

平成 24-25 年度水産基盤整備調査委託事業

航路・泊地埋没対策手法調査

【 報 告 書 】

平成 2 6 年 3 月

平成 2 5 年度水産基盤調査「航路・泊地埋没手法調査」共同研究機関

代表機関 財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

－ 目 次 －

1. 調査概要	1
2. 漁港維持管理の現状把握	5
2.1 アンケート概要	5
2.2 実態把握	8
3. 港内埋没要因の分析、類型化	13
3.1 埋没要因の類型化	13
3.2 港内埋没要因の分析	14
4. 効果的な対策工法の検討	15
4.1 効果の実態把握	15
4.2 対策工の提案	17
5. シミュレーションによる対策効果の検証	18
5.1 埋没パターン別のモデル地区の選定	18
5.2 埋没要因別対策効果の検証	29
5.3 引き続き対策が必要と考えられるモデル地区の選定	32
5.4 引き続き対策が必要と考えられる漁港の対策効果検証	41
5.5 対策案の整理	58
6. 新しい対策工法の検討	60
6.1 モデル地区の選定	60
6.2 対策効果の検証	61
7. 整備及び維持管理計画策定手法の検討	63
7.1 対策工の整備の体系	63
7.2 埋没対策の検討内容	64
7.3 浚渫費と対策工費の比較検討	66
7.4 構造物と浚渫の組合せ工法の費用評価	69
7.5 LCC（ライフサイクルコスト）による評価	70
7.6 対策案の総合評価	71
8. 参考事例の収集と整理	73
8.1 総合的土砂管理	73
8.2 環境に配慮した海浜管理の事例	75
9. 航路・泊地埋没対策のガイドライン(案)の作成	76
9.1 ガイドライン（案）の構成	76
9.2 ガイドライン（案）の概要	77
10. 有識者ヒアリング	78
10.1 平成 24 年度ヒアリング調査概要	78
10.2 平成 24 年度ヒアリング結果	78
10.3 平成 25 年度有識者ヒアリング調査概要	82
10.4 平成 25 年度有識者ヒアリング結果	82
11. 今後の課題	85

1. 調査概要

a 調査課題名

平成 24・25 年度 水産基盤整備調査委託事業 航路・泊地埋没対策手法調査

b 実施機関及び担当者名

平成 25 年度水産基盤調査「航路・泊地埋没手法調査」共同研究機関

- ・ 一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 中村克彦、浪川珠乃、加藤広之、丹治雄一、中村隆、浪川珠乃、三根範俊他
- ・ 株式会社アルファ水工コンサルタンツ 寺澤知彦、佐藤勝弘、五十嵐雄介、林健太郎
- ・ 復建調査設計株式会社 室田博文、楨本一徳、高橋俊之、時吉 学

c 調査のねらい

砂浜域等に位置する漁港では、漂砂により航路・泊地が埋没し、頻繁に浚渫を実施している事例が見られ、漁港管理者の経済的な負担が大きばかりでなく、施設の維持管理や円滑な利用の面からも問題が生じている。こうした課題に対処するため、シミュレーション技術をはじめ港内埋没の要因分析、対策工、維持管理についての研究も進んでいるが、個別の対策については、長期的な調査や経費が必要になり、対応が進んでいない状況にある。

本事業の目的は、航路及び泊地の埋没が著しい漁港の現状を把握するとともに、浚渫等の維持管理コストを軽減するための漂砂対策を考慮した施設配置計画の策定手法を検討し、その成果を「航路・泊地埋没対策のガイドライン(案)」として取りまとめることである。

d 調査方法

以下の課題について検討を行った。

1. 漁港維持管理の現状把握
2. 港内埋没要因の分析、類型化
3. 効果的な対策工法の検討
4. シミュレーションによる対策工の検証
5. 新しい対策工法の検討
6. 整備及び維持管理計画策定手法の検討
7. 参考事例の収集と整理
8. 航路・泊地埋没対策のガイドライン(案)の作成
9. 有識者ヒアリング

d.1 漁港維持管理の現状把握

漂砂による泊地・航路の埋没状況や維持管理の実態について調査した。

(1) 既往文献の収集整理

漂砂対策やその効果に関する資料や漂砂シミュレーションに関する文献など既存資料を収集、整理した。

(2) 漁港における維持管理の実態調査

全国の漁港管理者へアンケートを実施し、浚渫による維持管理費、浚渫土量、浚渫位置、浚渫時期、漁港港形、地域などの実態を調査した。また、アンケート結果を踏まえ、埋没の著しい漁港や漂砂対策効果のあった漁港などを抽出し、漂砂の状況などについてヒアリングを実施した。

(3) 実態の把握

収集した既往資料、アンケート、ヒアリングの結果を基に、漁港の維持管理の現状について地形的要素、港形、浚渫箇所観点から整理・集計し、航路及び泊地の埋没（港内堆砂）の実態を把握した。

d.2 港内埋没要因の分析、類型化

アンケートから得られた漁港の維持管理の実態を踏まえ、泊地・航路の埋没要因を類型化（パターン分類）した。

(1) 港内埋没要因の類型化

港内埋没要因の分析を行い、類型化（パターン分類）を行った。

(2) 港内埋没要因の分析

港形・地形などによる堆積箇所、堆積量などについて分析した。

d.3 効果的な対策工法の検討

アンケート結果と埋没要因の分析結果を基に、効果のある対策工法案を検討した。

(1) 対策効果の実態把握

漂砂対策工整備を実施した漁港のうち、効果のあった漁港、引き続き対策が必要な漁港を抽出し、漁港管理者に対策工の実施時期、効果の継続性などについてヒアリングを行い、対策効果の実態を把握した。

(2) 対策工法の提案

上記の結果を整理・分析し、要因別に対策効果のメカニズムについて把握し、対策効果のある対策工法について提案を行った。

d.4 シミュレーションによる対策効果の検証

選定したモデル地区を対象として、漂砂対策による埋没抑止効果を漂砂シミュレーションにより検証した。

(1) 埋没要因パターン別のモデル地区選定

航路・泊地の埋没要因パターンを考慮して、対策効果の検討を行うモデル漁港を5地区選定した。なお、モデル地区の選定に際しては、地域的な特性（例えば、太平洋側と日本海側、内湾と外港）も考慮した。

