

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

護岸の必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.H.W.L.時の越波流量から許容越波流量 0.01 m/s 以下となる天端高を算定した。現況天端高 (D.L.+6.3m) は 50 年後以降に 1.0m 以上の天端高不足となり、背後地の防護面で支障が生じる。

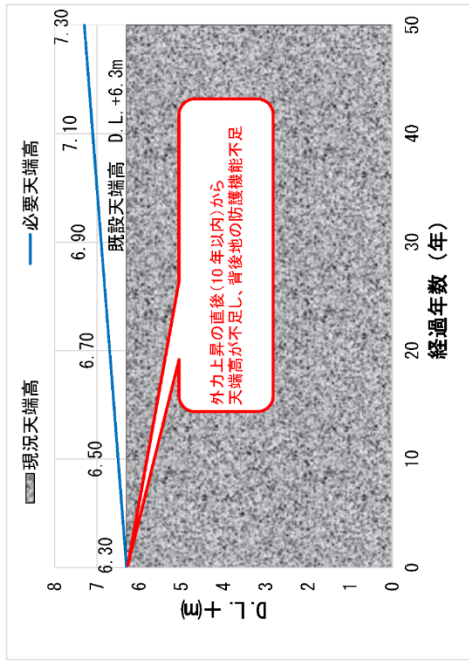


図 4-3 護岸の必要天端高の経年変化

2) 構造面の検討

○パラベット部

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇、高潮幅差の増大及び波浪の増大によるパラベット部の安定照査を行った結果を以下に示す。

表 4-3 護岸の安定照査による安全率の経年変化(パラベット部)

経過年数	常時		端趾圧(kN/m ²)
	滑動	転倒	
0	2.51	8.85	423.0
10	2.02	6.39	427.9
20	1.66	4.72	434.4
30	1.37	3.57	446.8
40	1.19	2.93	453.4
50	1.04	2.43	460.9
安全率・許容値	1.20	1.20	500.0

凡例 : 所要安全率となる範囲。

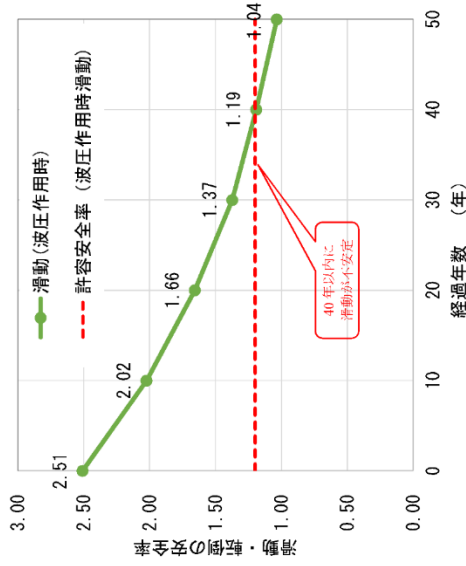


図 4-5 安全率の経年変化(波圧作用時)

○堤体部

現況断面で将来気候変動により平均海面水位の上昇による護岸全体の安定照査を行った結果を以下に示す。常時、地震時ともに、滑動、転倒、端趾圧の評価を行った。

表 4-4 護岸の安定照査による安全率の経年変化(護岸全体)

護岸全体 経過年数	常時		地震時		端趾圧(kN/m ²)	
	滑動	転倒	滑動	転倒		
0	4.45	6.95	199.0	2.16	3.01	278.3
10	4.44	6.83	188.4	2.15	3.00	277.8
20	4.43	6.91	188.0	2.15	2.99	277.3
30	4.43	6.90	197.5	2.14	2.98	276.8
40	4.42	6.88	196.9	2.12	2.97	276.6
50	4.41	6.86	196.3	2.12	2.96	275.9
安全率・許容値	1.20	1.20	900.0	1.00	1.10	900.0

(4) 気候変動への適応策断面の検討

影響評価に基づき、設計共用期間中の対策断面を検討した。

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および高潮偏差の増大 (H.H.W.L.+2.38m) 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断面とするため、上部工の嵩上げ・拡幅による対策を検討する。
- ・設計天端高D.L.+7.3m
- ・対策工の種類
 - 上部工の嵩上げ・拡幅のコンクリート型枠・打設
 - 水叩き舗装の撤去・再設置
 - 上部工打設のための掘削・埋戻し

