛇かご形式、フトン籠形式、木杭中詰め石形式等があり、当該地区の外力に応じて、外力が厳しい場合は石等を用いた構造を設定する。

表 4.4.2 植生発達補助工（杭柵工）の構造例

木杭形式	蛇かご形式	木杭中詰め石形式
 <p data-bbox="387 1800 571 1827">琵琶湖（北山田）</p>	 <p data-bbox="767 1800 922 1827">琵琶湖（木浜）</p>	 <p data-bbox="1134 1800 1294 1827">宍道湖（西岸）</p>

#### 4.4.6 植栽工の設計

植栽工は、これまでの実績から自然な植生繁茂が確認されており基本的には実施しないが、自然の植生繁茂が困難な場所においては実施する。

#### 【解 説】

##### (1) 植栽工の設計項目



植栽工の設計項目は、植栽工法を選定する。

##### (2) 植栽工法の選定

宍道湖では、これまでにヨシの植栽が行われてきたが、その工法は竹ポット苗工法とマット苗工法が実施されてきた。植栽工法選定の実験では、マット苗工法、ポット苗工法、竹ポット苗工法で生育調査を実施したが、マット苗工法が最も生育が良好であった。

植栽工法としては、基本的にはマット苗工法を選定するが、環境学習等に活用する場合はポット苗工法を選定する。

植栽を実施する場合は、施工直後に実施するのではなく、植生基盤が安定した後に実施することが望ましい。

工法名	工法の概要	備 考
マット苗工法	マット苗工法は、琵琶湖で実績があり、ヤシの繊維マットにポット苗を移植する工法である。ヤシのマットに地下茎が張り付いていることから、基盤安定化が図られ、ヤシ繊維が生分解性であるため、将来的に土へかえる。宍道湖でも多く活用事例があり、活着に有効な手法である。しかし、植栽ヨシの養生等もあり、コストや手間がかかる。	
竹ポット工法	竹ポット苗工法は、活着初期の地下茎の安定性を図るために竹ポットで苗を保護する工法である。竹ポットでは、地下茎の伸びを阻害する可能性もあり、右図のようにスリットを設けることにより、地下茎の広がることを阻害しない工法とする。 宍道湖では、環境学習の目的で多くの施工実績がある。	



## 第5節 浅場整備の維持管理と巡視・監視

### 5.1 浅場整備の維持管理

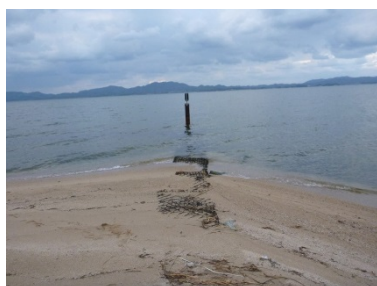
#### 5.1.1 維持管理の内容

浅場整備では、様々な施設の劣化とともに、機能の低下も懸念される。このため、浅場整備の機能を持続していくために維持管理が必要である。維持管理の内容は、「日常的な維持管理」、「浅場の施設維持に関する維持管理」、「浅場の機能維持に関する維持管理」の3種類がある。

#### 【解説】

浅場整備では、様々な構造物や基盤等の施設の劣化とともに、浅場の機能低下が懸念される。浅場の機能を持続していくためには、維持管理は必要な対策である。

浅場の維持管理は、通常発生するゴミや漂着物の清掃等の「日常的な維持管理」がある。また、設置した施設の破損や経年的な劣化に対する補修等の「施設維持に関する維持管理」及び浄化機能などの浅場の機能を維持するための「機能維持に関する維持管理」がある。これらの維持管理の具体的な内容を以下に示す。



【養浜砂の流出】



【消波工の損傷】



【消波工等の石の中抜け】



【木杭の劣化】



【底泥の堆積】



【漂着ゴミの堆積】

図 5.1.1 浅場整備箇所の機能劣化状況

#### (1) 日常的な維持管理

日常的な維持管理は、ゴミや漂着物等の堆積に対する維持管理が必要である。これは、洪水後や高波浪が発生した後に多く漂着することが多く、湖岸巡視等により堆積が確認された際に随時実施することが望ましい。