(2) 埋没要因別対策効果の検証

モデル地区の4漁港について、各漁港の漂砂メカニズムを基にして対策工を提案した上で、その効果を漂砂シミュレーションで検証した。シミュレーションモデルは浮遊砂を考慮した海浜変形予測モデルを適用した。

(3) 引き続き対策が必要と考えられるモデル地区選定

埋没対策を実施したものの引き続き対策が必要と考えられる漁港について、より効果的な対策を検討するモデル漁港を4地区選定し、各漁港の特性と埋没メカニズムを整理した。

(4) 引き続き対策が必要と考えられる漁港の対策効果検証

引き続き対策が必要と考えられる漁港モデル地区の4漁港について、各漁港の漂砂メカニズムを基にして対策工を提案した上で、その効果を漂砂シミュレーションで検証した。シミュレーションモデルは浮遊砂を考慮した海浜変形予測モデルを適用した。

d.5 新しい対策工法の検討

有識者ヒアリングでは、従来用いられてこなかった潜堤などの対策が効果的ではないかとの意見があった。こうした新しい対策工法が効果的と考えられるモデル漁港(1漁港)を選定し、漂砂シミュレーション手法を用いて埋没抑制効果の検証し、効果を評価した。新しい対策工法は潜堤を学識者ヒアリングの結果を基に潜堤を想定した。

d.6 整備及び維持管理計画策定手法の検討

埋没要因・港形パターン別の漂砂メカニズムを考慮した航路・泊地の整備及び維持管理手法について検討した。さらに、検討結果にもとづき、整備及び維持管理計画に関する策定手法を提案した。また、埋没対策を具体的に進めるに当たり、最も効果的で経済性の高い手法を選定するための評価手法として、L L C (ライフサイクルコスト)の考え方を整理した。

(1) 整備・維持管理計画の策定手順

d.5 までの検討内容を踏まえ、航路・泊地埋没対策を行う際の検討手順と要点を整理した。

(2) 浚渫費と対策工費の比較検討

各モデル地区の漂砂対策の概算工事費を算出するとともに、過去の維持浚渫実績の整理及び漂砂対策後の予想浚渫量の算定を行い、漂砂対策の実施による経済効果について検討を行った。

(3) 費用と効果の比較検討

各モデル地区の漂砂対策工の概算工事費を算出するとともに、経年の維持浚渫費及び漂砂対策後の予想浚渫量の算定を行い、漂砂対策工の費用との比較を行った。さらに、構造物による対策と浚渫を組み合わせるケースも考慮して対策工を検討し、LCCの観点から効果的かつ経済的な対策案を検討した。

d.7 参考事例の収集と整理

漂砂は河川を含めた広域の沿岸域で生じる現象であるため、総合的土砂管理の観点で広域的な参考事例を収集、整理した。収集資料としては、浚渫土砂の広域的な有効活用、他省庁の広域的な漂砂対策などに関する資料とした。

d.8 航路・泊地埋没対策のガイドライン(案)の作成

平成 24 年度調査結果及び上記の検討結果を踏まえ、漂砂メカニズムの解析方法や要因別の対策工法の選定手法などを取りまとめ、航路・埋没対策ガイドライン(案)を作成した。ガイドライン(案)には、対策効果の高かった事例や漂砂対策の検討に必要な調査概要を参考資料として盛り込んだ。

d.9 有識者ヒアリングの実施

漂砂、費用対効果などに知見を有する有識者にヒアリングを行った。ヒアリングで得られた指導、助言に基づき、埋没対策検討手法及びガイドライン(案)を取りまとめた。

【有識者ヒアリング対象者】

西 隆一郎 鹿児島大学 教授（水産学部水産学科）

田島 芳満 東京大学 教授（工学部社会基盤学科）

中山 哲巖 （独法）水産総合研究センター水産工学研究所水産土木工学部長

2. 漁港維持管理の現状把握

漂砂による泊地・航路の埋没状況や維持管理の実態について、海岸管理者を対象としたアンケート調査及びヒアリングを実施した。

2.1 アンケート概要

全国 47 都道府県のうち、海に面していない 8 県（栃木、埼玉、山梨、群馬、長野、岐阜、滋賀、奈良）及び被災 3 県（岩手、宮城、福島）を除く 36 都道府県の漁港について、航路・泊地埋没に関するアンケート調査を実施した。アンケートは鳥取県及び東京都を除く 34 県から回答を得た。道府県別のアンケート回答総数と航路・泊地埋没に対する問題の有無を表 2-1 に示す。

表-2.1 アンケート回答数

都道府県	回収数	問題有	問題無	問題有割合
全国	2304	762	1542	100
北海道	258	127	131	17
青森県	101	33	68	4
秋田県	8	8	0	1
山形県	17	7	10	1
茨城県	7	6	1	1
富山県	17	14	3	2
千葉県	88	60	28	8
神奈川県	38	11	27	1
新潟県	66	25	41	3
石川県	83	29	54	4
福井県	49	15	34	2
静岡県	68	19	49	2
愛知県	35	19	16	2
三重県	63	22	41	3
京都府	38	10	28	1
大阪府	12	10	2	1
兵庫県	53	17	36	2
和歌山県	98	31	67	4
島根県	93	21	72	3
岡山県	27	16	11	2
広島県	49	2	47	0
山口県	21	18	3	2
徳島県	35	12	23	2
香川県	60	4	56	1
愛媛県	139	29	110	4
高知県	90	38	52	5
福岡県	57	30	27	4
佐賀県	55	12	43	2
長崎県	322	39	283	5
熊本県	109	33	76	4
大分県	25	13	12	2
宮崎県	33	10	23	1
鹿児島県	3	3	0	0
沖縄県	87	19	68	2

