

## 4. 気候変動を踏まえた計画・設計上の留意点の検討

### 4.1. 留意点の一般化

気候変動を踏まえた計画・設計上の留意点の一般化にあたっては、「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について（平成3年8月2日通知）」における「第二 その他留意事項」の「一」に留意して検討を実施する。

#### 第二 その他留意事項

設計高潮位及び設計波の設定等に関連して、次の事項について留意されたい。

- 一 堤防等の天端高は、上記により設定された設計高潮位及び設計波を前提として、省令第三条第一項及び第五項並びに第五条第一項及び第三項に定められた基準に従い、海岸の機能の多様性への配慮、環境保全、周辺景観との調和、経済性、維持管理の容易性、施工性、公衆の利用等を総合的に考慮しつつ、海岸管理者が適切に定めるものであることに留意する。その際、土地利用やまちづくり等の都市計画等との調整等のソフト面の対策も組み合わせた広域的・総合的な対策を長期的な視点から検討するよう努める。

出典：海岸四省庁課長通知「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について（平成3年8月2日通知）」より抜粋

## 4.1.1. 対応の優先度

### 4.1.1.1. 浸水被害額等を用いた優先順位の設定

A漁港海岸およびB漁港海岸では、海岸保全施設の天端高に「余裕高」が設定されていないため、気候変動に伴う外力変化を見込んだ時点で設計基準上の必要天端高不足が発生することになる。そこで、気候変動の適応策の優先順を客観的に評価する方法として、本調査で対象とした3つのモデル地区の被害額等の経年変化を活用することを検討した。

優先順位設定の流れを図 4-1 に示す。

現行（計画）施設を対象とした10年毎の設計波による総越波総流量による浸水被害額、最大浸水高および浸水面積の経年変化を確認する。



各経年変化のグラフから、被害額等の上昇量（変化量）の大きさ等に注目する。



浸水被害額、最大浸水高および浸水面積の経年変化を活用した適応策優先順位の評価方法を提案する。

図 4-1 浸水被害額を用いた優先順位設定の流れ

### 4.1.1.2. 適応策を用いた優先順位の設定（案）

適応策の検討結果より、優先順位の設定の流れを図 4-2 に示す。

- ・ A漁港海岸及びB漁港海岸のように地盤高が低い海岸では、浸水高の増加に伴い当初は僅かに上昇するが、**ある時期から浸水被害額が急激に増加**する傾向にあった。よって、**浸水被害額が急増する前**までには適応策を実施する必要があるとした。
- ・ B漁港海岸のように背後地が狭隘地形である漁港海岸では、僅かな外力変化が被害額の増加に大きく影響を及ぼす。よって、このような漁港海岸では、**早期に気候変動の適応策を検討する必要**がある。
- ・ C漁港海岸は浸水被害額が緩やかに増加するため、条件-3と条件-2及び条件-1の**2°C上昇と4°C上昇による被害額の差が拡大する時期**までに適応策を実施する必要があるとした。



A漁港海岸では、**今から50年後までに気候変動への適応の実施**する。  
B漁港海岸では、**今から20年後までに気候変動への適応の実施**する。  
C漁港海岸では、**今から40年後までに気候変動への適応の実施**する。

図 4-2 浸水被害額を用いた優先順位設定の流れ

## 【参考】費用便益分析の試算

モデル地区の浸水被害額と試設計を行った適応策によるコスト等を整理した費用便益分析は以下の通り。

- ・A漁港海岸及びC漁港海岸は、条件－1（2℃上昇平均）から条件－3（4℃上昇上限）への適応策の概算事業費の増加が年間浸水被害額の増加を上回り、B/Cが低下する傾向が示された。
- ・B漁港海岸は、条件－1から条件－3の比較では、B/Cが上昇する傾向が示された。
- ・気候変動のシナリオや経過年に伴い、年間浸水被害額並びに適応策の概算事業費とも増加するが、海岸の背後資産や地形、設計外力によってB/Cの結果は異なる結果であった。
- ・モデル地区の検討事例を増やすことで、海岸による分類等を行うことも必要である。対応コストの整理結果を表4-1に示す。

表 4-1 費用便益分析の試算結果

モデル地区海岸名	A漁港海岸		B漁港海岸		C漁港海岸	
	条件－1	条件－3	条件－1	条件－3	条件－1	条件－3
評価時期						
A：年間浸水被害額 (現状評価)	約3.2 百万円/年	約3.9 百万円/年	約143.0 百万円/年	約210.4 百万円/年	約13.0 百万円/年	約15.1 百万円/年
B：総便益額（概算） (A年間浸水被害額 ×50年×0.42)	約67 百万円	約82 百万円	約3,002 百万円	約4,418 百万円	約273 百万円	約316 百万円
c：概算事業費 (50年後の設計外力)	約33 百万円	約56 百万円	約64 百万円	約72 百万円	約210 百万円	約299 百万円
C：総費用額（概算） (c概算事業費×1.2 ×1.1)	約44 百万円	約74 百万円	約85 百万円	約95 百万円	約277 百万円	約395 百万円
【参考】 費用便益比B/C（概算）	1.5	1.1	35.3	46.5	0.99 (※1)	0.80 (※2)

上表のB/Cについては、傾向を抑えるもので精緻に算出したものではない。

※1 事前評価と同様水産資源培養を勘案すると1を超える。

※2 既設護岸の前面对策（波返し工など）によりコストを縮減することが考えられる。

#### 4.1.2. 施設の必要天端高と余裕高の設定方法

本調査のモデル地区であるA漁港海岸およびB漁港海岸では、現計画の海岸保全施設の天端高に余裕高が設定されていないことから、気候変動による外力変化を考慮した時点で、基準上では必要天端高が不足となる。そこで、2モデル地区の気候変動への適応の対策にあたっては、気候変動による不確実性として、気温上昇シナリオと外力変化（平均海面+高潮偏差+波高）の影響を余裕高の考え方について試検討を行う。なお、C漁港海岸は、沖合施設である人工リーフによる気候変動への適応対策であることから、波浪減衰効果としての試検討を行う。

高潮に対する海岸保全施設の天端高は、設計潮位+設計波に対する必要高とされている。ただし、必要に応じて余裕高を考慮することが示されている。余裕高は、将来の不確実性を踏まえ設定するものとされ、背後地の社会的、経済的重要度を目安として最大1.0m程度を限度に設定することが示されている。

なお、今回の余裕高に対する試検討は、3モデル地区における考え方のひとつであり、全地区共通ではないことに留意されたい。

#### 【参考】海岸保全施設の技術基準における堤防等の余裕高の記載内容

堤防の天端高の決定に当たっては、設計高潮位、設計波、設計津波又は沈下量等が実測若しくはその他の方法により一応合理的に求められたとしても、現在の段階においては必ずしも信頼の置けるものとは言えない。例えば、既往の記録から決定した設計高潮位を超える高潮が将来おこり得ないとはいえないし、またその数値を正確に予測することは困難である。

このような、堤防天端高の設定における若干の不確実性を考慮して余裕高を設定する。すなわち、堤防天端高の決定に際しては、概括的に余裕高を加えることとなるが、高さには絶対的な安全の限度はなく、余裕高をいたずらに大きくとれば工費の増大を招き、不経済となる。そこで背後地の社会的、経済的重要度を一つの目安として余裕高を決定するのが妥当な方法である。すなわち、背後地に市街地又は重要な公共施設等が存在して、高度の安全性を要する場合には、最大1.0m程度を限度として余裕高を適宜決定されることが多い。

出典：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説（平成30年8月）,P.3-31～3-32」

#### 4.1.2.1. A 漁港海岸における設定結果

施設天端高（余裕高）の設定についての検討結果を以下に整理する。

①基本防護目標は、供用期間 50 年を想定して以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の高さを設定する。

②余裕高は、以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇上限シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」と