## (2) 浅場の施設維持に関する維持管理

### 【砂浜整備】

砂浜整備における施設整備は、突堤工、養浜工、のり止め工の3工法である。これらの施設維持に関しての維持管理内容を以下に示す。

- 突堤工：維持管理では、設計当初の突堤形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、突堤天端高不足等に対する補修、堤体の砂の不透過性の確保のための対策等があげられる。
- 養浜工：砂浜が維持されるためには、安定汀線が確保されており、湖岸沿いに砂浜が維持され、人工構造物が露出していないことが必要な要件となる。維持管理項目としては、不足する養浜砂の補充等があげられる。
- のり止め工：維持管理では、設計当初ののり止め工形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、のり止め工天端高不足に対する補修等があげられる。

### 【植生帯整備】

植生帯整備における施設整備は、突堤工、植生基盤工、のり止め工、漂砂防止堤、杭柵工、植栽工の6工法である。これらの施設維持に関しての維持管理内容を以下に示す。

- 突堤工：維持管理では、設計当初の突堤形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、突堤天端高不足等に対する補修、堤体の砂の不透過性の確保のための対策等があげられる。
- 植生基盤工：植生帯の維持には、基盤底質の静的な安定化が図られていることが必要である。これは、湖岸沿いに植生帯が維持され、背後の人工構造物が露出していないことが必要な要件となる。維持管理項目としては、不足する養浜砂の補充等があげられる。
- のり止め工：維持管理では、設計当初ののり止め工形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、のり止め工天端高不足に対する補修等があげられる。
- 漂砂防止堤：維持管理では、設計当初の漂砂防止堤形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、天端高不足等に対する補修等があげられる。
- 杭柵工：維持管理では、設計当初の杭柵工形状維持を基本とする。維持管理項目としては、施設の損傷・劣化の補修、天端高確保のための補修、開口部の幅の確保のための補修等があげられる。

## (3) 浅場の機能維持に関する維持管理

### 【砂浜整備】

砂浜整備では、波浪抑制効果、砂浜の濾過に懸濁物質の補足効果、生物の生息量の増加効果等が期待されている。これらの効果を維持するためには、底泥の堆積、砂浜の固定化が進行しないよう維持管理を実施することが望ましい。

- 底泥の除去：砂浜およびその周辺（沖側等）に堆積した底泥の除去
- 固定化の解消：砂浜に植生等が繁茂するなどの砂浜の固定化が進んだ場合の耕うん

### 【植生帯整備】

植生帯整備では、波浪抑制効果、ヨシやシジミ等による懸濁物質の補足効果、生物の生息量の増加効果等が期待されている。これらの効果を維持するためには、底泥の堆積、ヨシやコアマモ等の枯死体の管理、リターの堆積等を維持管理することが望ましい。

- 堆積物の除去：植生帯整備部およびその周辺（沖側等）に堆積した底泥やリターの除去
- 植生帯の管理：生物の生息等に配慮した、計画的な刈り取りによる栄養塩の除去



## 5.1.2 維持管理の実施手順

浅場整備地区は、気象条件や水位変動、波浪条件、洪水の発生等様々な条件下でその劣化状況も異なり、維持管理は、その頻度を固定化することが難しく、状況に応じた対応が必要となる。このため、維持管理は、毎年の巡視・監視結果をもとに判断することとし、その状況に応じて必要な維持管理を実施することが望ましい。

### 【解 説】

維持管理は、巡視・監視結果から日常管理の必要性、施設の損傷による補修の必要性、機能確保における施設改良の必要性等を把握し、適切な維持管理や施設改良を実施することが望ましい。実施手順の例を以下のフローに示す。

なお、維持管理頻度が高いと予測できる場所は、簡易な維持管理用の施設（搬出スロープ等）の設置も考えられる。また、維持管理は継続的な実施が必要であり、維持管理実施における仕組みづくりが今後の課題として検討していく必要がある。