アンケートに当たっては、記入例などを作成し、回答者がわかりやすいように工夫をした。アンケートの内容と回答事例を表-2.2示す。

表-2.2 アンケート内容と回答事例

アンケート回答例

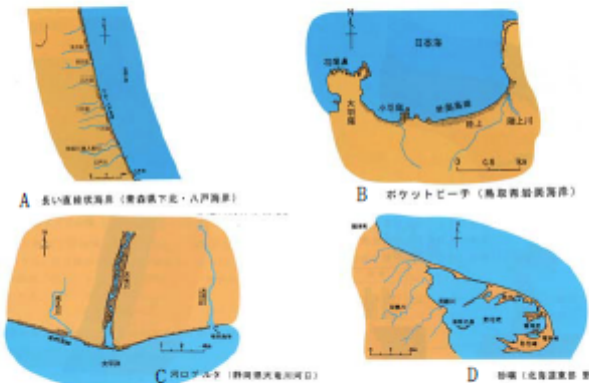

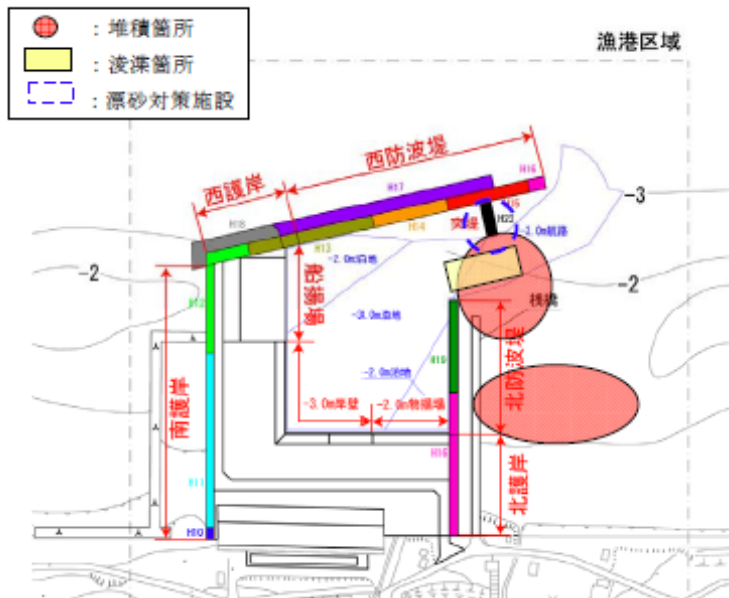
漁港管理者	漁港	地区
1. 海岸特性と航路・泊地埋没の実態についてお答えください（青字は、複数回答可）		
①海岸地形タイプ	<p><input checked="" type="checkbox"/>A: 長い直線状海岸、B: ポケットビーチ、C: 河口デルタ、D: 砂嘴、E: 岩石海岸、F: 河口部、G: その他（ ）</p>  <p>A 長い直線状海岸（熊森港下北・八戸海岸） B ポケットビーチ（熊取港前浜海岸） C 河口デルタ（野間港河川河口） D 砂嘴（北見漁港前 野付崎）</p>	
②波浪条件タイプ	<p>A: 外洋型（太平洋）、B: 外洋型（日本海、東シナ海、オホーツク海）、 <input checked="" type="checkbox"/>C: 内海・内湾型、D: その他（ ）</p>  <p>A 外洋型（東知摩海岸漁港） B 外洋型（野間港前浜海岸） C 内湾型（熊森港前浜海岸）</p>	
③海岸底質タイプ	<p><input checked="" type="checkbox"/>A: 砂、B: 礫、C: 岩、D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 0.5mm</p>	
④航路・泊地埋没の実態について	<p>利用者（漁業者）から要望。A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし 漂砂対策の実績。 <input checked="" type="checkbox"/>A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし</p>	
<p>④で、両方ともDとお答えいただいた方以上で終了です。ご協力ありがとうございました。</p>		
2. 自然特性についてお答えください（青字は、複数回答可）		
①港口底質タイプ	<p><input checked="" type="checkbox"/>A: 砂、B: 礫、C: 岩、<input checked="" type="checkbox"/>D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 mm</p>	
②潮位特性	<p>H.W.L. = D.L. + 0.84m M.W.L. = D.L. + 0.40m 計画平面図に記載されています。</p>	
③波浪特性	<p>設計波：30年確率波（波向 <u>W</u> 波高 7.3m、周期 9.4s） 荒天時：1年確率波（波向 <u>W</u> 波高 2.6m、周期 5.6s） 設計波は計画平面図に記載されています。</p>	
④河川の流入	<p>近隣で河川が流入していますか？ はい（<u> </u>川） <input checked="" type="checkbox"/>いいえ はいの場合は河川名も記載下さい。</p>	
⑤堆砂状況	<p>箇所：計画平面図（別紙）に、堆砂箇所を概略で示してください 時期：A: 春季、B: 夏季、C: 秋季（台風期）、<input checked="" type="checkbox"/>D: 冬季</p>	

表-2.2 アンケート回答事例（続き）

3. 各種調査実績（直近10年程度の実績）をお答えください（青字は、複数回答可）					
①深浅測量調査	A: ある 頻度: <u>1</u> 年に <u>1</u> 回の頻度で実施 B: なし 範囲: 沖側水深 <u>4</u> m程度まで				
②航空写真撮影	A: ある (<u> </u> 年に1回の頻度で実施) B: なし				
③各種調査実績	A: 波浪観測、B: 流況観測、C: 捕砂観測、D: 蛍光砂調査 E: その他 (<u> </u>) F: なし				
④漂砂解析実績	A: 汀線変化解析、B: 等深線変化解析、C: 3次元海浜変形解析 D: その他 (<u> </u>) E: 不明 F: なし				
4. 漂砂対策の実績について: 直近10年程度の実績をお答えください（青字は、複数回答可）					
①対策理由	A: 利用に支障、B: その他 (<u> </u>)				
②漂砂対策を目的とした施設整備等の実績	A: 防波堤、B: 防砂堤（波除堤等）、C: 離岸堤、D: 航路、E: 泊地、 F: サンドポケット、G: サンドリサイクル、H: サンドバイパス、I: なし 対策を、計画平面図（別紙）に、概略で示してください				
③維持 浚渫の 実績	種別	A: 航路	B: 泊地	C: ポケット浚渫	D: なし
	頻度 規模	<u>5</u> 年に <u>1</u> 回 年平均 <u>0.5</u> 万m ³ で (年間平均 <u> </u> 円)	<u> </u> 年に <u> </u> 回 年平均 <u> </u> m ³ で (年間平均 <u> </u> 円)	<u>10</u> 年に <u>1</u> 回 年平均 <u>5</u> 万m ³ で (年間平均 <u> </u> 円)	
	位置	計画平面図（別紙）に、概略で示してください			
④浚渫量	浚渫量は、堆砂量に対して十分ですか？ はい <u>いいえ</u>				
⑤浚渫土の処分方法	A: 廃棄（処分場に搬入等）、B: 埋立土、C: <u>養浜</u> 、D: 売却、 E: その他 (<u> </u>)、費用: 年間平均 <u> </u> 円で実施				
5. 現状の問題点・課題と今後の整備予定について					
①問題点・課題	<u>継続的な浚渫が課題</u>				
②今後の整備予定	<u>未定</u>				

