

(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	面前提対策
係留施設	利用	<ul style="list-style-type: none"> 対策初期は、懸念げなど利用に支障が生じ、利用性が向上するまで期間を要する。 懸念げなどの利用集約に応じて、最適な利用が可能となる。 複数回の対策実施により、工事中の利用集約が生ずることがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 懸念げなどの利用集約に応じて、最適な利用が可能となる。 複数回の対策実施により、工事中の利用集約が生ずることがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 懸念げなどの利用に支障が生じる段階で整備できる。 しかし、その頃、利用性が低下する可能性がある。
	構造	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動による早期の外か上層のリスクを回避できる。 気候変動による外か上層が早期に発生した場合は、安全性に支障が生じない。 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動に応じて、対策時点の外か上層による施設整備が可能である。 気候変動による外か上層が早期に発生した場合は、安全性に支障が生じない。 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動に応じて、対策時点の外か上層による施設整備が可能である。 気候変動による外か上層が早期に発生した場合は、安全性に支障が生じない。
	費用	<ul style="list-style-type: none"> 老朽化対策等の整備不足がある場合は、一体的に対策する方が合理的。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数回の対策実施より、手取り工事費が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 老朽化対策等の整備不足がある場合は、一体的に対策する方が合理的。

- ◆ 整備シナリオの総合評価における考察
- 本検討では「面前提対策」が利用性が有利と判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、漁業活動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、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は「先行型対策」が望ましい場合もある。

[検討例6] 係留施設_係船岸 (控え矢板式)

(1) 現況構造

検討潮位 H.W.L.+1.80m L.W.L.±0.00mm
 設計水平震度 0.18
 既設天端高 D.L.+2.50m
 地盤 砂質土

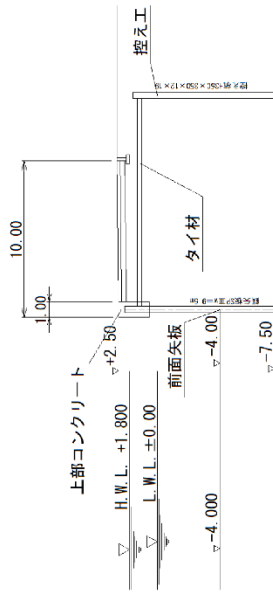


図 6-1 想定現況断面

(2) 気候変動外力の設定

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。

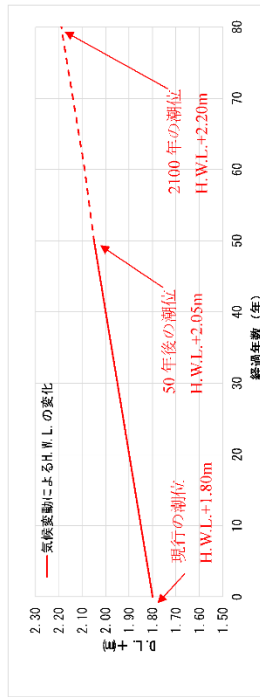


図 6-2 気候変動による H.W.L. の経年変化

表 6-1 2°C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.+1.80m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+2.05m, L.W.L.+0.25m
2100年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+2.20m, 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

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

平均海面水位の上昇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。係留施設の天端高は、外力上昇後 20 年以内に 30cm 不足する。

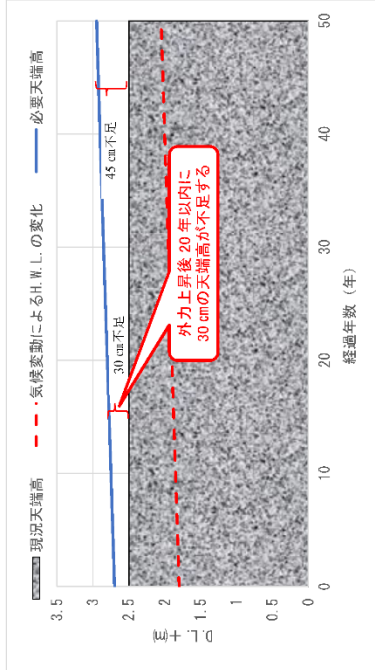


図 6-3 必要天端高の経年変化

4) 構造面の検討

平均海面水位の上昇による構造面への影響を、現況断面に対する部材の応力度や安全率の経年変化として評価した。気候変動の外力変化 (平均海面水位の上昇) により背面土圧の浮力作用が生じるが、前面矢板にかかると土圧の変化が小さいため、前面矢板の応力度は小さくなる傾向となり、現況断面の安全性は確保される。

