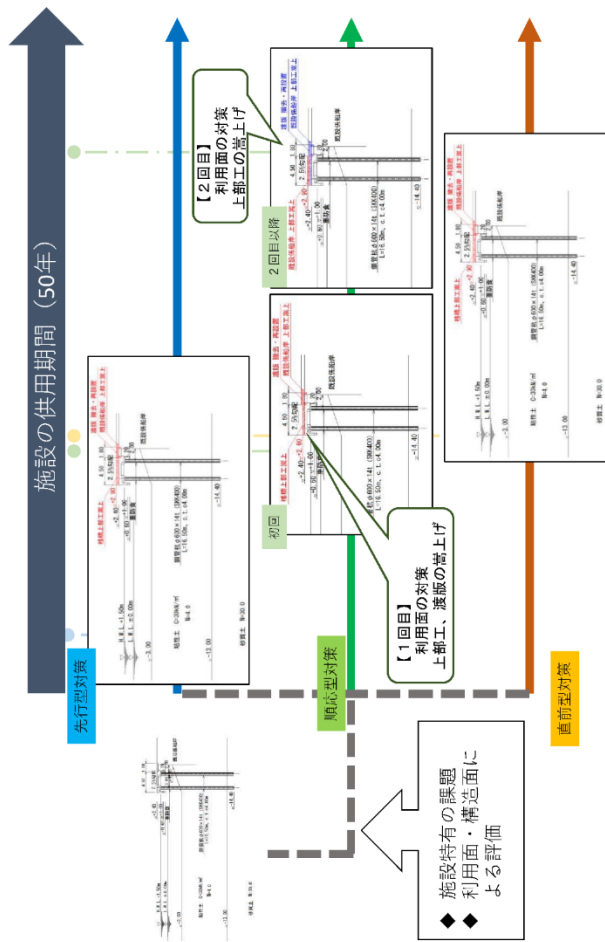


(5) 気候変動に対する整備シナリオ  
整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



(6) 整備シナリオへの適応評価

整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	項目	気候変動への適応策の整備シナリオの適応評価	
			先行型対策	直前型対策
係留施設	係船岸 (横構式)	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動は、陸揚げが利用に支障が生じる可能性がある。</li> <li>陸揚げの利用が可能な範囲により、工事中の陸揚げの必要となる期間が長い。</li> <li>陸揚げの必要となる期間が長い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>陸揚げなどの利用に支障が生じる可能性がある。</li> <li>対策当初は、陸揚げなど利用に支障が生じる。</li> </ul>
		構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動の不確実性に対して、手戻りとなる可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動に対して、対策後の外力による陸揚げが可能である。</li> <li>気候変動による外力上昇が早期に発現しても、安全性に大きな影響はない。</li> </ul>
		費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策等の整備予定がある場合は、一体的に対処する方が合理的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策等の整備予定がある場合は、一体的に対処する方が合理的。</li> <li>陸揚げの対策実施より、手戻り工事となる場合は、一体的に対処する方が合理的である可能性がある。</li> </ul>

◆ 整備シナリオの総合評価における考察

- ◆ 全ての対策が最終的には同程度となることから先行型対策となり、漁業活動への配慮を重視する場合は順応型対策の選択とする。

[検討例8] 係留施設（浮棧橋）

(1) 現況構造

係留構造  
 設計潮位 H.W.L.+2.40m L.W.L.=0.000m  
 偏差 0.30m  
 H.H.W.L.+2.70m  
 既設天端高 D.L.+2.40m  
 計画水深 -3.00m 設置水深 -4.60m  
 地盤 砂質土