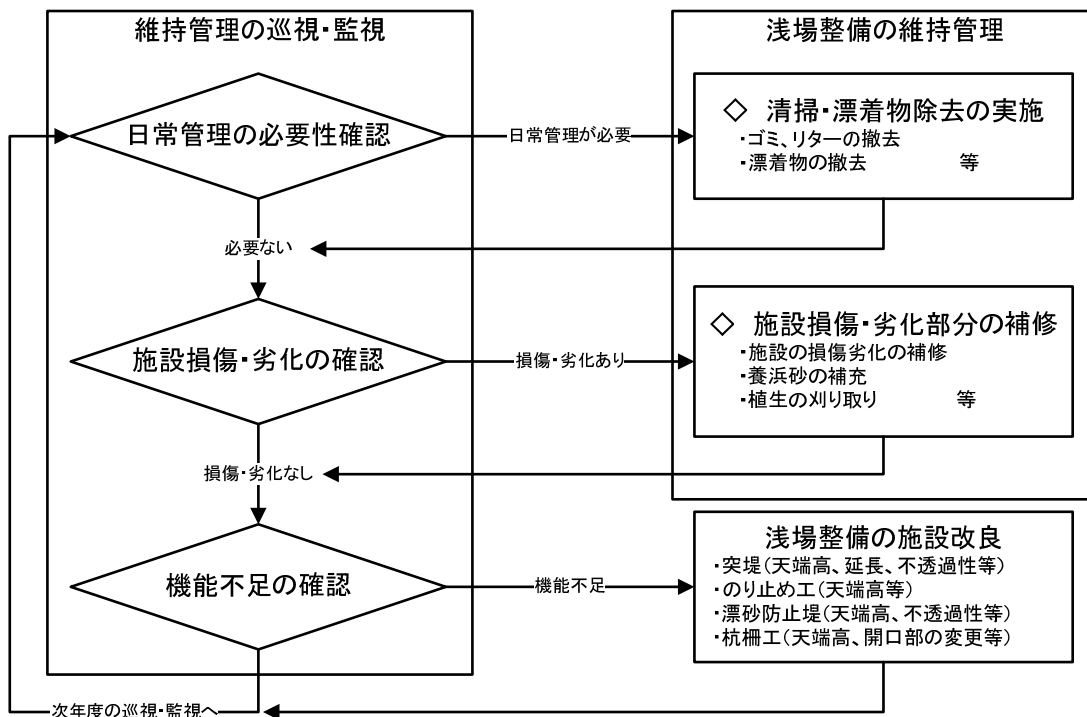


図 5.1.2 維持管理の実施手順フロー

## 5.2 維持管理の巡視・監視

維持管理のための巡視・監視は、施設維持のために継続的に実施していく必要があり、コストを抑えた持続可能な巡視・監視を行う必要がある。

### 【解 説】

維持管理に関する巡視・監視は、施設の損傷・劣化、養浜形状の安定度、ゴミや底泥の堆積状況、植物の繁茂状況、砂浜の状況等、整備後の変化状況を把握し、維持管理や改良の必要性及びその対処方法を検討する上での基礎データを取得することが目的である。このため、整備したすべての地区で巡視・監視が必要であるとともに、維持管理を実施する上では継続的に実施していくことが望ましい。

維持管理を実施する判断基準は、浅場の機能が維持されることを基本として設定することが望ましい。現在、判断基準となる具体的な指標は明確ではないが、今後浅場機能のモニタリングを実施する中で検討を進める。