表 6-2 部材の応力度及び挿入れの安全率の経年変化

経過年数	前面矢板の 応力度 (N/mm ²)		挿入れ材の 応力度 (N/mm ²)		挿入れ材の 安全率	
	挿入れ材の 応力度 (N/mm ²)	挿入れ材の 安全率	挿入れ材の 応力度 (N/mm ²)	挿入れ材の 安全率	挿入れ材の 応力度 (N/mm ²)	挿入れ材の 安全率
0	91.2	1.55	151.0	1.36.0	80.2	2.68
10	91.0	1.56	151.4	1.36.2	80.4	2.68
20	90.6	1.56	151.7	1.36.5	80.6	2.69
30	90.3	1.57	152.1	1.36.8	80.8	2.70
40	90.0	1.58	152.4	1.37.1	81.0	2.70
50	89.7	1.58	152.8	1.37.4	81.1	2.71
許容値	180.0	1.50	176.0	1.40.0	140.0	3.00

(4) 気候変動への適応策断面の検討

1) 対策工の考え方

- ・ 外力条件 50年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.05m) に適応
- ・ 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、上部工の高上げによる対策を検討する。
- ・ 設計天端高DL+3.0m
- ・ 対策工の工種

- 上部工の高上げのコンクリート型枠・打設
- 水叩き舗装の撤去・再設置
- 掘削
- 軽量盛土による裏込工

2) 利用面に対する対策高の考え方

- ・ 上部工 (天端高) の高上げの対策が必要
- 既設天端高 DL+2.5m
⇒ 適応対策断面 DL+3.0m (0.5mの高上げ)

3) 構造面に対する対策

- ・ 本検討では、入端高の高上げを行うと、タイ材及び腹起し材の応力が許容応力値に対して不足する結果となる。また、軟工の変位は、許容する変位量より大きくなるため、対策が必要となる。
- ・ 対策として、海底面から主動崩壊角で上げた縁と-0.4mより上の範囲を土圧軽減のために軽量盛土に高換し、安定性を確保する適応策断面とした。

表 6-3 適応策断面の安定照査結果

部材	前面失陥の応力値 (N/mm ²)	掘入れの安全率	タイ材の応力値 (N/mm ²)	腹起し材の応力値 (N/mm ²)	掘え工の応力値 (N/mm ²)	掘え工の高位 (cm)
経過年数						
高上げ対策のみ	96.8	1.54	180.5	162.4	95.9	3.20>3.00 OK
軽量盛土改良対策後	95.6	1.54	155.3	139.8	82.5	2.75<3.00 OK
許容応力	180.0	1.50	176.0	140.0	140.0	3.0
地盤時						
経過年数						
高上げ対策のみ	124.9	1.52	252.2	226.9	133.9	4.47<5.00 OK
軽量盛土改良対策後	121.5	1.52	214.9	193.3	114.1	3.81<5.00 OK
許容応力	270.0	1.50	264.0	210.0	210.0	5.0

凡例 : 応力値が許容値以上となる範囲。

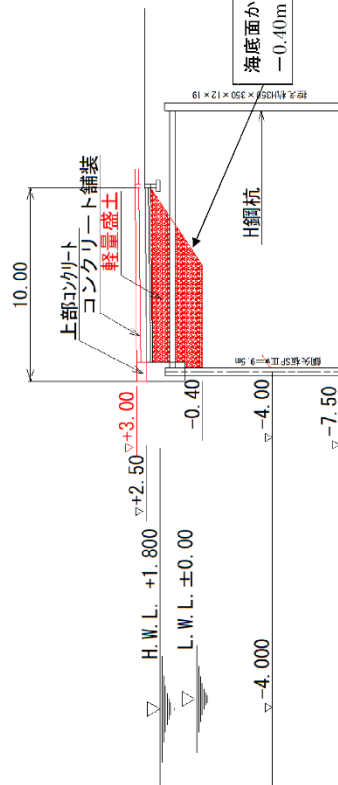
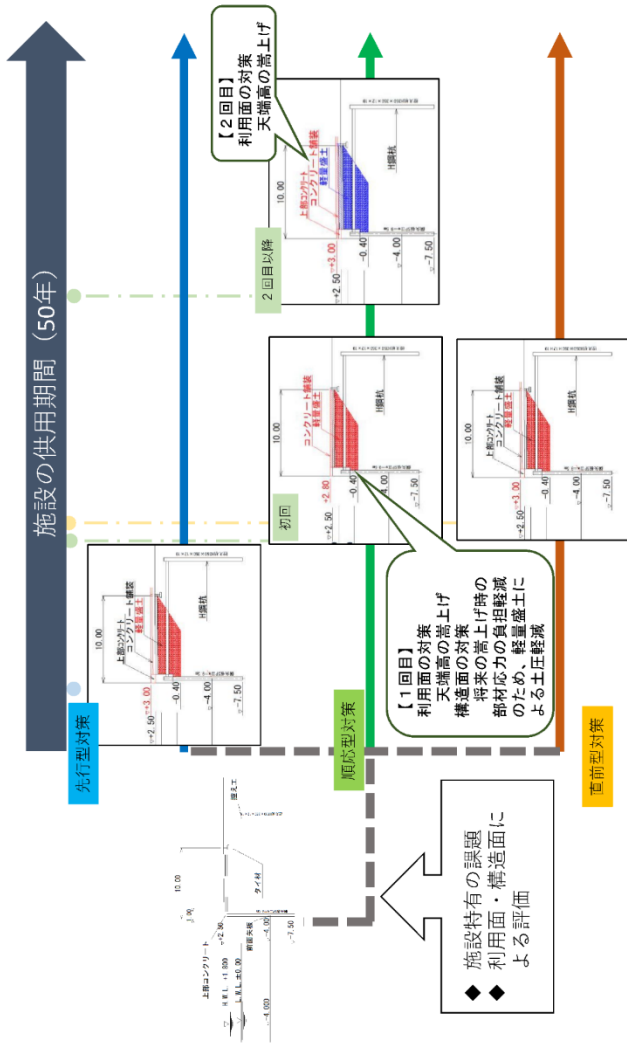