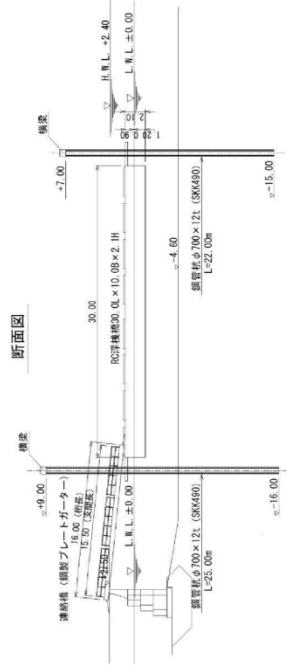


図 8-1 想定現況断面

(2) 気候変動外力の設定

1) 平均海面水位の上昇

気候変動を踏まえた平均海面水位および高潮偏差の増大として、潮位 (H.H.W.L.) を以下のように設定する。

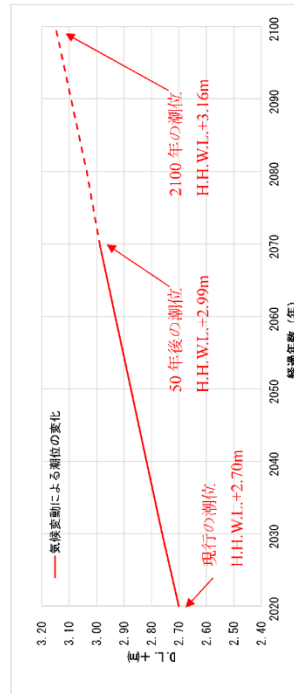


図 8-2 気候変動による H.W.L.の経年変化

表 8-1 2°C上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	H.W.L.	平均海面水位上昇量	偏差	設定潮位
2020年(現在)	2.4m	0.00m	0.30	H.H.W.L.+2.70m, L.W.L.+0.00m
2070年(50年後)	2.4m	0.25m	0.34	H.H.W.L.+2.99m, L.W.L.+0.25m
2100年(将来予測)	2.4m	0.40m	0.36	H.H.W.L.+3.16m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高 H=1.1m に対して、2100年の波高が 1.3倍になるものと仮定して、経年的な波高幅の変化を以下に示す。

表 8-2 気候変動による影響を現在の 1.3倍と想定した設計波高の経年変化

経過年	西暦	海面上昇量	気候変動による潮位の変化	気候変動による設計波高H(m)
0	2020	0.00	2.40	1.10
10	2030	0.05	2.45	1.15
20	2040	0.10	2.50	1.19
30	2050	0.15	2.55	1.23
40	2060	0.20	2.60	1.27
50	2070	0.25	2.65	1.31

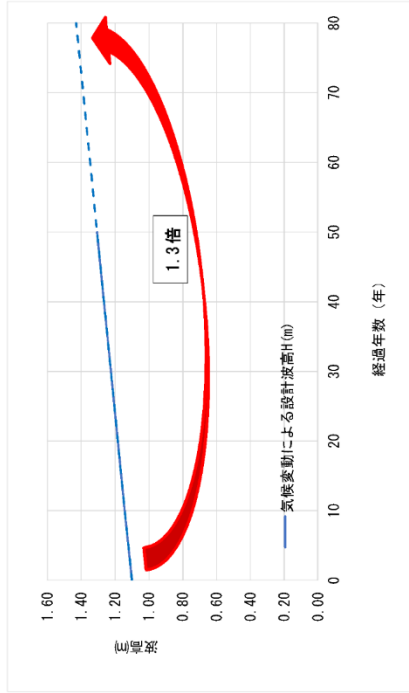


図 8-3 気候変動の影響による設計波高の変化

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

連絡橋の勾配は、設計上 1/10 以下となるように設定されており、平均海面水位の上昇により連絡橋の勾配は、L.W.L.時に 1/10⇒1/11、H.W.L.時に 1/17⇒1/15 に変化するが、設計上の 1/10 より緩い勾配のため利用上の問題は発生しない。