堆砂箇所・浚渫位置及び対策施設の記入例



2.2 実態把握

アンケートの回答を基に、航路・泊地埋没の現状を整理した。

(1) 航路・泊地埋没の実態

① 航路・泊地埋没の問題の有無

航路泊地埋没に関して問題があると回答のあった漁港は 33% であり、全体の 1/3 の漁港で何らかの問題を抱えていることが明らかになった。

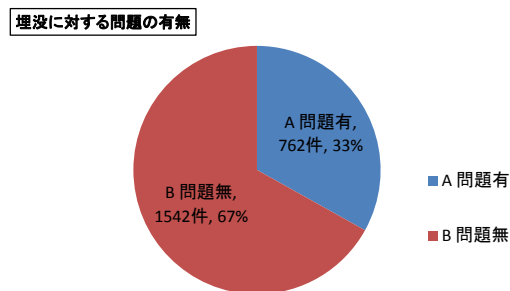


図-2.1 アンケート結果：航路・泊地埋没に関する問題の有無

② 利用者からの要望

利用者からの航路泊地埋没に対する対策の要望は、1位は継続して要望の16%、2位は近年の要望で11%、3位は過去のみ要望の5%であった。

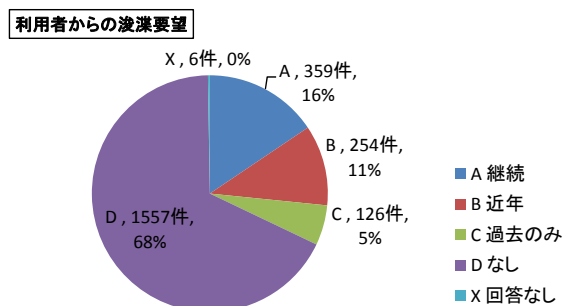


図-2.2 アンケート結果：利用者からの対策の要望

② 漂砂対策の実績

浚渫をはじめとした何らかの漂砂対策の実績は、1位は継続実施で8%、2位は近年実施で6%、3位は過去のみ実施の4%であった。航路泊地埋没に対する対策の要望が全体の32%であるのに対し、対策の実績は18%に留まっている。

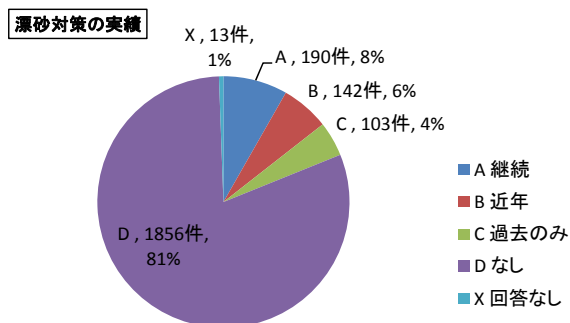


図-2.3 アンケート結果：漂砂対策の実績

(2) 各種調査実績

①埋没対策の調査実績

埋没対策に向けた各種調査実績では、波浪観測が49.5%、流況観測が43.2%であり、漂砂を引き起こす外力に関する調査が主であった。捕砂観測や蛍光砂調査などの砂の移動を対象とした調査実績は少ない。

各種調査の実績

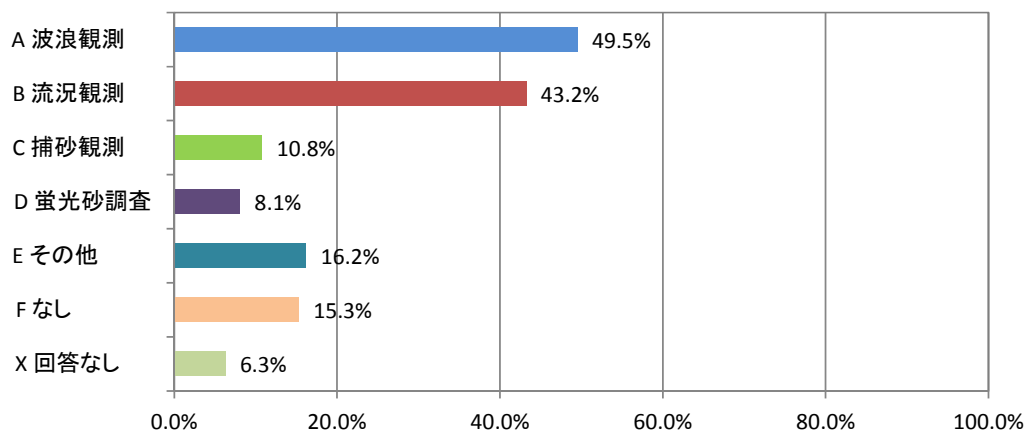


図-2.4 アンケート結果:調査実績

②漂砂解析実績

漂砂解析は87%が実施していない。解析を行ったことのある漁港では、3次元解析が3%で1位であり、複数の調査を実施しているのは全体の3%である。

漂砂解析実績(複数)