2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の差として設定する。

- ・上記高さが 4℃上昇上限シナリオの「平均海面」を越える場合は、これを上限とする。

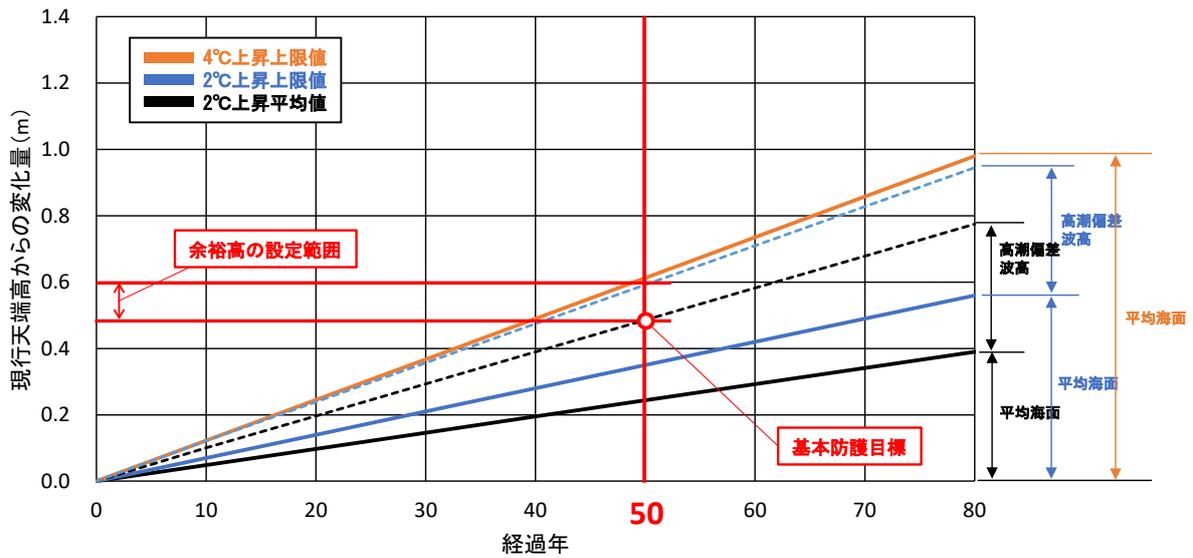


図 4-3 施設天端高（余裕高）の設定事例

#### 4.1.2.2. B 漁港海岸における設定結果

施設天端高（余裕高）の設定についての検討結果を以下に整理する。

①基本防護目標は、供用期間 50 年を想定して以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の高さを設定する。

②余裕高は、以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇上限シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」と 2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の差として設定する。
- ・上記高さが 4℃上昇上限シナリオの「平均海面」を越える場合はこれを上限とする。

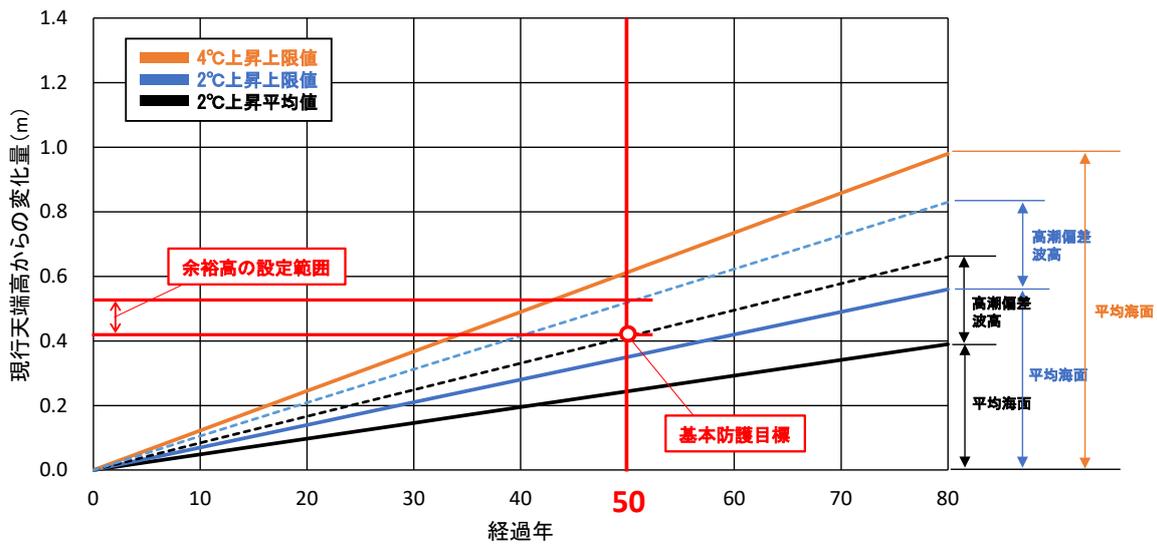


図 4-4 施設天端高（余裕高）の設定事例

#### 4.1.2.3. C漁港海岸における設定結果

波浪抑制機能（余裕分）の設定についての検討結果を以下に整理する。

①基本防護目標は、供用期間 50 年を想定して以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」の高さ分の波高を低下させるように沖合施設の設定を行う。

②余裕分は、以下の考え方を提案する。

- ・2℃上昇上限シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」と 2℃上昇平均シナリオの「平均海面+高潮偏差+波高」

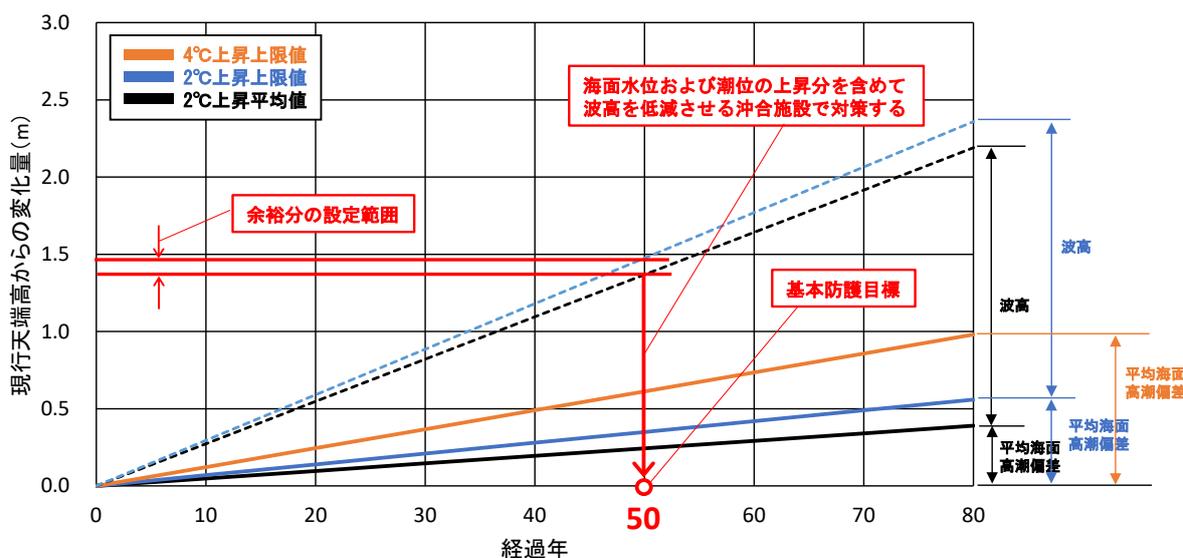


図 4-5 施設天端高（余裕高）の設定事例

#### 4.1.2.4. 余裕高（余裕分）の設計の考え方のまとめ

余裕高（余裕分）の設計の考え方は以下の通りであった。ただし、余裕高（余裕分）の設計の考え方は、今回の検討モデル（余裕高が考慮されていない海岸）を対象とした提案であるため、全ての海岸に共通するものではない。

- ・余裕高として、気候変動に伴う気温上昇（2℃上昇～4℃上昇）の不確実性（緩和策）と各シナリオによる外力変化の将来予測の不確実性（特に、高潮偏差と波高）を考慮した設定方法を考察した。
- ・沖合施設については、波浪抑制機能に気候変動の不確実性を余裕分として考慮する方法で設定した。
- ・特に、平均海面は今後長期に渡って確実に上昇をし続ける外力となるため、余裕高の設定にあたっては、海面上昇等の外力変化量を考慮することも考えられる。