2) 利用面に対する対策

- ・上部工 (天端高) の嵩上げの対策が必要
既設天端高 D.L.+6.3m
⇒ 適応対策断面 D.L.+7.3m (1.0mの嵩上げ)

2) 構造面に対する対策

- ・上部工のバラベットの部と全体の安定照査の結果、50年後の外力に対しては、バラベットの滑動が不安定になることから、上部工の嵩上げ、拡幅の断面で安定照査を行った。
- ・上部コンクリートの嵩上げ高さ1.0mに適合する断面で護岸全体の安定照査を行った結果、地震時の安定性が確保されることとなった。

バラベットの部

経過年数	滑動	転倒	嵩脚圧(kN/m)
50年後(現況)	1.04 < 1.2 OK	2.43 > 1.2 OK	460.9 ≤ 500.0 OK
50年後(対策断面)	1.77 > 1.2 OK	3.57 > 1.2 OK	103.9 ≤ 500.0 OK

護岸全体

経過年数	滑動	転倒	嵩脚圧(kN/m)	基礎の支持力
50年後(現況)	2.12 > 1.2 OK	2.86 > 1.1 OK	275.9 ≤ 500.0 OK	1.43 > 1.0 OK
50年後(対策断面)	2.17 > 1.2 OK	2.87 > 1.1 OK	303.0 ≤ 500.0 OK	1.39 > 1.0 OK

凡例 : 所要安全率となる範囲。

50年後の適応策としては、施設の拡幅により堤体重量を増加して、波圧作用時の滑動に対する安定性を確保する断面を設定した。

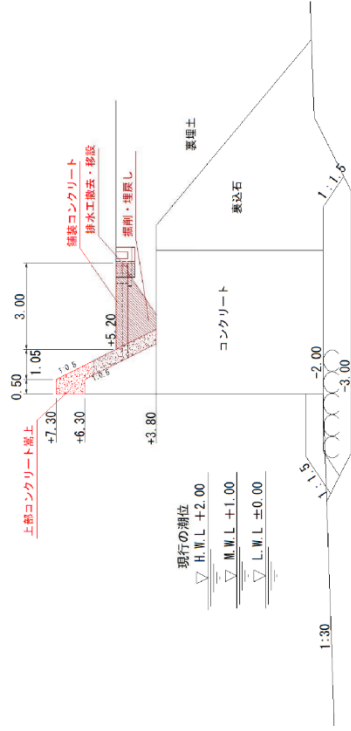
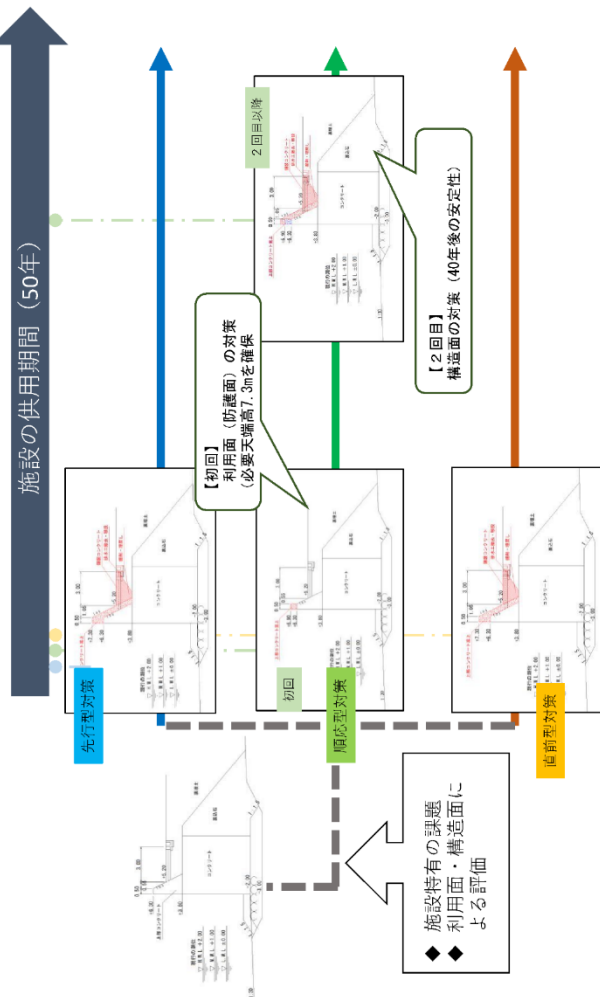