気候変動による平均海面水位の上昇により、既設護岸の高上げが必要となる場合は護岸の適応策に準じる。

現状の連絡橋の勾配 L.W.L.時 1:10、H.W.L.時 1:17

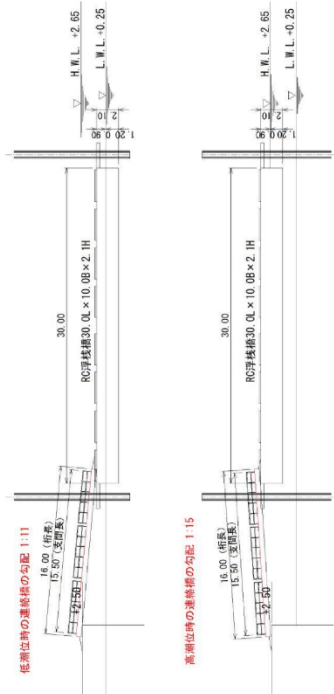


図 8-4 気候変動の海面水位上昇による連絡橋の利用勾配の変化

2) 構造面の検討

① 浮橋の抜け出しの防止

平均海面水位の上昇、潮位偏差の増大および波浪の増大による杭上部の高さの経年変化を整理し、浮橋の抜け出しの被災のリスクについて評価した。

高潮位時 (H.H.W.L.+2.70m) において、40 年以降に余裕値 35 cm を越える必要杭頭高となるため適応策が必要である。

杭上部 (横張下面) の高さ

ガイドローラーが作用する位置が離脱しない高さ

算定式  $H = H.H.W.L. + 1 + \text{波高}/2 + \text{通行の建築限界高} + \text{余裕}$

H.H.W.L. + 2.70m

I : ボンツーンの脱げん高 +0.90m

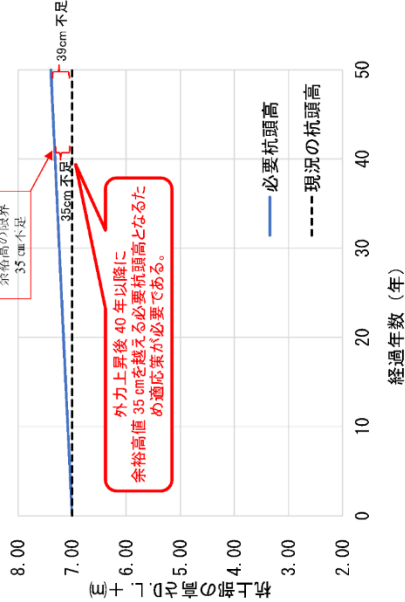
波高  $H = 1.10\text{m}$

(沖側) 人の通行の建築限界高 2.50m

(陸側) 車両の通行の建築限界高 4.50m

沖側 :  $H = +2.70 + 0.9 + 1.10/2 + 2.50 + 0.35 = +7.00\text{m}$

陸側 :  $H = +2.70 + 0.9 + 1.10/2 + 4.50 + 0.35 = +9.00\text{m}$



② 杭の応力度の照査

海面水位上昇や波高増大による構造面への影響を、現況断面に対する部材応力の照査値の経年変化として評価した。外力の変化により、30 年以内に岸側の杭の応力度照査値が不足するため、構造面の対策が必要である。

応力の照査式を以下に示す。

軸力に対して  $\sigma_c = \frac{N}{A_c}$  (ここに  $N$ : 補修断面の受け持つ軸力 (N/mm<sup>2</sup>),  $A_c$ : 補修断面の受け持つ受けモーメント (mm<sup>2</sup>))

曲げに対して  $\sigma_b = \frac{M}{Z_c}$  ( $M$ : 補修断面のモーメント (mm<sup>2</sup>),  $Z_c$ : 補修断面の断面係数 (mm<sup>3</sup>))

照査  $\frac{\sigma_c + \sigma_b}{\sigma_{ca}} \leq 1.0$  ( $\sigma_{ca}$ : 部材の許容圧縮軸心応力 (N/mm<sup>2</sup>),  $\sigma_{cb}$ : 補修部材の応力度 (N/mm<sup>2</sup>))

表 8-3 照査結果の経年変化

経過年数	岸側杭 杭の曲げ+軸力照 査の照査値	沖側杭 杭の曲げ+軸力照 査の照査値
0	0.93	0.84
10	0.95	0.85
20	0.98	0.86
30	1.00	0.86
40	1.03	0.87
50	1.05	0.88
照査値	1.00	1.00