#### 4.1.3. 海岸保全施設の整備シナリオの提案

試設計（マトリクス）の結果（断面及び費用等）をもとに、気候変動に対する対策の課題を構造面、利用面、制度面について整理する。

また、気候変動に対する段階的な対策として順応型対策（緑色線）、将来で対策を実施する直前型対策（橙色線）、初期に可能な限り対応する先行型対策（青色線）を提案する。

2.2.3 気候変動の影響評価の（5）対応の優先度 2)適応策を用いた対策の優先順位の評価より、各海岸で以下の傾向がみられた。

- ・ A漁港海岸及びB漁港海岸のように地盤高が低い海岸では、浸水高の増加に伴い当初は僅かに上昇するが、ある時期から浸水被害額が急激に増加する傾向にあった。よって、浸水被害額が急増する前までには適応策を実施することが考えられる。
- ・ B漁港海岸のように背後地が狭隘地形である漁港海岸では、僅かな外力変化が被害額の増加に大きく影響を及ぼす。よって、このような漁港海岸では、早期に気候変動の適応策を検討することが考えられる。
- ・ C漁港海岸は浸水被害額が緩やかに増加するため、条件－3と条件－2及び条件－1の2℃上昇と4℃上昇による被害額の差が拡大する時期までに適応策を実施することが考えられる。

このことから、適応先の実施時期を以下のように設定する。

A漁港海岸では、今から50年後までに気候変動への適応策の実施を考える。

B漁港海岸では、今から20年後までに気候変動への適応策の実施を考える。

C漁港海岸では、今から40年後までに気候変動への適応策の実施を考える。

適応策のシナリオは、先行型対策、順応型対策、直前型対策の3つとする。

- ・ 先行型対策は、2℃平均で10年以内に整備する。  
(施工期間を考慮して5年目から整備)
- ・ 順応型対策は、2℃平均で気候変動の実施時期までに整備する。  
その後、モニタリング等により外力が上昇することが予想される場合には、2℃上限、4℃上限の適応断面で段階的に整備を行う。
- ・ 直前型対策は、適応の実施時期における外力を確認し、  
2℃平均で整備することを基本とする。

整備シナリオ毎の対策断面及び時期のイメージを次頁の図 4-6～図 4-8 示す。

なお、順応的対策は、モニタリングに応じて外力が上昇した場合の整備を行うものとした。

【A 漁港海岸】

4-9

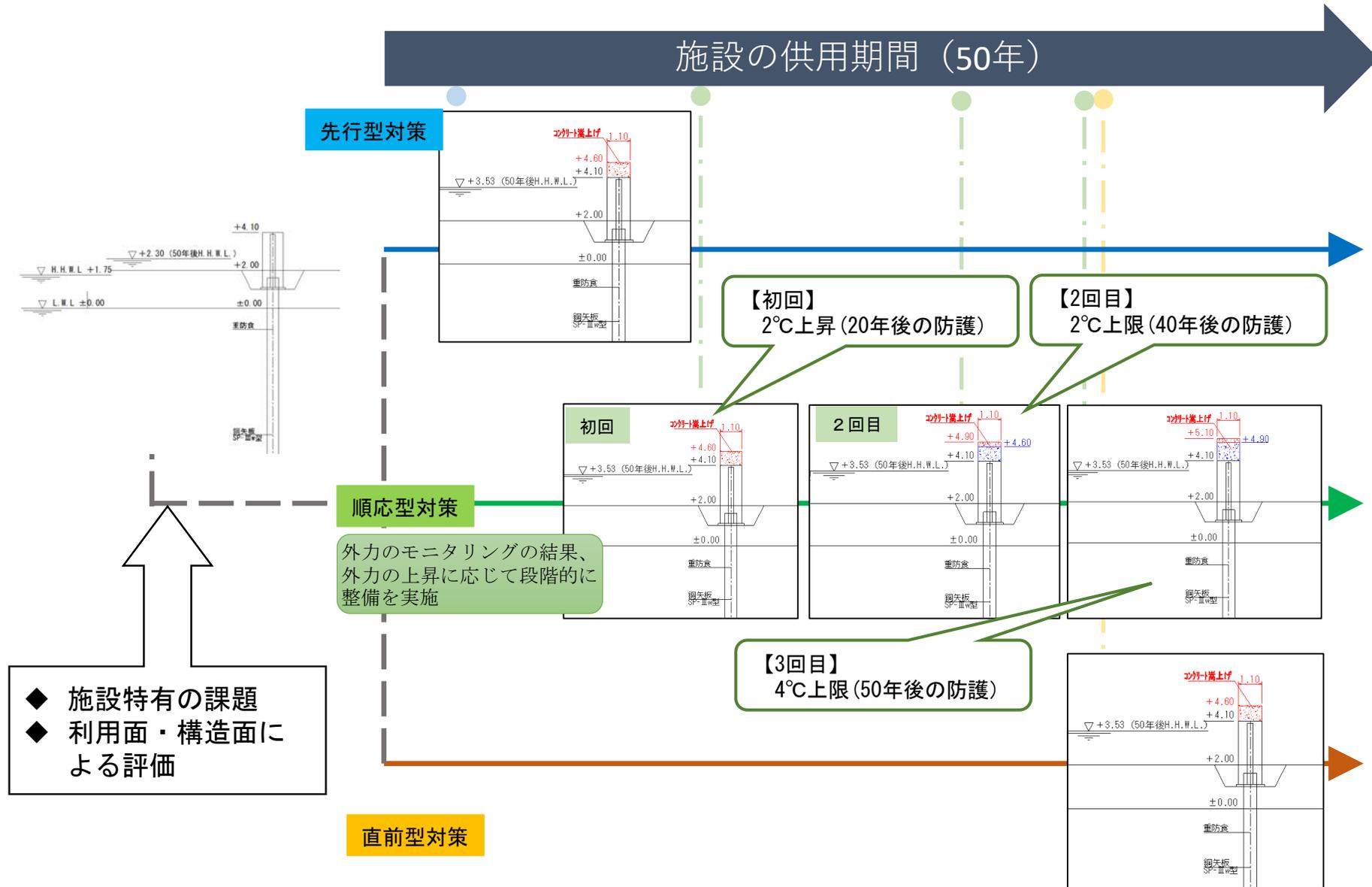


図 4-6 気候変動に対する整備シナリオ例 (A 漁港海岸)

【B漁港海岸】

施設の供用期間 (50年)