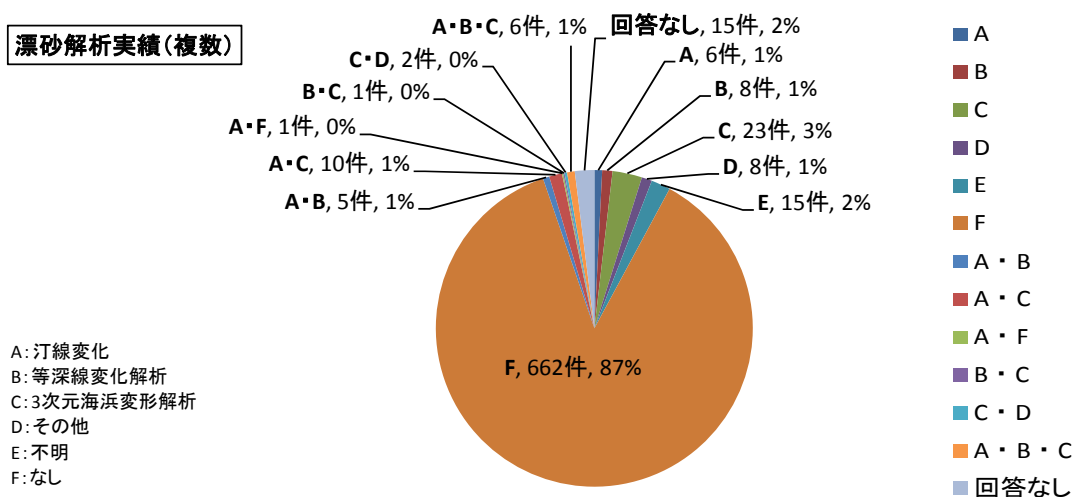


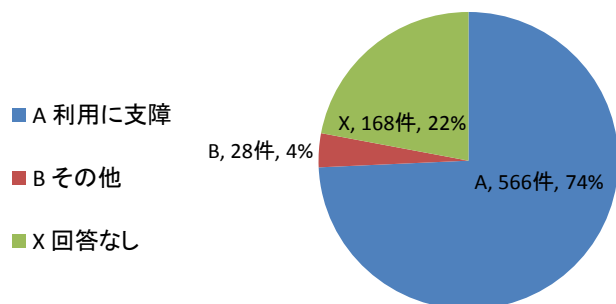
図-2.5 アンケート結果:漂砂解析実績

(3) 漂砂対策実績

① 対策の理由

対策を必要としている漁港では、埋没対策を必要とする理由としては「利用に支障」が1位であり、全体の74%であった。

対策理由



その他内訳	
なし	13件
災害	2件
岩礁地帯のため堆砂量が微少	2件
浸食対策	1件
H60年に-1.5m泊地浚渫	1件
15年程度前に泊地浚渫実施済	1件
不明・回答なし	8件

図-2.6 アンケート結果：対策を必要とする理由

② 漂砂対策施設整備

漂砂対策として施設整備の実績では、防砂堤が1位であり、次いで泊地浚渫、航路浚渫の順である。

施設整備等の実績

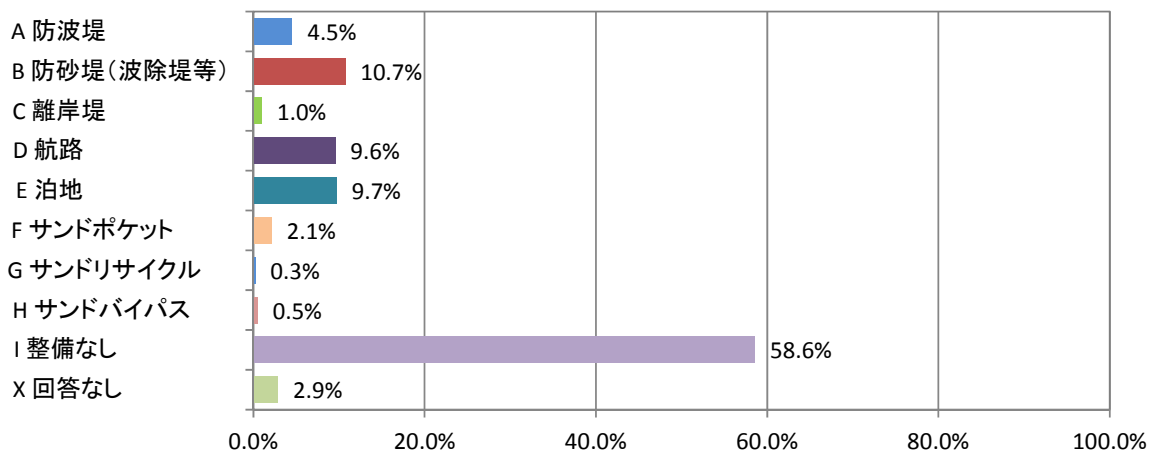


図-2.7 アンケート結果：漂砂対策実績

③維持浚渫の実績

維持浚渫の実績としては、1位は泊地で42.7%、2位は航路で32.6%、3位は実施なしの18%であった。

維持浚渫の実績

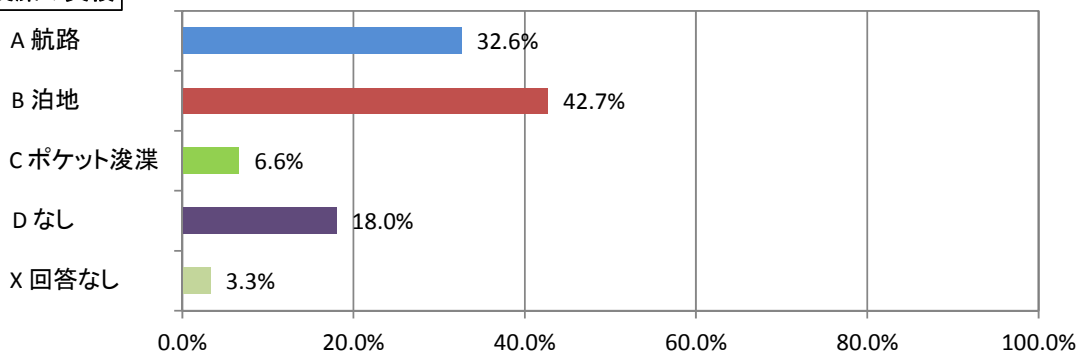
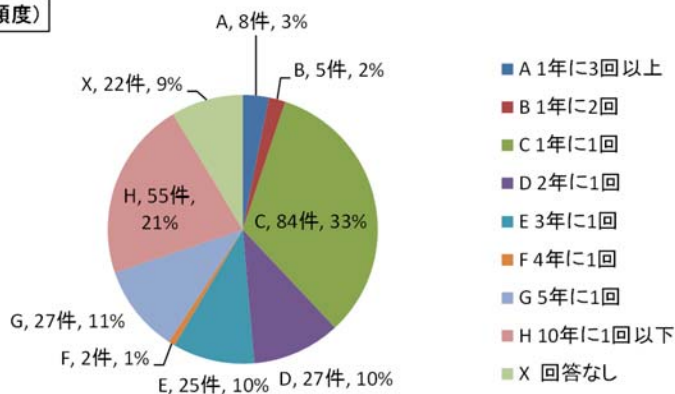