凡例  : 応力度の照査値が許容値以上となる範囲。

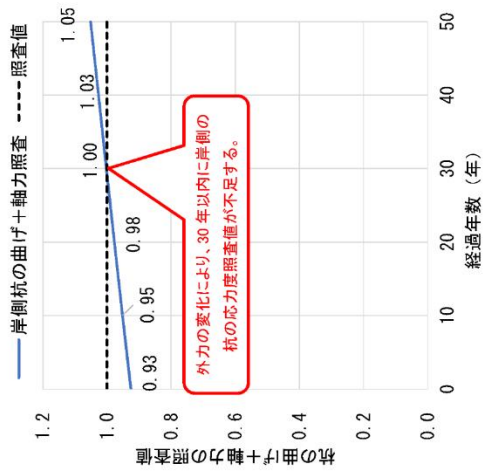


図 8-5 杭の曲げ軸力の照査値の経年変化(岸側)

(4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計共用期間の適応策断面を検討した。

1) 対策工の考え方

- ・浮桟橋の杭の高さや応力が不足するため、適応策の検討を行った。
- ・外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量 (H.W.L.+2.65m)、高潮偏差の増大および波浪の増大に適切
- ・安定性の確保に必要な適応策断面 (50年後の最終断面)
- ・目標は、設計共用期間50年として、50年後の外力に対応する適応策断面とするため、上部工の高上げ、後列杭の増杭による対策を検討する。
- ・係留用鋼管杭 天端高 沖側 7.5m、岸側 D.L.+9.5m
- ・対策工の工種
  - 横梁撤去・再設置
  - 鋼管杭撤去・再打設
  - 既設護岸の高上げ

2) 利用面に対する対策

浮体部への対策はないが、連絡橋が接続される既設護岸の天端高が不足するため、護岸についても一体的に適応策の検討が必要である。

3) 構造面に対する対策

係留杭の杭上部の高上げ (0.4m以上→0.5m)

沖側：D.L.+7.0m → D.L.+7.0m +0.5m = D.L.+7.5m

陸側：D.L.+9.0m → D.L.+9.0m +0.5m = D.L.+9.5m

部材の応力が不足するため、岸側杭の撤去・打設を行う。

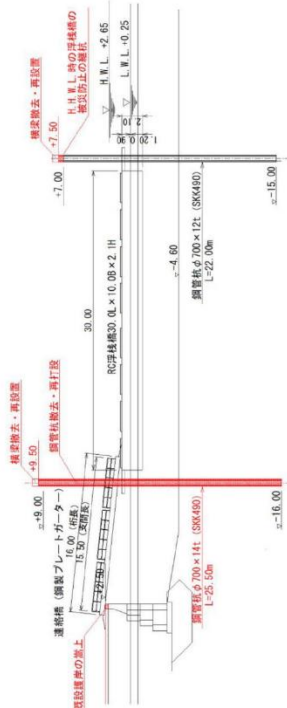
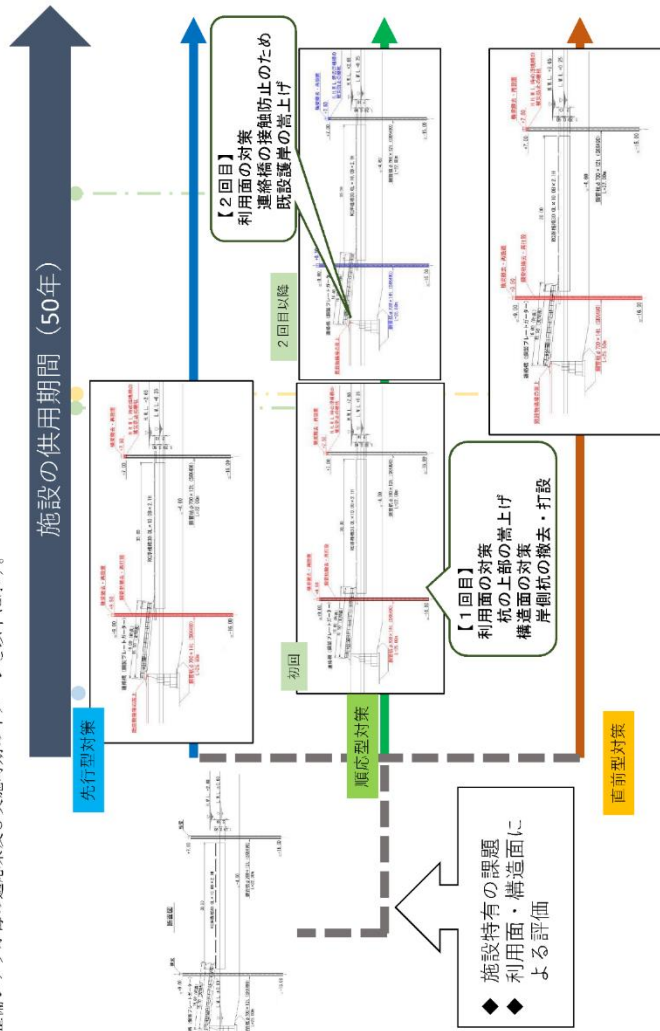