図 4-6 気候変動への適応断面

(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	先行型対策	順応型対策	進前型対策
外郭施設	護岸 (直立堤)	利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 早期に背後地の安全性が確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 段階的に背後地の安全性が確保できる。 ・ 気候変動による外貨変動により、工事中の利用制限が生じる期間が多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 早期に背後地の安全性が不足となるため、先行型対策と同じ整備時期内容となった。
		構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候変動による船舶の外か上昇のリスクを回避できる。 ・ 気候変動による外か上昇が早期に発生し、手戻りとなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気候変動に比べて、対策対応の外かによる船殻破損が可能である。 ・ 気候変動による外か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、一律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、手戻り工事が発生する可能性がある。 	

◆ 整備シナリオの総合評価における考察

- ・ 本検討では、背後の浸水リスクはあるため「先行型対策」が有利である判断されるものの、同程度の経済性で、かつ、背後地利用に配慮しながら順応的に対策できる「順応型対策」も適定されうる。
- ・ 背後地の安全性の確保が必要であり、排水施設の高さや処理能力が不足する場合は、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5】係留施設_係船岸（重力式混成堤）

(1) 現況構造

検討潮位 H.W.L.+2.00m L.W.L.±0.00m
 設計水平露度 0.18
 既設天端高 D.L.+2.40m
 地盤 砂質土

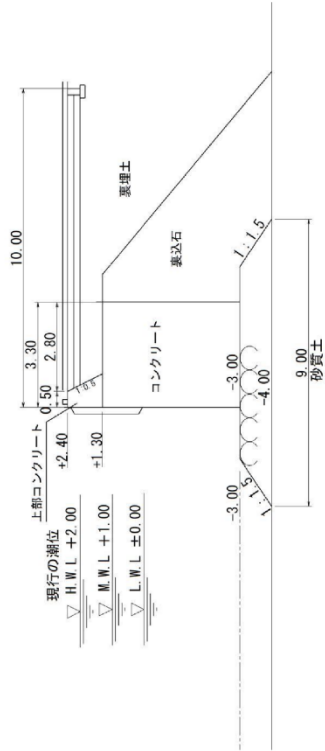


図 5-1 現況断面

(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。

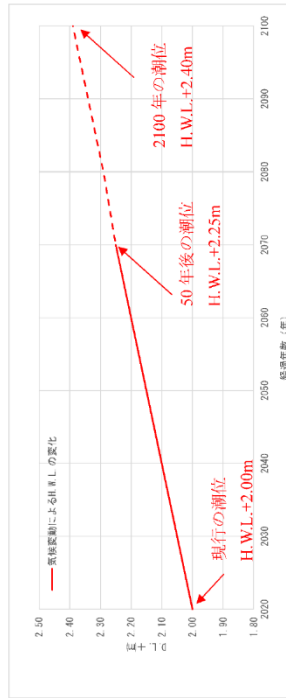


図 5-2 気候変動による H.W.L. の変化

表 5-1 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 上昇量	設定潮位
2020年 (現在)	0.00m	H.W.L.+2.00m, L.W.L.+0.00m
2070年 (50年後)	0.25m	H.W.L.+2.25m, L.W.L.+0.25m
2100年 (将来予測)	0.40m	H.W.L.+2.40m, 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

(3) 現行施設の評価

1) 機能面の検討

必要天端高は、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」より、H.W.L.に下表の加算値 0.6を加えて算定するが、海面上昇により H.W.L.も上昇変化するため、現況天端高 (D.L.+2.4m) は20年後以降に30cm以上の天端高不足となり、利用面 (陸揚作業への負担、漁船乗り上げの危険性) で支障が生じる。