図-2.8 アンケート結果:維持浚渫の実績

④航路・泊地における浚渫頻度

航路浚渫の実績としては、1位は1年に一回で33%、2位は10年に1回以下で21%、1年に3回以上は8漁港であった。泊地浚渫は、1位は10年に1回以下で34%、2位は1年に1回で17%、1年に3回以上は8漁港であった。

A:航路(平均頻度)



B:泊地(平均頻度)

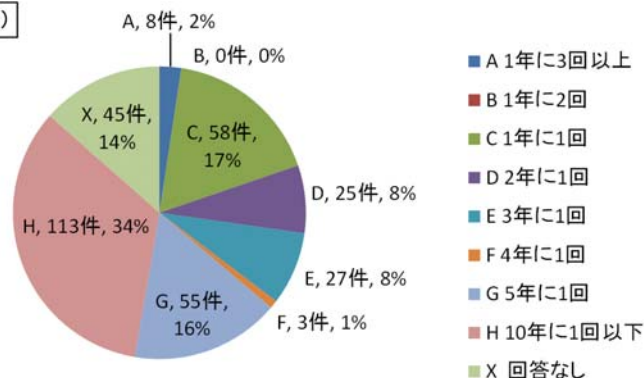


図-2.9 アンケート結果:航路・泊地浚渫状況

(4) 浚渫土砂量と処分方法

① 浚渫量

浚渫量が堆砂量を満足している漁港は27%、満足していない漁港は51%とおよそ半数であった。浚渫量が埋没量に追いついていない状況を抱える漁港が半数を占めている。

浚渫量

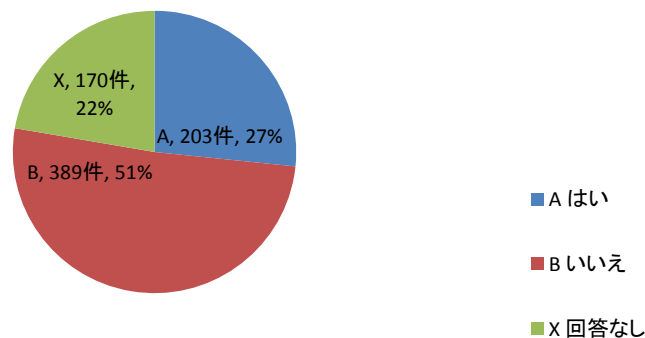


図-2.10 アンケート結果：航路浚渫状況

② 浚渫土の処分法

浚渫土砂処分法は様々であり、廃棄処分の他に、埋立てや養浜に利用している状況が把握できた。

浚渫土の処分法

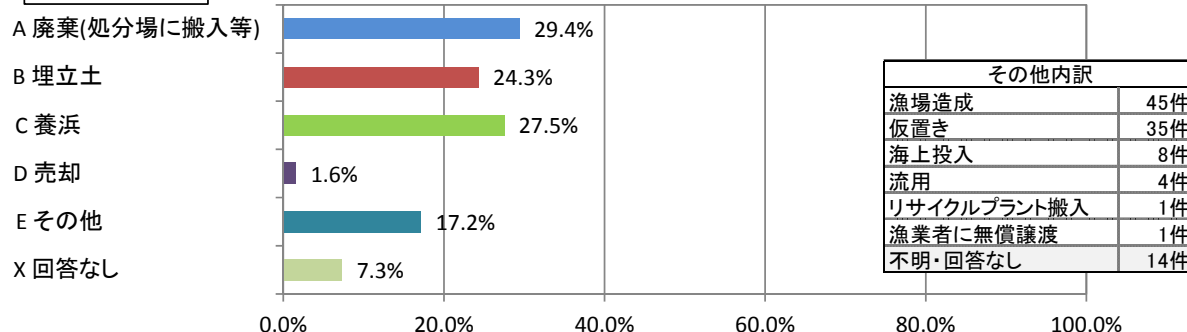


図-2.11 アンケート結果：浚渫土の処分法

(5) アンケート結果のとりまとめ

全国の漁港のうち約33%は航路・泊地埋没の問題を抱えているものの、その対策を施している漁港は18%に留まっており、対策が十分に実施されていない状況が分かった。また、対策として実施しているのは主に浚渫であるが、浚渫量が埋没量に追いついていないことや、浚渫費用の制約があることなど様々な課題があり、浚渫だけではない対策工法の検討と実施が急務である。また、浚渫土砂の処分等の課題があり、浚渫土の再利用など総合的な検討が必要であると考えられる。

3. 港内埋没要因の分析、類型化

アンケート結果や既往資料の結果から、航路・泊地の埋没パターンを整理し、各パターンにおける対策案を検討した。

3.1 埋没要因の類型化

アンケートの回答に添付された各漁港の埋没箇所と対策実績等の内容を分析した結果、埋没要因は5類型（5パターン）に大別できることが分かった。

パターンA： 港口幅が広いため、沿岸漂砂と岸沖漂砂による砂が港内に流入して堆積するケース

パターンB： 主防波堤（沿岸漂砂の上手側の防波堤）のかぶりが大きすぎるために、主防波堤と受堤（下手側の防波堤）の領域で循環流が発生して主防波堤の先端や港口付近に砂が堆積するケース