図 8-6 気候変動への適応断面

(5) 気候変動に対する整備シナリオ  
整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



(6) 整備シナリオへの適応評価

整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	気候変動への適応策の整備シナリオの適応評価			
		先行型対策	順応型対策	直前型対策	費用
係留施設	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が運用の早期に冠水し、利用上の問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が運用の早期に冠水し、利用上の問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が運用の早期に冠水し、利用上の問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浮体が運用の早期に冠水し、利用上の問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> <li>浮体の取付けしよの問題は発生しない。</li> </ul>
	構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> <li>気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。</li> </ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> <li>先行型対策の費用は最も低くなる。</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察  
 ・全ての対策が最終的には同等度となることから先行型対策となり、漁業活動への配慮を重視する場合は順応型対策の選択とする。

**[検討例9] 船揚場**

(1) 現況構造

検討潮位 H.W.L.+1.00m L.W.L.±0.00m  
 設計水平震度 0.13  
 既設天端高 D.L.+2.00m  
 地盤 砂質土

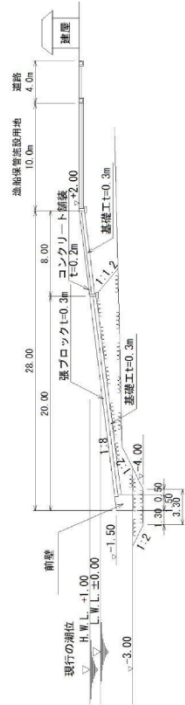


図 9-1 総定現況断面

(2) 気候変動外力の設定

1) 平均海面水位の上昇  
 気候変動を踏まえた平均海面水位として、潮位 (H.W.L.) を以下のように設定する。

図 9-2 気候変動による H.W.L.の経年変化

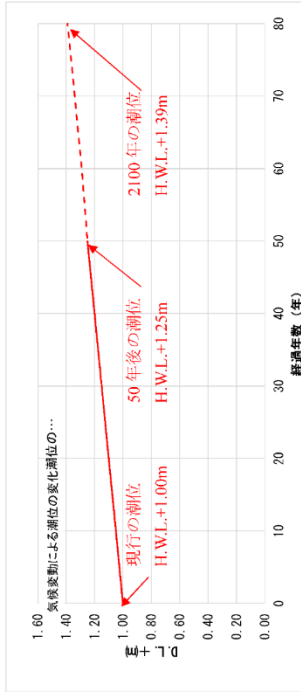


表 9-1 2℃上昇シナリオの平均値による設定潮位

時期	平均海面 水位上昇量	設定潮位
2020年 (現在)	0.00m	H.W.L.+1.00m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+1.25m, L.W.L.+0.25m
2100年 (特長予測)	0.40m	H.W.L.+1.40m, L.W.L.+0.40m

※21世紀末の予測値から、50年後を内挿により算出

2) 波浪の増大

設定した現時点の有義波高  $H=0.5m$  に対して、2100年の波高が1.3倍になるものと仮定して、経年的な波高の変化を以下に示す。

表 9-2 気候変動による影響を現在の1.3倍と想定した設計波高の経年変化

経過年 (年)	経過年 (年)	海面上昇量	気候変動による 潮位の変化	気候変動による 設計波高H(m)
2020	0	0.00	1.00	0.50
2030	10	0.05	1.05	0.51
2040	20	0.10	1.10	0.53
2050	30	0.15	1.15	0.55
2060	40	0.20	1.20	0.57
2070	50	0.25	1.25	0.59
2080	60	0.29	1.29	0.61
2090	70	0.34	1.34	0.63
2100	80	0.39	1.39	0.65