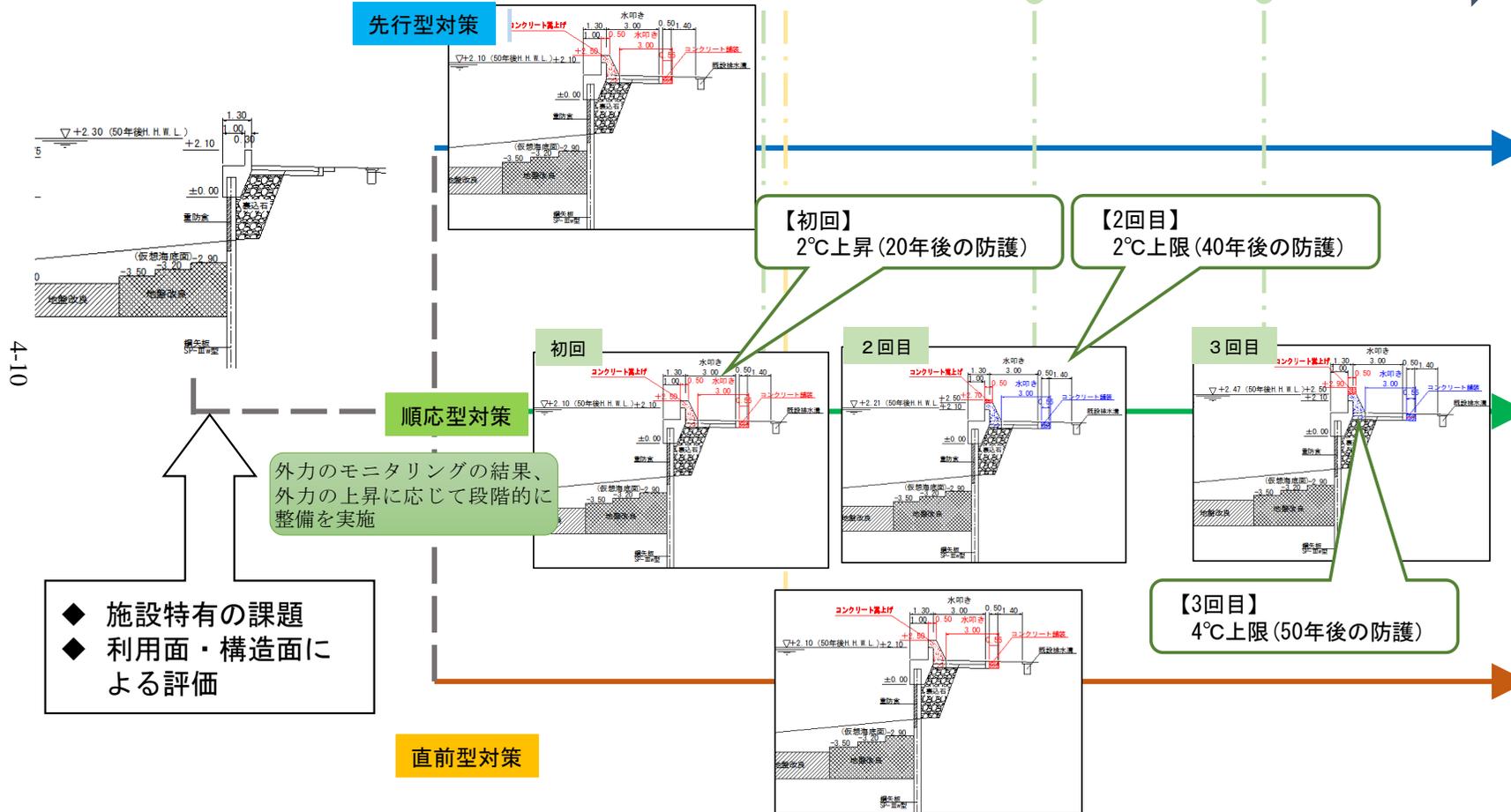


図 4-7 気候変動に対する整備シナリオ例 (B漁港海岸)

【C漁港海岸】

施設の供用期間 (50年)

先行型対策

【初回】  
2℃上昇(20年後の防護)

【2回目】  
2℃上限(40年後の防護)

【3回目】  
4℃上限(50年後の防護)

順応型対策

外力のモニタリングの結果、  
外力の上昇に応じて段階的に  
整備を実施

直前型対策

- ◆ 施設特有の課題
- ◆ 利用面・構造面による評価

4-11

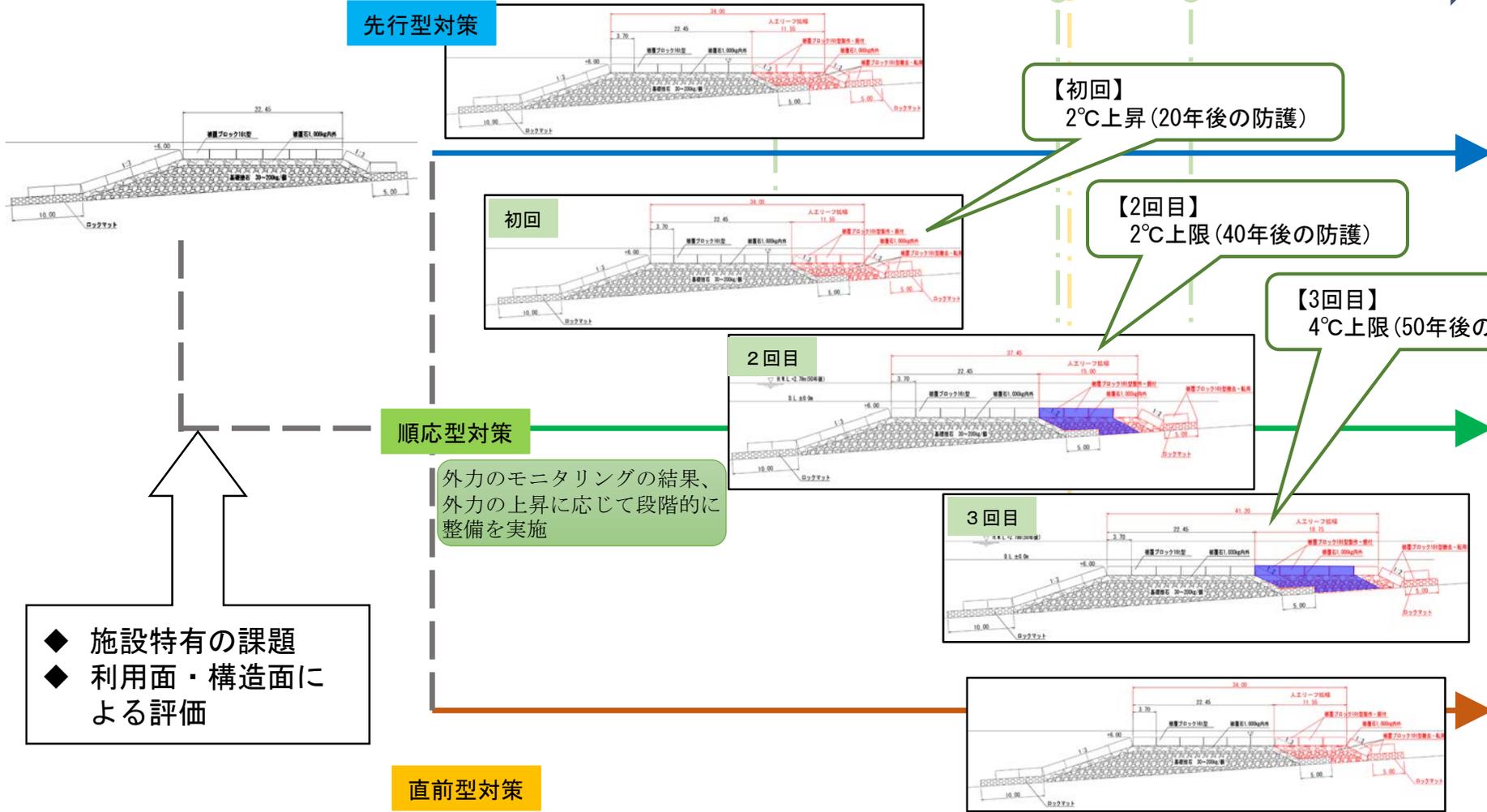


図 4-8 気候変動に対する整備シナリオ例 (C漁港海岸)

A漁港海岸の試設計を例として、シナリオ毎の対策費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（気候変動の外力変化に【15年、35年、45年】と順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（被害が大きくなる段階【45年】で嵩上げによる直前的対策）

表 4-2 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	34百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	34百万円	—
35年後（40年後目標）	—	13百万円	—
45年後（50年後目標）	—	10百万円	34百万円