パターンC： 港内静穏度の改善を目的として当初の港口の沖合に沖防波堤（島堤）を整備したために、島堤の背後の静穏域や港内に砂が堆積するケース

パターンD： 漁港が河道内または河口に隣接するため、砂が港内に堆積するケース

パターンE： 掘り込み式の航路から砂が堆積するケース

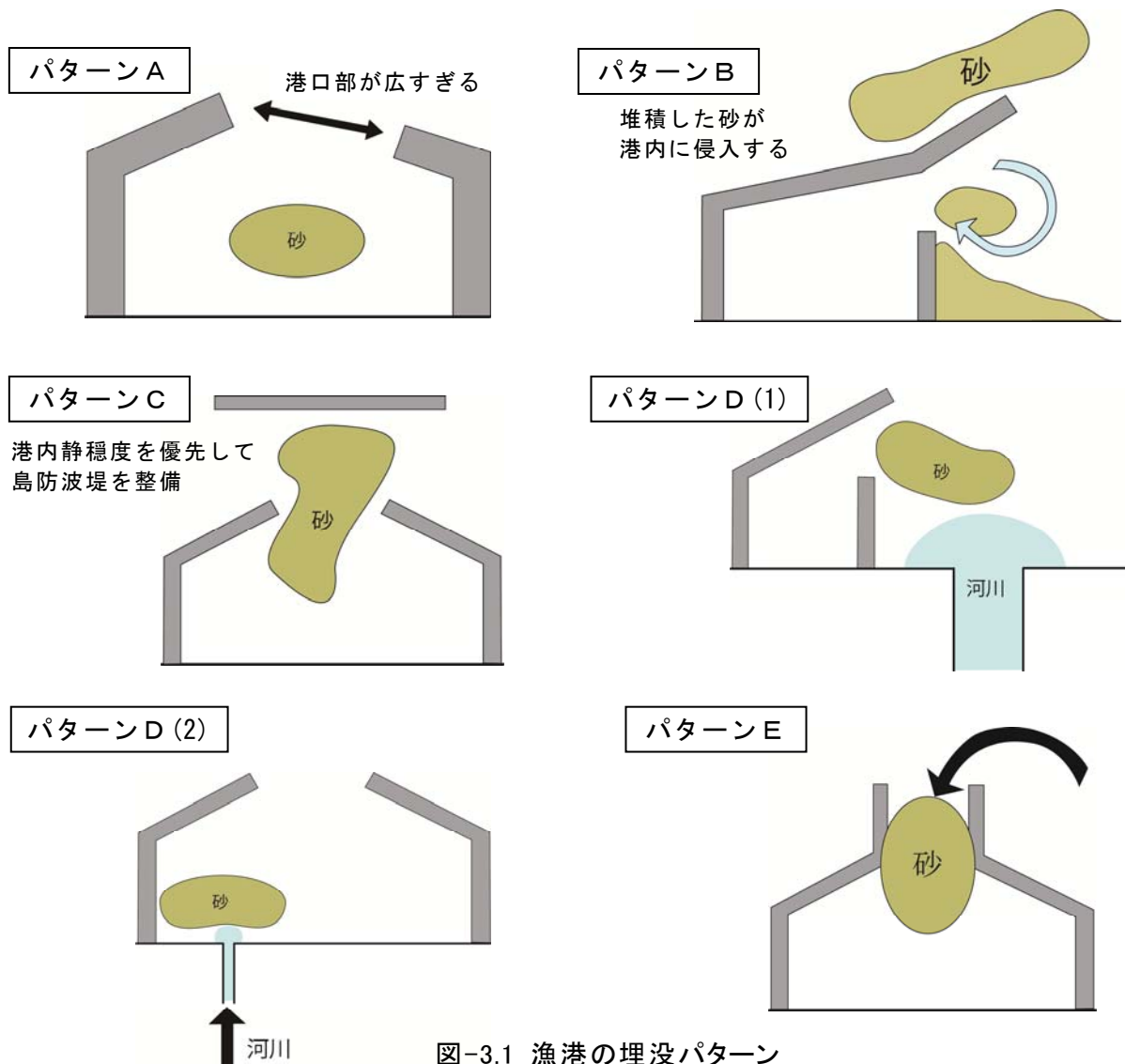


図-3.1 漁港の埋没パターン

また、底質は砂または岩礁地帯については、このパターンで整理できるが、底質が泥の場合は、漂砂の挙動が異なるため、このパターンでは整理できないと考えられる。さらに、外力の異なる漁港においても、上記の対策パターンで対応可能かを検証する必要がある。

なお、河川からの土砂供給があるパターンD(1)とD(2)は、海岸及び海底の土砂が輸送されて堆積する他のパターンとは埋没要因が異なるため、別途対策を検討する必要がある。このため、本検討ではパターンDを除くA, B, C, Eについて対策効果を検証した。

3.2 港内埋没要因の分析

アンケート結果より、埋没パターン別に集計した。分類の結果、パターンAが47%、パターンBが22%、パターンDが13%の順であった。

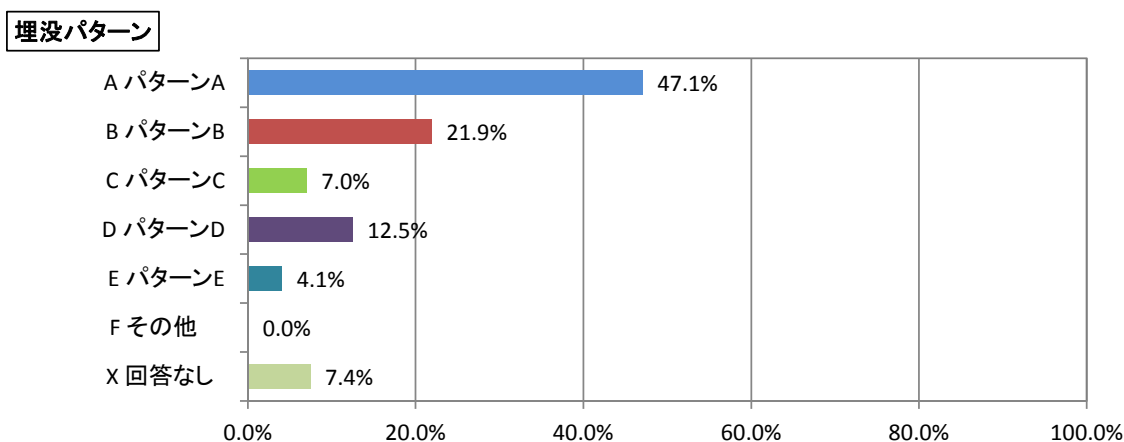


図-3.2 アンケート結果:埋没パターン

また、堆砂箇所を分類した結果を図-3.3に示す。堆砂箇所は、湾奥（泊地）が32%、港口部21%、港口・泊地17%になっており、全て堆砂している漁港も1%（9件）も確認された。