図 6-4 気候変動への適応策断面

(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			
		先行型対策	順応型対策	直前型対策	
係留施設 (控え矢橋式)	利用	<ul style="list-style-type: none"> 対策実施は、陸揚げなど利用に伴って発生し、利用性が向上するまで時間を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> 陸揚げなどの利用要素に応じて、適応可能な利用が可能となる。 陸揚げの対策実施により、工事中の利用制限が生じる期間が長い。 	<ul style="list-style-type: none"> 陸揚げなどの利用に支障が生じる段階で整備できるが、その後、利用性が低下する期間が発生するおそれがある。 	
	構造	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動による早期の外力上昇のリスクを回避できる。 気候変動の不確実性に対して、手取りとなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動に応じて、対策時の外力による施設整備が可能である。 気候変動による外力上昇が早期に発生しても、安全性に大きな影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動に応じて、対策時の外力による施設整備が可能である。 気候変動による外力上昇が早期に発生しても、安全性に大きな影響はない。 	
	費用	<ul style="list-style-type: none"> 老朽化対策等の整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数回の対策実施より、手取り工事がある場合は整備費用が目的に無くなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数回の対策実施より、手取り工事がある場合は整備予定がある場合は、一体的に対策する方が合理的。 	

◆整備シナリオの総合評価における考察

- ・本検討では「直前型対策」が利用面で有利と判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、漁業活動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、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。

[検討例7] 係留施設_係船岸 (棧橋式)

(1) 現況構造

検討潮位 H.W.L.+1.50m L.W.L.±0.000m
 設計水平震度 0.14
 既設天端高 D.L.+2.4m
 地盤 砂質土

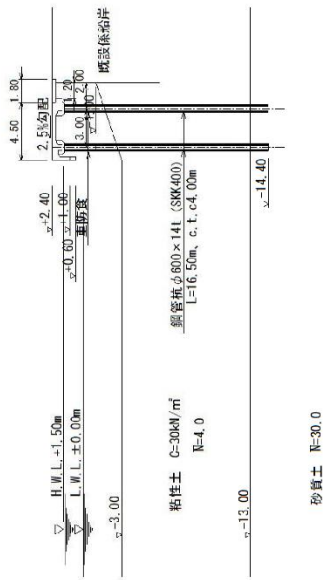


図 7-1 想定現況断面

(2) 気候変動外力の設定

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 7-2 気候変動による H.W.L. の経年変化

表 7-1 2°C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.+1.5m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+1.75m, L.W.L.+0.25m
2100年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+1.90m, 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

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

平均海面水位の上昇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。係留施設の天端高は、外力上昇後 20 年以内に 30cm 不足する。

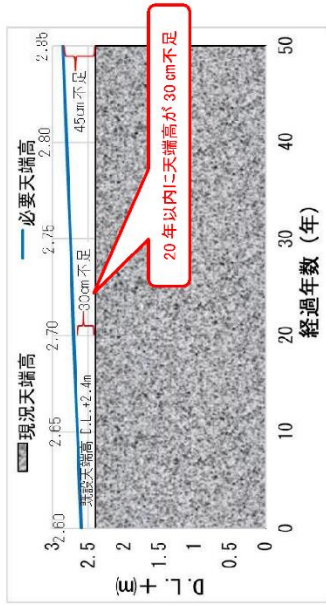


図 7-3 係船岸の天端高の不足の経年変化

2) 構造面の検討

平均海面水位の上昇による構造面への影響を、現況断面に対する部材の応力度や根入れの経年変化として評価した。

応力の照査式を以下に示す。

軸力に対して
$$\sigma_c = \frac{N}{A_c}$$

曲げに対して
$$\sigma_b = \frac{M}{Z_y}$$

照査
$$\frac{\sigma_c + \sigma_b}{\sigma_{ca}} \leq 1.0$$

ここに
 N : 軸断面の受け荷つ軸力 (N/mm²)
 M : 軸断面の受け荷つ曲げモーメント (N/mm²)
 A_c : 軸断面の断面積 (mm²)
 Z_y : 軸断面の断面係数 (mm³)
 σ_c, σ_b : 部材の許容圧縮応力度 (N/mm²)
 σ_{ca} : 軸断面の応力度 (N/mm²)