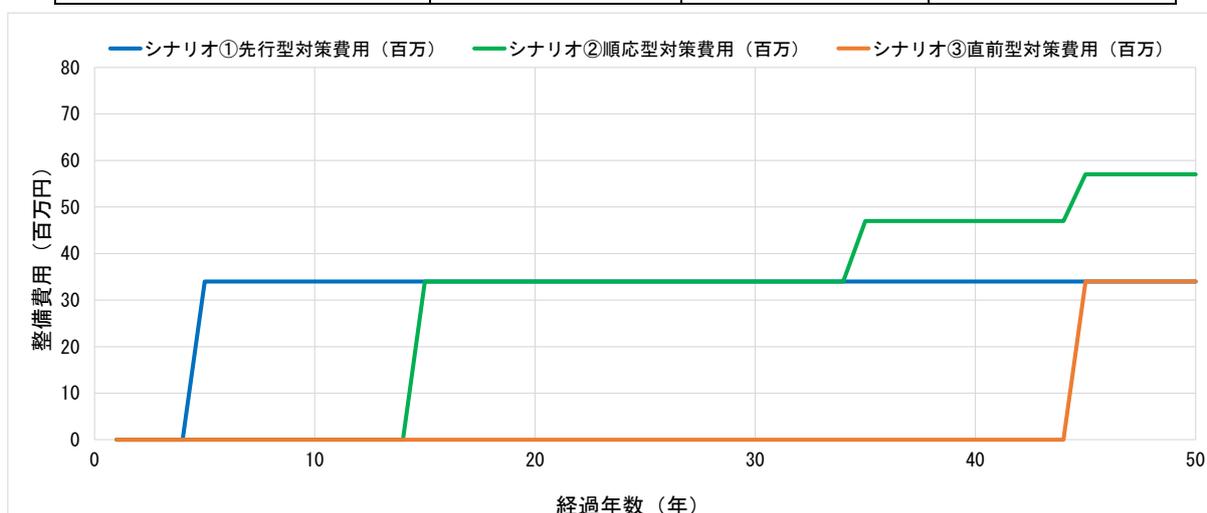


図 4-9 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率は考慮しない場合）

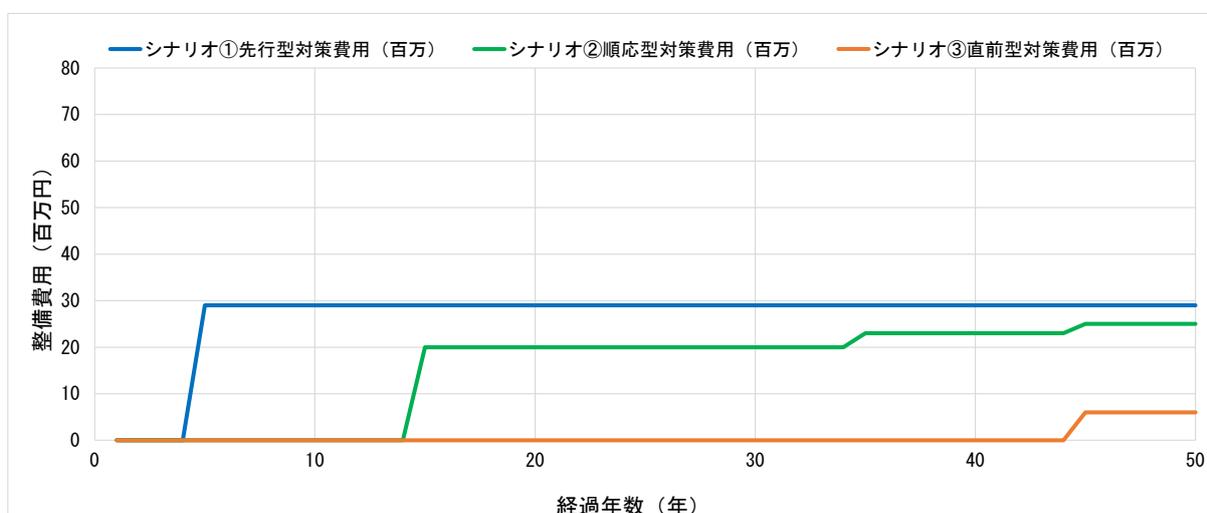


図 4-10 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率を考慮した場合）

B漁港海岸の試設計を例として、シナリオ毎の対策費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（気候変動の外力変化に【15年、35年、45年】と順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（被害が大きくなる段階【45年】で嵩上げによる直前的対策）

表 4-3 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	64百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	64百万円	64百万円
35年後（40年後目標）	—	3.8百万円	—
45年後（50年後目標）	—	7.7百万円	—

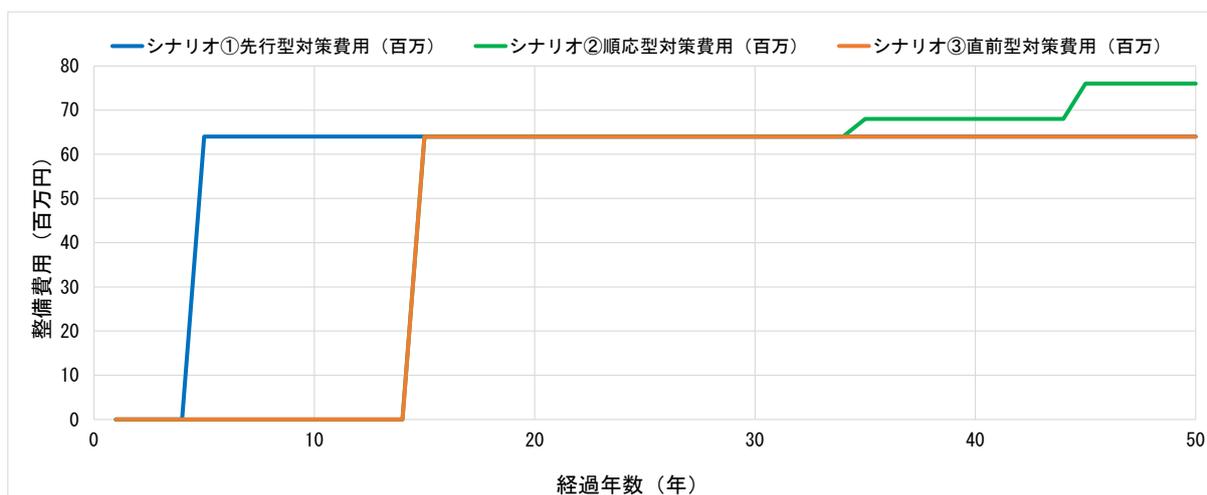


図 4-11 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率は考慮しない場合）

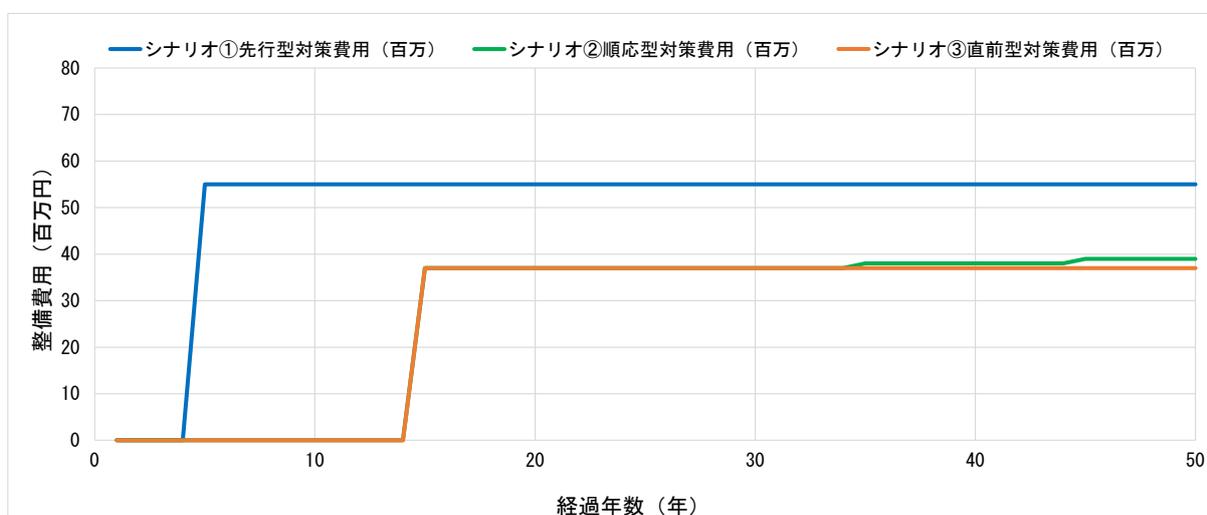


図 4-12 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率を考慮した場合）

C漁港海岸の試設計を例として、シナリオ毎の対策費用をシナリオの整備時期に応じて以下のように設定した。

シナリオ① 先行型対策（初期の段階【5年】で嵩上げによる先行的対策）

シナリオ② 順応型対策（気候変動の外力変化に【15年、35年、45年】と順応的に対策）

シナリオ③ 直前型対策（被害が大きくなる段階【45年】で嵩上げによる直前的対策）

表 4-4 各シナリオの対策費用の発生年次の一覧（社会的割引率を考慮しない場合）

対策時期	シナリオ① 先行型対策	シナリオ② 順応型対策	シナリオ③ 直前型対策
5年後	206百万円	—	—
15年後（20年後目標）	—	206百万円	—
35年後（40年後目標）	—	72百万円	206百万円
45年後（50年後目標）	—	61百万円	—