表 5-2 天端高の算定値

潮位差 (H.W.L.-L.W.L.)	0~20トン	20~150トン	150~500トン	500トン以上
0 m~1.0m	0.7m	1.0m	1.3m	1.5m
1.0 ~1.5	0.7	1.0	1.2	1.4
1.5 ~2.0	0.6	0.9	1.1	1.3
2.0 ~2.4	0.6	0.8	1.0	1.2
2.4 ~2.8	0.5	0.7	0.9	1.1
2.8 ~3.0	0.4	0.6	0.8	1.0
3.0 ~3.2	0.3	0.5	0.7	0.9
3.2 ~3.4	0.2	0.4	0.6	0.8
3.4 ~3.6	0.2	0.3	0.5	0.7
3.6以上	0.2	0.2	0.4	0.6
依り岸壁加数	0 m	0~0.5m	0.5~1.0m	1.0m

表 5-3 経過年数と天端高の不足高さ

経過年	海面上昇量	気候変動による H.W.L.の変化	天端高の 算定値	必要天端高	現況天端高	不足高さ
0	0.00	2.00	0.6	2.60	2.4	0.20
10	0.05	2.05	0.6	2.65	2.4	0.25
20	0.10	2.10	0.6	2.70	2.4	0.30
30	0.15	2.15	0.6	2.75	2.4	0.35
40	0.20	2.20	0.6	2.80	2.4	0.40
50	0.25	2.25	0.6	2.85	2.4	0.45

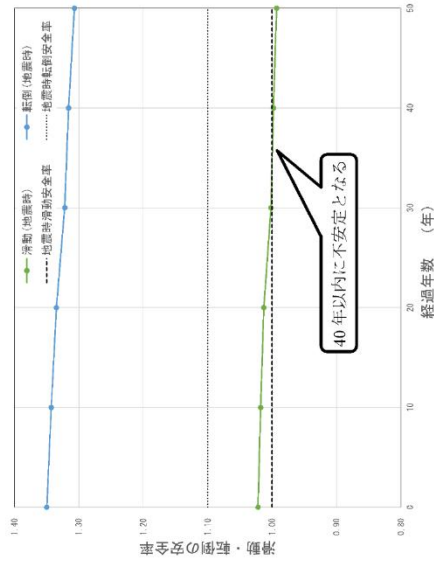
漁港施設の耐用年数の50年後では、必要天端高は、以下のように算定される。

50年後の必要天端高 = D.L.+2.25m+0.6m = D.L.+2.85m (現状天端高から45 cm嵩上げ)

表 5-4 安定計算結果(常時、地震時)

状態	経過年数	滑動	転倒	端部圧(NN/m ²)
常時	0	3.65	5.04	128.5
常時	10	3.65	5.03	128.3
常時	20	3.65	5.03	128.0
常時	30	3.65	5.03	127.7
常時	40	3.65	5.03	127.5
常時	50	3.65	5.03	127.2
安全率・許容値		1.20	1.20	500.0
地震時	0	1.02	1.35	423.0
地震時	10	1.02	1.34	427.9
地震時	20	1.01	1.34	434.4
地震時	30	1.00	1.32	446.8
地震時	40	1.00	1.32	453.4
地震時	50	0.99	1.31	460.9
安全率・許容値		1.000	1.100	500.0

安全率等の変化(現況天端)



耐用年数 50 年後の外方に対して必要となる 45cm まで一度に天端高の嵩上げを行う対策に加え、利用面に配慮した段階的な嵩上げが考えられる。利用面では、気候変動予測の不確実性を考慮して、漁船の利用で支障の生じる 20 年後の潮位に天端高の算定値を加算した以下の必要天端高による順応的な対策を検討する。

20 年後の必要天端高 = D.L.+2.10m+0.6m = D.L.+2.70m (現況天端から 30 cm 嵩上げ)