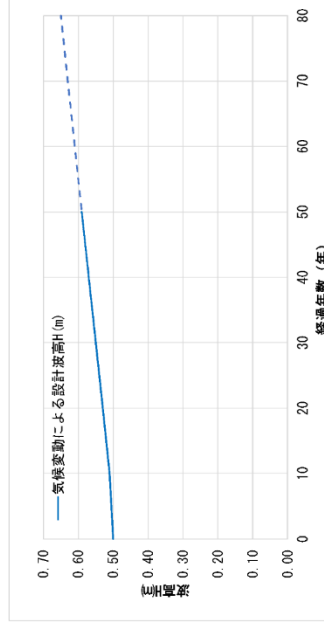


図 9-3 気候変動の影響による設計波高の経年変化

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

平均海面水位の上昇および波浪の増大による必要天端高の経年変化を整理し、利用面への影響を評価した。

なお、船揚場の必要天端高は、H.W.L.に設計波高 H の 2 倍を加えた高さである。現況天端高 (D.L.+2.00m) は、平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って天端高の不足が拡大するため、船揚場や用地で浸水が発生する恐れがある。

船揚場の必要天端高 H.W.L.+2H

表 9-3 気候変動による必要天端高の経年変化

経過年 (年)	海面上昇量	気候変動による 潮位の気化	気候変動による 設計波高H(m)	天端高の算定値 ZH(m)	必要天端高
0	0.00	1.00	0.50	1.00	2.00
10	0.05	1.05	0.51	1.02	2.07
20	0.10	1.10	0.53	1.06	2.16
30	0.15	1.15	0.55	1.10	2.25
40	0.20	1.20	0.57	1.14	2.34
50	0.25	1.25	0.59	1.18	2.43

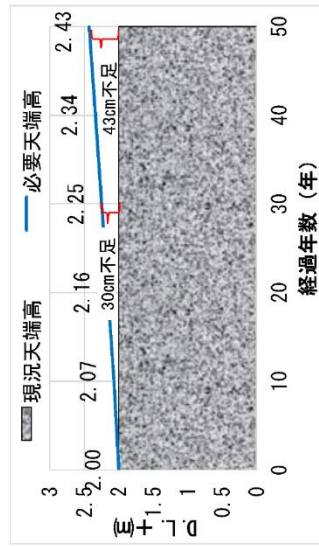


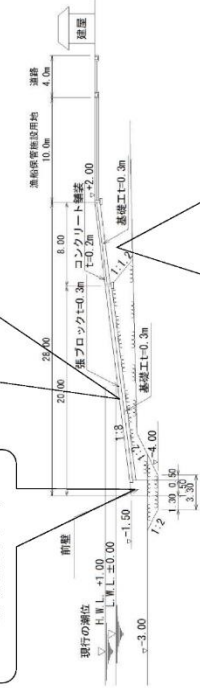
図 9-4 必要天端高の経年変化

2) 構造面の検討

平均海面水位の上昇および波浪の増大による安全率の経年変化を整理し、構造面への影響を評価した。

浸水している構造物のため、平均海面水位の上昇や波浪の増大の影響は受けない。

海内であり波高増大が小さいため、張りブロックの必要厚さは変わらない。



海面水位上昇により、埋土が平均海面以下となるため、埋土の吸い出しが懸念される。

(4) 気候変動への適応策断の検討

1) 対策工の考え方

船揚場の気候変動への適応策は、背後用地の利用を含めた対策も考えられるが、ここでは、一般的と思われる背後の嵩上げ案とする。

2) 利用面に対する対策

上部工 (天端高) の嵩上げ：  
D.L.+2.0m ⇒ D.L.+2.5m (50 cm の嵩上げ)