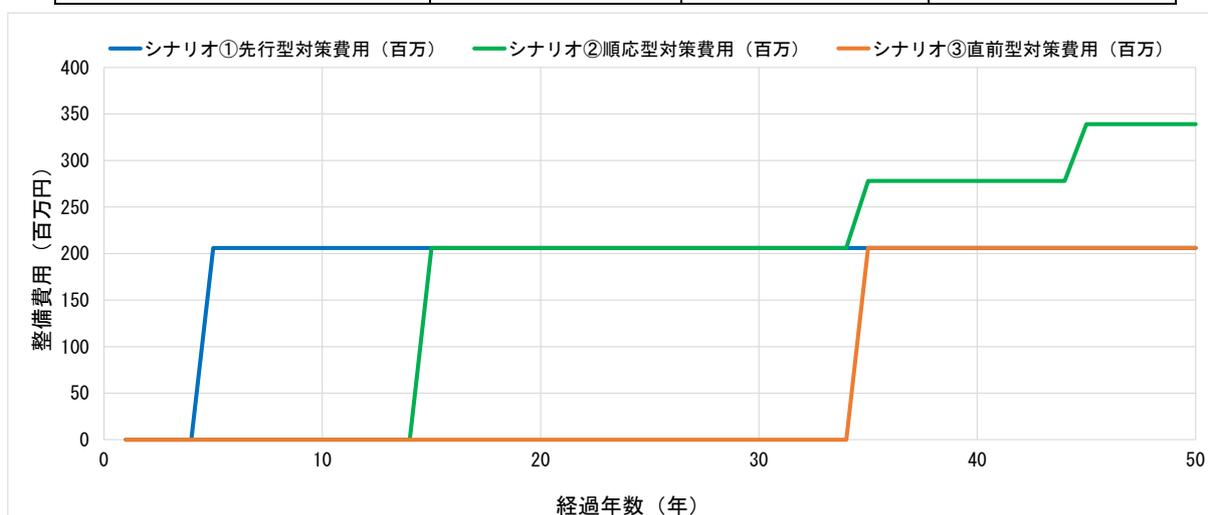


図 4-13 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率は考慮しない場合）

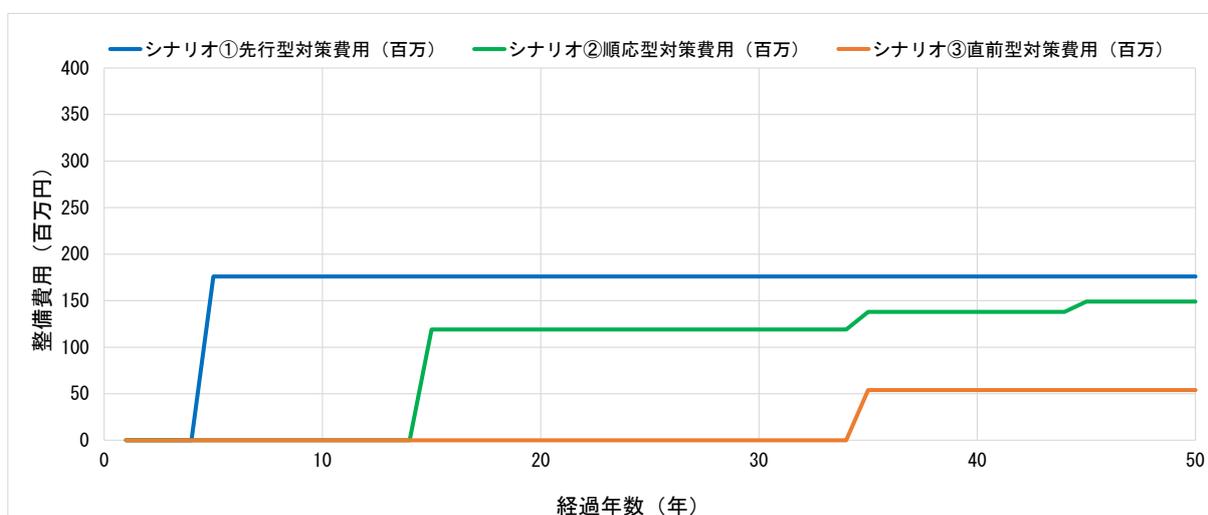


図 4-14 シナリオ毎の対策費用の経年変化（社会的割引率を考慮した場合）

#### 4.1.4. 留意点の一般化に向けたまとめ

留意点の一般化に向け、構造面、利用面、制度面、費用面についての評価と課題・留意事項をそれぞれ表 4-5及び表 4-6に整理した。

表 4-5 モデル地区の影響評価から得られた構造面、利用面、制度面、費用面の評価

	A 漁港海岸	B 漁港海岸	C 漁港海岸
構造面	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎が鋼矢板式の胸壁構造であり、嵩上げによる水平力の増大に対しては地盤の水平抵抗力が期待できるため、ある程度の嵩上げであれば安全性の確保が可能と想定される。</li> <li>陸閘部分の嵩上げも必要となる場合では、陸閘の規模や構造によっては手戻りの発生が懸念される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎が鋼矢板式と一体化した胸壁構造であり、嵩上げによる水平力の増大に対しては地盤の水平抵抗力が期待できるため、ある程度の嵩上げであれば安全性の確保が可能と想定される。</li> <li>嵩上げ部と既存部は一体化する必要があるが、堤体の拡幅を伴う場合には、背後地の利用状況によっては、対策を検討する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>護岸まで住宅が位置しており、護岸の拡幅や嵩上げが困難であるため、設計外力の増大に対処して人工リーフを拡幅する案としているが、人工リーフ等の沖合施設による波浪制御は即効的な効果が無い。</li> </ul>
利用面	<ul style="list-style-type: none"> <li>嵩上げにより背後からの景観性が低下する。</li> <li>陸閘の大型化による開閉性の低下が懸念される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>嵩上げにより背後からの景観性が低下する。</li> <li>胸壁外側の船舶の係留・乗降の利用性が低下する可能性がある場合は、一体的な適応対策も検討する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人工リーフ等の沖合施設においては、天端高の嵩上げが高くなると、海上に天端が露出して、背後からの海の景観性が低下する可能性がある。</li> <li>施設拡張等の整備等により、水産資源への影響が懸念される場合がある。</li> </ul>
制度面	<ul style="list-style-type: none"> <li>本調査では、試設計であることから将来の外力変化を簡易的に想定しているが、海岸保全基本計画における気候変動の取扱や、その外力設定レベルについては、関係者間での調整・確認が必要である。</li> <li>他事業で整備された海岸保全施設との防護機能・条件のすり合わせなどが必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本調査では、試設計であることから将来の外力変化を簡易的に想定しているが、海岸保全基本計画における気候変動の取扱や、その外力設定レベルについては、関係者間での調整・確認が必要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本調査では、試設計であることから将来の外力変化を簡易的に想定しているが、海岸保全基本計画における気候変動の取扱や、その外力設定レベルについては、関係者間での調整・確認が必要である。</li> </ul>
費用面	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備を必要とする時期によっては、先行型と直前型は同じとなる。</li> <li>先行型の対策は、対策整備後の外力変化の不確実性に対して防護できることが想定される。</li> <li>順応型は直接費としては高くなるが、社会的割引率を考慮すると先行型と同等となる。また、外力変化の不確実性への対応も合理的と考えられる。</li> <li>順応型の対策にあたっては、附属する施設や隣接する施設との関係を検討する必要がある。</li> <li>直前型は、対策整備前の外力変化の不確実性に対して被災を受けるリスクがある。</li> <li>陸閘を大型化する場合は、費用が更に大きくなる。A 漁港海岸のように、漁港区域とのアクセスを担う場合では、車両等の通行を目的としていることから陸閘自体も大規模であるため、既設の撤去費用が必要となり手戻りによる負担が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備を必要とする時期によっては、先行型と直前型は同じとなる。</li> <li>先行型の対策は、対策整備後の外力変化の不確実性に対して防護できることが想定される。</li> <li>順応型は直接費としては高くなるが、社会的割引率を考慮すると先行型より安価で直前型と同等となる。また、外力変化の不確実性への対応も合理的と考えられる。</li> <li>順応型の対策にあたっては、附属する施設や隣接する施設との関係を検討する必要がある。</li> <li>直前型は、対策整備前の外力変化の不確実性に対して被災を受けるリスクがある。</li> <li>B 漁港海岸では、水門も大型化する必要がある場合は、費用が更に大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備を必要とする時期によっては、先行型と直前型は同じとなる。</li> <li>先行型の対策は、対策整備後の外力変化の不確実性に対して防護できることが想定される。</li> <li>人工リーフ等の沖合施設による適応対応は、整備コストが大きくなる傾向にあり、B/C が 1.0 を下回る場合では、既設護岸の前面对策（嵩上げ、消波工、波返し工など）によりコストを縮減することが考えられる。</li> <li>順応型は直接費としては高くなるが、社会的割引率を考慮すると先行型と同等となる。また、外力変化の不確実性への対応も合理的と考えられる。</li> <li>直前型は、対策整備前の外力変化の不確実性に対して被災を受けるリスクがある。</li> </ul>