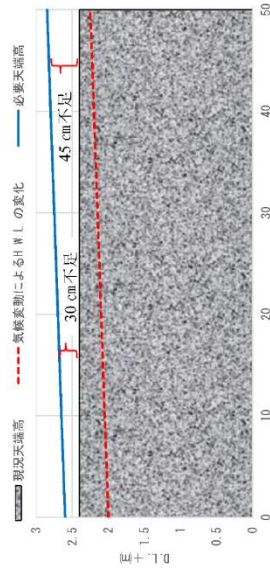


図 5-3 係船岸の必要天端高の経年変化

2) 構造面の検討

現況断面で将来気候変動により海面水位の上昇が発生した場合の安定照査を行った。

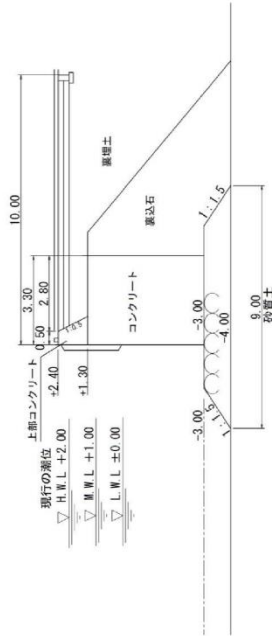


図 5-4 現況断面

(4) 気候変動への適応策断面的検討

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 (H.W.L.+2.25m) 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断面を設定した。
- ・設計天端高D.L.+2.9m
- ・対策工の工種
 - 上部工の嵩上げコンクリート型枠・打設
 - 補削
 - 既設コンクリート舗装の部分撤去
 - コンクリート舗装
 - 付帯工撤去・再設置 (防舷材、係船柱)

2) 利用面に対する対策

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

3) 構造面に対する対策

- ・本検討では、天端高の嵩上げを行うと、土圧が増加し、地震時の滑動の安全率が不足する結果となる。
- ・対策として、上部工の嵩上げ、拡張により堤体重量を増加させて安定性を確保する断面を設定した。

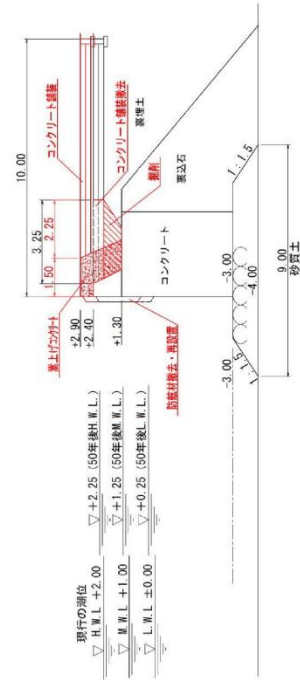


図 5-5 50 年後の気候変動外力に適応する標準断面図 (50 年後)

(順応型の断面 20年後)

外力条件 20年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.1m) に対応

利用面の嵩上げ高の上限30cm確保するように、潮位変動に対して順応的に天端高を嵩上げる。20年後のD.L.+2.7mの高さまで嵩上げし、安定性を確保する断面を設定する。

設計天端高 D.L.+2.7m

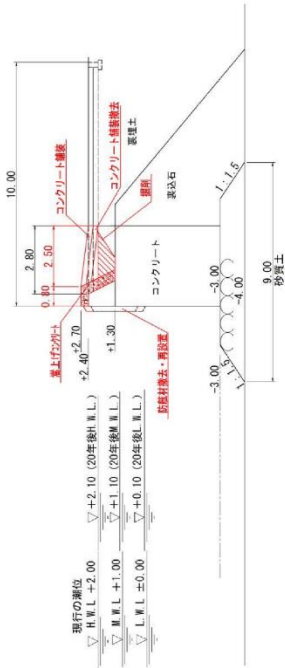


図 5-6 順応型の適応断面 (20 年後)

(順応型の断面 50年後)

外力条件 50年後の海面上昇量 (H.W.L.+2.25m) に対応

利用面で嵩上げされた順応的に断面から、耐用年数50年を目標として、50年後の外力に対応した安定性を確保する嵩上げ断面を設定した。

設計天端高 D.L.+2.9m

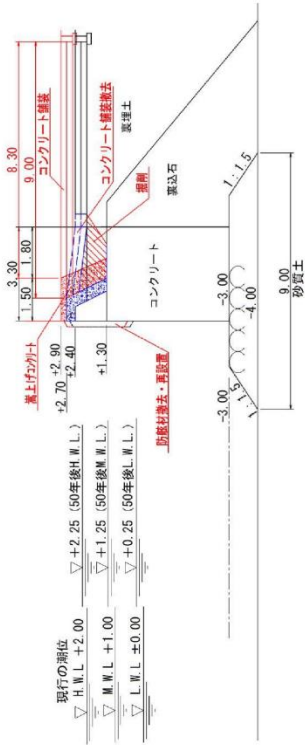


図 5-7 順応型の適応断面 (50 年後)