3) 構造面に対する対策

施設の安定上の問題は、ほとんどない。

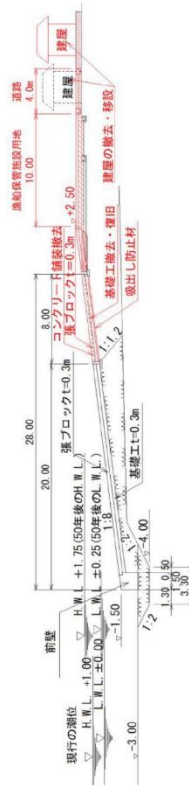
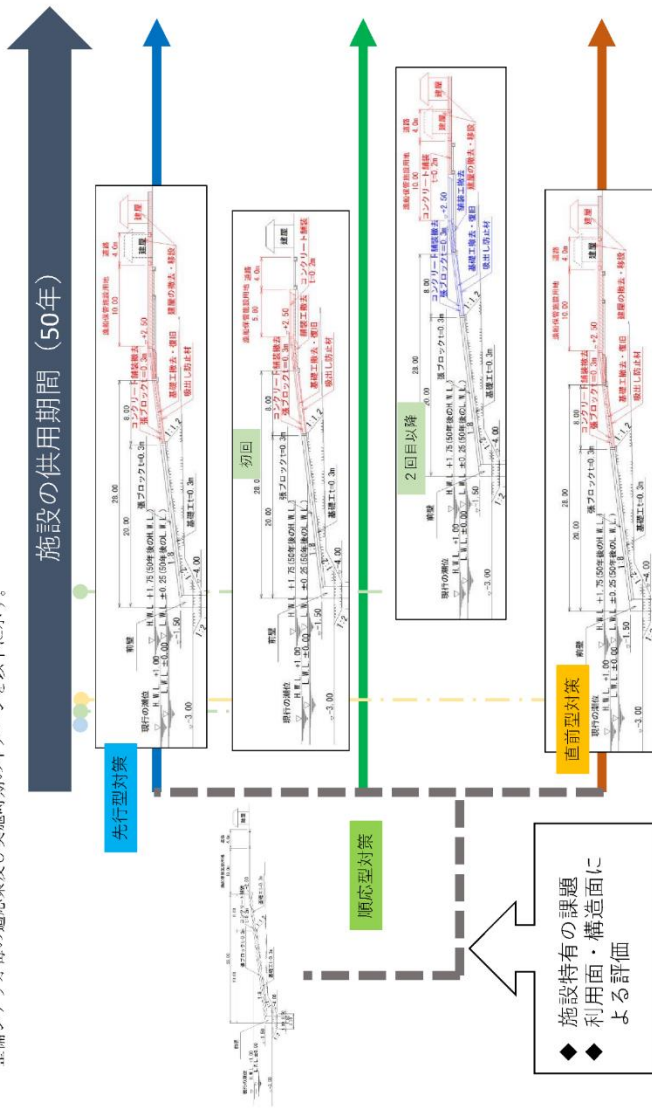


図 9-5 供用期間 50 年後の適応策断面

(5) 気候変動に対する整備シナリオ  
整備シナリオ毎の適応策及び実施時期のイメージを以下に示す。



(6) 整備シナリオへの適応評価

整備シナリオの適応について、利用面、構造面、費用面についての評価を示す。

施設区分	タイプ	気候変動への適応策の整備シナリオの適応評価		
		先行的対策	順応型対策	直前型対策
その他施設	利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げや陸上保管の利用形態に依存して、最前型利用が可能となる。</li> <li>船揚げ専用設備の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げや陸上保管の利用形態に依存して、最前型利用が可能となる。</li> <li>船揚げ専用設備の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って大規模の不安定な侵入し、船揚げや陸上保管の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ専用設備の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>
	構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って大規模の不安定な侵入し、船揚げや陸上保管の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ専用設備の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>
	費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平均海面水位の上昇と波浪の増大に伴って大規模の不安定な侵入し、船揚げや陸上保管の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ専用設備の劣化被害のリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> <li>船揚げ設備が劣化するリスク</li> </ul>

◆整備シナリオの総合評価における考察

- ・本検討では「先行型対策」が最も経済性が高いと判断されるもの、同程度の経済性で、かつ、背後用地の建屋の移転等に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も選定される。
- ・一方で、背後用地の施設の重要度によっては早期に対策することが望ましい場合や、数年以内に老朽化対策等の整備予定がある場合等は「先行型対策」が望ましい場合もある。