表 4-6 モデル地区の影響評価から得られた課題・留意事項

	A 漁港海岸	B 漁港海岸	C 漁港海岸
課題・留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>被害額の算定は現時点の背後資産データによる評価であるが、少子高齢化が進む中で背後人口が大きく減少することや、気候変動による漁獲量への影響も予想されているため、被害額の結果の取扱いに留意する必要がある。</li> <li>嵩上げ部と既存部は一体化する必要があるが、順応的のような段階的な嵩上げの場合は打継ぎ可能な厚さを考慮する必要がある。</li> <li>順応的な対策にあたっては、附属する施設や隣接する施設との関係を検討する必要がある。</li> <li>施設の天端高は、背後地の防護や利用への影響について波の遡上高を設定し、必要天端高に対する防護機能として評価する。背後地の利用状況や重要度に応じた気候変動に対する遡上高の算定を適切に算定する必要がある。</li> <li>漁港施設の防波堤等の沖合施設による伝達波や開口部からの波浪の低減など漁港施設の対策を含めて総合的に検討する必要がある。</li> <li>潮位の上昇に伴い、胸壁の背後の排水機能の維持・確保に留意する必要がある。</li> <li>気候変動への適応整備にあたっては、外力の変化率が重要な要素となることから、外力のモニタリングを行うことが重要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被害額の算定は現時点の背後資産データによる評価であるが、少子高齢化が進む中で背後人口が大きく減少することや、気候変動による漁獲量への影響も予想されているため、被害額の結果の取扱いに留意する必要がある。</li> <li>嵩上げ部と既存部は一体化する必要があるが、順応的のような段階的な嵩上げの場合は打継ぎ可能な厚さを考慮する必要がある。</li> <li>施設の天端高は、背後地の防護や利用への影響について許容越波量を設定し、必要天端高に対する防護機能として評価する。今回は便宜的に0.01m<sup>3</sup>/s/mとしているが、背後地の利用状況や重要度に応じた気候変動に対する許容越波流量を適切に設定する必要がある。</li> <li>漁港施設の防波堤等の沖合施設による伝達波や開口部からの波浪の低減など漁港施設の対策を含めて総合的に検討する必要がある。</li> <li>潮位の上昇に伴い、護岸の背後の排水機能の維持・確保に留意する必要がある。</li> <li>漁港海岸に隣接する河川（B 漁港海岸では、河川に水門整備）がある場合では、河川からの浸水対策も併せた整備の検討が必要である。</li> <li>気候変動への適応整備にあたっては、外力の変化率が重要な要素となることから、外力のモニタリングを行うことが重要である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被害額の算定は現時点の背後資産データによる評価であるが、少子高齢化が進む中で背後人口が大きく減少することや、気候変動による漁獲量への影響も予想されているため、被害額の結果の取扱いに留意する必要がある。</li> <li>人工リーフ等による波浪制御は、一定条件を超えると対策の効果がなくなり、その場合は、大型波返し構造などの低天端に効果のある護岸構造を検討する。</li> <li>施設の天端高は、背後地の防護や利用への影響について許容越波量を設定し、必要天端高に対する防護機能として評価する。今回は便宜的に0.01m<sup>3</sup>/s/mとしているが、背後地の利用状況や重要度に応じた気候変動に対する許容越波流量を適切に設定する必要がある。</li> <li>沖合施設による伝達波の低減や消波工の設置による越波流量の低減など総合的に検討する必要がある。</li> <li>潮位の上昇に伴い、護岸の背後の排水機能の維持・確保に留意する必要がある。</li> <li>気候変動への適応整備にあたっては、外力の変化率が重要な要素となることから、外力のモニタリングを行うことが重要である。</li> </ul>

## 4.2. 「手引き」改訂事項の検討

「手引」の改訂に向けて、留意点を一般化し、その結果から改訂箇所を抽出し、改訂のポイントについて整理を行うこととしていたが、一般化に向けてはモデル地区3海岸の検討だけでは十分ではないことが確認された。

このため、一般化に向けて検討事例を選定する上での留意点や設計上の課題、計画上の課題等を検討整理した。

### 4.2.1. 留意点の一般化に向けた事例選定の視点

本検討では、モデル地区3海岸について、将来的な海面上昇や外力の増大を踏まえ、その影響を確認の上、適応方策を検討した。

しかしながら、潮位変動が大きく高潮被害が懸念される瀬戸内海地域や都市機能が集積する地域を網羅できておらず、今後の余裕高の設定など適応方策を管理者に提示していくためには、より多くの事例が必要になると考えられる。

このため、検討事例の拡大に向けた視点を以下に提案する。

追加検討が想定される漁港海岸の抽出の視点は以下の通りであった。

#### ■背後地域に重要施設が立地する海岸

- ・背後に公共施設や高潮被害によって地域経済に多大な影響を及ぼす民間施設、歴史的建造物等の社会的、経済的に重要な施設が立地する漁港海岸。

#### ■都市機能が集積する海岸

- ・背後が DID 地区（人口集中地区：4千人/km<sup>2</sup>以上）、一般資産（住居、事業所等）が集積する都市部の漁港海岸。

#### ■砂浜を有する海岸

- ・海浜部において漁具や水産物の干場として利用されている海岸や、多くの海水浴客など海浜レクリエーション活動が行われている漁港海岸。

#### ■三大湾や瀬戸内海沿岸の海岸

- ・大規模で広範囲での高潮被害が懸念される三大湾（東京湾、伊勢湾、大阪湾）及び瀬戸内海沿岸の漁港海岸。

#### ■波浪の影響が大きい海岸

- ・台風や冬季風浪により、海岸保全施設前面の波浪（設計波）、施設断面が大きい漁港海岸。

## 4.2.2. 設計に関する課題

### 4.2.2.1. 設計外力の設定等

気候変動を考慮した設計高潮位及び設計波において、RCP2.6 シナリオ(2℃上昇相当)の平均的な値を用いること、また、RCP8.5 シナリオ(4℃上昇相当)等のシナリオについても活用するよう努めることへの方針に対して、施設の設計条件の設定に向けた具体的な方法を検討する必要がある。

以下に、設計外力の設定における課題を整理する。

#### ■平均海面水位

- ・海面水位の上昇は継続することが想定されていることについて、設計で想定する期間(例えば供用期間)の設定と、更にその先の上昇量の取り扱いについて整理する必要がある。

#### ■設計波

- ・施設の設計に用いる波浪(異常時波浪)として、最新の知見で算出された設計沖波(確率波高)と、d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される将来予測の波高との取り扱いを検討する必要がある。

#### ■潮位偏差

- ・d4PDFなどの気候モデルや確率台風モデルを用いて算出される将来予測の高潮による潮位偏差の取り扱いを検討する必要がある。

#### 4.2.2.2. 設計条件の設定等

気候変動に対応した防護効果の評価において、従来の設計で用いている設計手法や評価指標の妥当性について検証が必要である。

構造物の安定性の評価手法についても、安定計算手法が確立されているか、また、その外力の組合せの妥当性についても検証が必要である。

以下に、設計条件の設定における課題を整理する。

##### ■必要天端高の算定手法

- ・海岸保全施設の天端高は、主に越波流量を指標とし、越波流量が許容値以下となる高さとなるように設定している。越波流量は、合田による越波量算定図の考え方を基本とした手法が多く使われているが、既存施設の嵩上げ改良等で複雑な形状となった場合の適用性を検討する必要がある。