表 5.2.1 維持管理に関する巡視・監視項目と内容の例

巡視・監視項目	巡視・監視手法
ゴミやリターの堆積状況	<b>■目視観測による現地踏査</b> ・ゴミやリターの堆積状況や場所を把握し、維持管理の必要性を検証する。 ・施設の損傷・劣化状況を把握し、維持管理の必要性を検証する。 突 堤：自然石の崩れ、木杭等の損傷・劣化状況、中詰め石の抜け状況、突堤天端や先端部の漂砂移動状況、突堤を通過する漂砂の状況 のり止め工：自然石の崩れ、築堤マットの損傷・劣化状況 漂砂防止堤：木杭等の損傷、劣化状況、蛇カゴやフトンカゴの損傷、劣化状況、突堤天端を越える漂砂の状況、漂砂防止堤を通過する漂砂の状況 杭 柵 工：木杭等の損傷劣化状況、中詰め石の抜け状況、整備区域内の波浪状況、杭柵工背後のごみ等の堆積状況
施設の損傷・劣化	
養浜形状の安定度	<b>■汀線形状の変化調査</b> ・定点写真撮影を行い、これを経年的に比較することにより変化状況を把握し、維持管理の必要性を検証する。
底泥の堆積状況	<b>■底泥の堆積厚調査</b> ・定点における底泥の堆積状況をコアサンプリングし、底泥の堆積厚の変化状況を把握し、維持管理の必要性を検証する。
植生の状況	<b>■植生の繁茂状況の把握</b> ・整備区域内の植生繁茂状況及びその種について目視調査を実施し、浅場整備と植生繁茂の関係性を検証する。また、過度な固定化が進む場合の判断基準を明確にする。これにより、維持管理の必要性や改良における条件設定を行う。

## 第6節 浅場整備効果の把握

浅場整備の効果を定量的に把握するためのモニタリングは、すべての場所で行う必要はなく、それぞれの項目の効果が把握できればモニタリングを終了することが可能である。

### 【解 説】

整備効果に関するモニタリングは、水質調査、生物の生息調査等の浅場整備における直接的な効果を把握するものは場所毎に経年変化が把握できる調査が必要である。シジミ等の貝類の浄化機能やヨシによる浄化機能など生物が増加することにより発現する効果はそのメカニズム解明が必要であり、実験も含めたモニタリングが必要であると考えられる。メカニズムの把握は、場所により大きく違いがあるものではないため、すべての場所でのモニタリングを実施する必要はなく、ある一定の関係性が把握できればモニタリングの目的は達成される。効果の把握は、浅場整備等の事業の評価を行う上では重要なモニタリングとなる。

表 6.1.1 整備効果に関するモニタリング項目と内容の例

湖沼	期待される効果		評価指標	モニタリング手法	
	項 目	効 果			
中海	基 盤	基盤の安定性確保	汀線変化、植生の活着	場所毎の調査	
	水 環 境	底質の巻き上げ抑制	波高の低減 透明度（濁度）の変化 水質の変化	メカニズムの解明 （現地調査）	
		水質（SS, T-N, T-P 等）の改善	水質の変化	場所毎の調査	
		砂浜等による懸濁物質の補足	砂浜の有機物量の変化	メカニズムの解明 （現地+実験）	
		生物の活性化による浄化効果	生物個体の浄化能力評価	メカニズムの解明 （実験）	
	生物環境	藻場、アサリ、サルボウ等の生息環境改善	生物生息数の変化	場所毎の調査	
		鳥類に対する生息場としての効果	鳥類の利用形態や生息数	代表地点での調査	
	利 用	親水性・景観の向上	親水機能、景観の向上	CVM等全体調査	
	宍道湖	基 盤	基盤の安定性確保	汀線変化、植生の活着	場所毎の調査
		水 環 境	底質の巻き上げ抑制	波高の低減 透明度（濁度）の変化 水質の変化	メカニズムの解明 （現地調査）
水質（SS, T-N, T-P 等）の改善			水質の変化	場所毎の調査	
砂浜・植生による懸濁物質の補足			砂浜・植生の有機物量の変化	メカニズムの解明 （現地+実験）	
生物の活性化による浄化効果			生物個体の浄化能力評価	メカニズムの解明 （実験）	
生物環境		シジミ等の生息環境改善	生物生息量の変化	場所毎の調査	
		ナゴヤサナエ生息環境への効果と影響	羽化殻等の個数	代表地点での調査	
		鳥類に対する生息場としての効果	鳥類の利用形態や生息数	代表地点での調査	
利 用		親水性・景観の向上	親水機能、景観の向上	CVM等全体調査	

- 1) 場所毎の調査・頻度：浅場の整備実施箇所すべてで実施する。施工前後及び3年後の調査を実施する。
- 2) メカニズムの解明：メカニズムを解明するため、現地調査や実験を行う。対象は1～2か所程度で1回実施する。
- 3) 代表地点での調査：生態等の把握のため代表地点で実施する。施工前後や整備区と対象区を対比した調査を実施する。