杭の応力が最大となるのは、漁船の接岸時であるため、気候変動による平均海面水位の上昇による安全率への影響は小さい。また、杭の根入れ長は、水平方向に作用する外力であるため、気候変動による影響は小さい。
 棧橋式等の鋼材を用いた構造の場合、表 7-2 に照査結果を示すが、構成部材によって照査項目が多岐に渡ることがある。

表 7-2 部材の応力度及び変位量の経年変化

経過年数	1本目杭応力の 応力度の照査値 (漁船接岸時)	2本目杭応力の 応力度の照査値 (漁船接岸時)	1本目杭 根入れ長 (m)	2本目杭 根入れ長 (m)
0	0.61	0.81	11.06	11.06
50	0.61	0.81	11.06	11.06
許容値	1.00	1.00	11.72	12.22

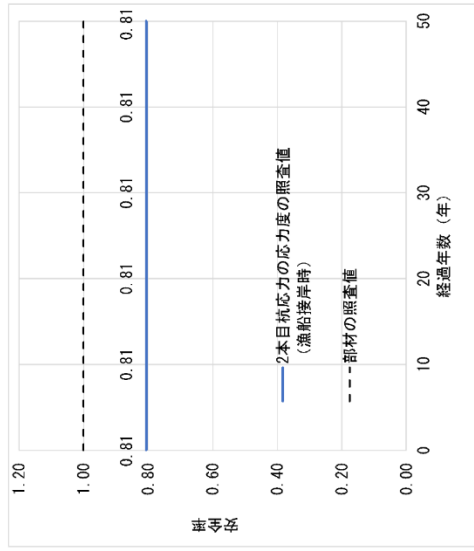


図 7-4 部材の応力度の経年変化

(4) 気候変動への対策断面積の検討

- 1) 対策工の考え方
- ・ 外力条件 50年後の平均海面水位の上昇量 (H.W.L.+1.75m) に適応
 - ・ 安定性の確保に必要な適応断面積 (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とするため、上部工の高上げ・拡幅による対策を検討する。

・ 設計天端高D.L.+2.9m

・ 対策工の種類

- 上部工の高上げのコンクリート型枠・打設
- 水吐き舗装の撤去・再設置
- 掘削
- 軽量盛土による裏込工

2) 利用面に対する対策

- ・ 上部 T (天端高) の高上げの対策が必要
 既設天端高 D.L.+2.4m
 ⇒ 適応対策断面 D.L.+2.9m (0.5m の高上げ)

3) 構造面に対する対策

- ・ 棧橋上部をコンクリートで高上げするが、杭の応力度、根入れ長、杭頭の変位量ほぼ許容値以内となる。
- ・ 背後地盤を高上げる場合は、軽量盛土等による土圧低減を行い、既設保船岸の安定性を確保する必要が有る。

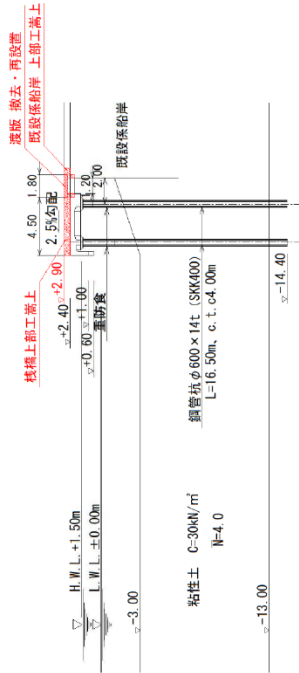


図 7-5 気候変動への適応断面

表 7-3 対策断面の安定照査結果

杭	対象部材	杭の応力度 の照査値 (漁船接岸時)	杭の根入れ長 (m) 根入れ長>必要根入れ長	変位量 (mm)
現況断面 50年後外力	1本目	0.61 ≤ 1.00 OK	11.72 > 11.06 OK	21.78 ≤ 50mm
	2本目	0.81 ≤ 1.00 OK	12.22 > 11.06 OK	21.77 ≤ 50mm
対策後 50年後外力 (上部工高上げ)	1本目	0.66 ≤ 1.00 OK	11.47 > 11.06 OK	23.33 ≤ 50mm
	2本目	0.83 ≤ 1.00 OK	11.97 > 11.06 OK	23.33 ≤ 50mm