##### ■許容越波流量

- ・許容越波流量としては、背後地の重要度等から  $0.02\text{m}^3/\text{m/s}$  や  $0.01\text{m}^3/\text{m/s}$  が設定されていることが多いが、気候変動による外力の増加に対しても同様で良いのか、近年の台風被害等も踏まえて再検討する必要がある。

##### ■安定計算手法

- ・海岸保全施設周辺の利用による制約などで複雑な形状となった場合の安定計算方法の妥当性について検証する必要がある。

##### ■外力状態の組合せ

- ・常時、地震時、波浪時などの設計状態における、気候変動を考慮した外力の組合せについて、遭遇確率なども念頭においた整理が必要である。

### 4.2.3. 計画に関する課題

A漁港海岸のように漁港施設（特に防波堤等の外郭施設）が海岸保全施設の前面に設置されている漁港海岸では、漁港における気候変動対策との連携調整が必要である。

漁港海岸における適応策については、海岸保全施設及び砂浜や浅場における漁業活動や海洋性レクリエーション活動等の現況の沿岸域利用状況を考慮する必要がある。

以下に、計画に関する課題を整理する。

#### ■ 景観や水際線へのアクセスの確保

- ・ 将来的な設計外力の増加に伴い、胸壁や護岸等の嵩上げが必要となるA漁港海岸及びB漁港海岸のような漁港海岸では、背後地からの海への眺望など景観への配慮並びに多様な活動のためのアクセス動線を確保が必要となる。

#### ■ シナリオによる対策の実施

- ・ A漁港海岸及びB漁港海岸では胸壁等の段階的な嵩上げによりシナリオや経過年に応じた対応が可能であるが、人工リーフを拡幅するC漁港海岸では段階的な実施による手戻りが生じることとなる。このため、将来的な設計条件の不確実性に対処するための事業計画の検討が必要である。
- ・ 整備シナリオとしては、先行型対策、順応型対策、直前型対策の3つを提案し、2℃平均の外力を基本とするが、実施時期の海面上昇や波浪等の状況変化のモニタリングを行い、対策断面を見直すことが必要である。

#### ■ 漁港との一体的な対策

- ・ A漁港海岸のように、前面に漁港が位置し、漁港施設の嵩上げ等の対策がある場合は、海岸保全施設の設計外力が変化するため、対策の実施にあたっては、漁港利用計画を含めた漁港施設との一体的な検討が有効である。

#### ■ 砂浜や浅場の海面上昇による侵食

- ・ 海面上昇に伴い、漁業活動や海洋性レクリエーション活動に利用されていた水際線が消失することとなるとともに、防護機能も低下する。養浜や沖合施設（離岸堤や人工リーフ等）による面的防護等の複合的な対策方法の検討が必要である。

## 5. 検討会の設置

本業務の実施にあたっては、有識者等からなる検討会を設置し、指導・助言を得ながら事業の運営および議論の取りまとめを円滑かつ効果的に進めるものとした。

### 5.1. 検討会の概要整理

開催された検討会の概要を表 5-1 に示す。

表 5-1 検討会の概要

回数	開催日・場所	内容	配布資料
第1回	R3.10.25(月) エッサム神田 ホール1号館 701	1. 開 会 2. 挨拶 (水産庁 漁港漁場整備部防災漁村課 水産施設災害対策室長) 3. 委員および出席者の紹介、委員長の選任 4. 議 事 (1) 気候変動に伴う外力設定について (2) 気候変動に伴う影響の評価について (3) 外力増大による海岸保全施設の構造上の変化の検討について 5. その他(連絡事項他) 6. 閉 会	議事次第 資料-a1 出席者名簿 資料-a2 座席表 資料-a3 技術検討部会設置要綱 説明資料 参考資料
第2回	R4.1.18(火) エッサム神田 ホール1号館 701	1. 開 会 2. 挨拶 (水産庁 漁港漁場整備部防災漁村課 水産施設災害対策室長) 3. 議 事 (1) 第1回検討委員会の主な意見と対応 (2) モデル地区における気候変動に対する影響と対策 ① モデル地区における影響把握 ② 気候変動適応策の検討 5. その他(連絡事項他) 6. 閉 会	議事次第 資料-a1 出席者名簿 資料-a2 座席表 説明資料-1 第1回検討委員会の 主な意見と対応 説明資料-2 第1回委員会の指摘 事項等の対応 説明資料-3 モデル地区における 気候変動に対する影響と対策
第3回	R4.3.2(水) エッサム神田 ホール1号館 701	1. 開 会 2. 挨拶 (水産庁 漁港漁場整備部防災漁村課 水産施設災害対策室長) 3. 議 事 (1) 第2回検討委員会の主な意見と対応 (2) モデル地区における気候変動に対する影響と対策 4. その他(連絡事項他) 5. 閉 会	議事次第 資料-a1 出席者名簿 資料-a2 座席表 説明資料-1 第1回検討委員会の 主な意見と対応 説明資料-2 第3回検討委員会資 料 説明資料-3 参考資料

## 5.2. 出席者

検討会の出席者を表 5-2～表 5-4 に示す。

表 5-2 第 1 回検討会出席者名簿

(敬称略)

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
委 員	◎八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科	教 授	会場
	田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻	教 授	オンライン
	三上 信雄	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	副部長	会場

◎委員長（事務局案）

水産庁

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
水産庁	中村 隆	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設被害対策室	室 長	会場
	鳩野 弘毅	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	課長補佐	会場
	上小林 達弥	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	調整係長	会場
	平良 将悟	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	海岸係長	会場

オブザーバー

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
オブザーバー	佐伯 公康	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	グループ長	オンライン
	大村 智宏	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主幹研究員	オンライン

事務局

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
事務局	林 浩志	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 第 1 調査研究部	部 長	会場
	岩瀬 浩之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	主任研究員	会場
	石本 健治	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	鈴山 勝之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	白井 英一	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場

表 5-3 第 2 回検討会出席者名簿

(敬称略)

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
委 員	◎八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科	教 授	オンライン
	田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻	教 授	オンライン
	三上 信雄	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	副部長	会場

◎委員長

水産庁

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
水産庁	中村 隆	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設被害対策室	室 長	会場
	鳩野 弘毅	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	課長補佐	会場
	上小林 達弥	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	調整係長	会場
	平良 将悟	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	海岸係長	会場
	佐々木 貢	水産庁漁港漁場整備部 整備課 機能高度化班 高度化企画係	高度化企画係長	会場

オブザーバー

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
オブザーバー	佐伯 公康	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	グループ長	オンライン
	大井 邦昭	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主任研究員	オンライン (確認中)

事務局

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
事務局	林 浩志	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 第 1 調査研究部	部 長	会場
	岩瀬 浩之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	主任研究員	会場
	石本 健治	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	鈴山 勝之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	白井 英一	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	榎本 真久	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場

表 5-4 第 3 回検討会出席者名簿

(敬称略)

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
委 員	◎八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科	教 授	オンライン
	田島 芳満	東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻	教 授	オンライン
	三上 信雄	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	副部長	会場

◎委員長

水産庁

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
水産庁	中村 隆	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設被害対策室	室 長	会場
	鳩野 弘毅	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	課長補佐	会場
	上小林 達弥	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	調整係長	会場
	平良 将悟	水産庁漁港漁場整備部 防災漁村課 防災・海岸班	海岸係長	オンライン

オブザーバー

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
オブザーバー	大村 智宏	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主幹研究員	オンライン
	大井 邦昭	国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部	主任研究員	オンライン

事務局

区 分	氏 名	所 属	職 名	備 考
事務局	林 浩志	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 第 1 調査研究部	部 長	会場
	岩瀬 浩之	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	主任研究員	会場
	白井 英一	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場
	榎本 真久	一般財団法人 漁港漁場漁村技術研究所 第 1 調査研究部	専門技術員	会場