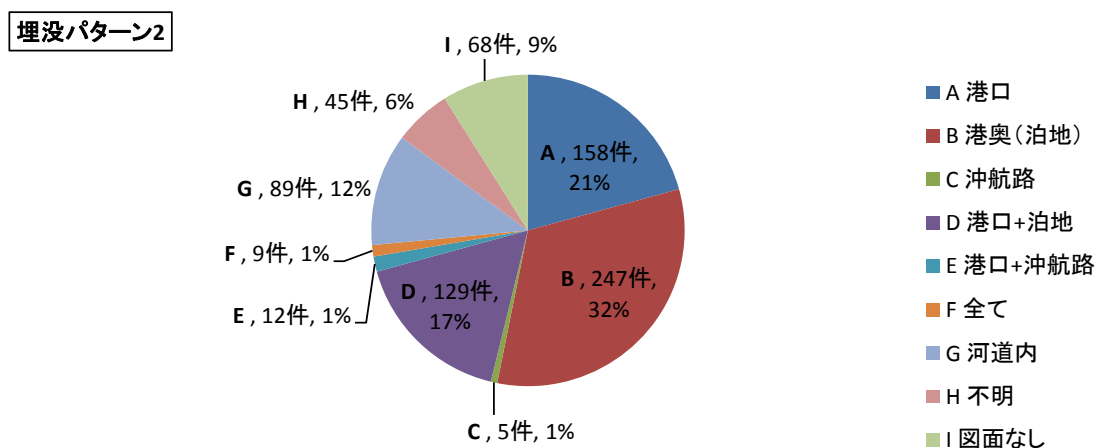


図-3.3 アンケート結果:埋没箇所

4. 効果的な対策工法の検討

アンケート結果を基に埋没対策の実態を把握した上で、効果のある対策工法を検討した。

4.1 効果の実態把握

アンケートで回答が得られた漁港（61 漁港）のうち、漂砂対策工整備による対策効果があった漁港は全体の 25%（15 漁港）であり、引き続き対策が必要と考えられる漁港は全体の 75%（46 漁港）であった。ここで、対策の効果があった漁港とは、施設（防波堤、防砂堤）を整備した後に浚渫頻度・浚渫量の少ない漁港であり、引き続き対策が必要と考えられる漁港とは、施設を整備したものの、浚渫量・頻度が徐々に多くなってきた漁港を指す。

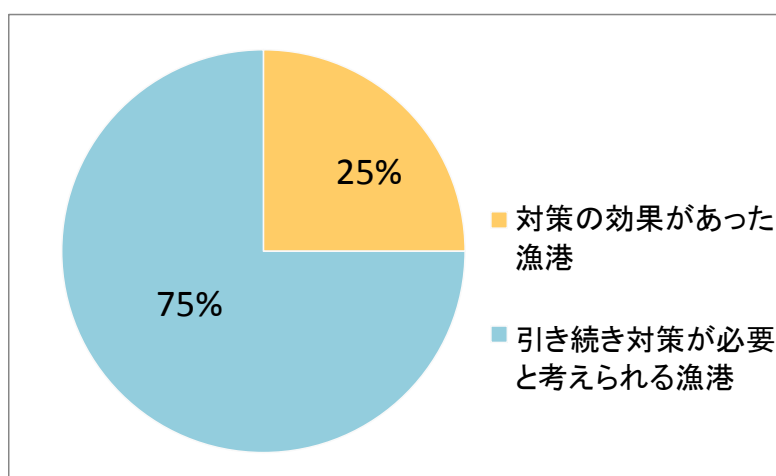


図-4.1 対策効果の割合

このうち、数例について漁港管理者に対策工の実施時期、効果の継続性などについてヒアリングを行い、対策効果の実態を把握した。対策の効果があった漁港では、対策工により海浜がポケットビーチ化したことで安定したケース（表-4.1 参照）、間口を狭めることや沿岸漂砂対策により漂砂の流入が制御されたと考えられたケースが見受けられた。ただし、漂砂の堆積量が多くなる、浚渫が必要となる可能性も考えられる。

一方、引き続き対策が必要と考えられる漁港では、対策直後には効果があったものの、相対的に漂砂量がきわめて多く許容量以上の漂砂があったため、結果として対策が機能しなくなるケースが多かった。

また、このほかの要因として、漂砂対策に結びつく現地調査の実績が乏しく十分な対策検討ができなかったケースをはじめ、対策案の策定した後に周辺海岸に他の構造物が造成されたケースや対策効果を評価するためのシミュレーションのモデルが適切ではなかった事例が挙げられる。

表-4.1 対策効果が見られた漁港のヒアリングシート
(ポケットビーチの事例)

漁港管理者		Y市役所		K漁港							
①海岸地形タイプ		B：ポケットビーチ									
②波浪条件タイプ		A：外洋型（太平洋）、									
③海岸底質タイプ		A：砂									
④航路・泊地埋没の実態		利用者（漁業者）から要望。、C：過去のみ 漂砂対策の実績。 C：過去のみ									
⑤埋没対策		防砂堤									
⑥維持 浚渫の 実績	種別 頻度 規模	A：航路 ____年に____回 年平均____m ³ で (年間平均____円)	B：泊地 ____年に____回 年平均____m ³ で (年間平均____円)	C：ポケット浚渫 ____年に____回 年平均____m ³ で (年間平均____円)	D： なし						
	位置	計画平面図（別紙）に、概略で示してください									
⑦ 対策の効果考察		防砂堤整備により、港口が狭くなるとともに直接的な土砂の流入が遮断されたため、埋没が防止されている									
<p>The diagram shows a harbor layout with a breakwater (防砂堤) extending into the water. A yellow-shaded area indicates the dredging site (浚渫箇所). A hatched area indicates a deposition site (堆積箇所). The legend is as follows:</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">凡例</th> </tr> <tr> <td></td> <td>堆積箇所</td> </tr> <tr> <td></td> <td>浚渫箇所</td> </tr> </table>						凡例			堆積箇所		浚渫箇所
凡例											
	堆積箇所										
	浚渫箇所										

また、後述する有識者ヒアリングにおいて、流況を変える工法（潜堤など）は対策効果があるとの指摘があり、比較的安価な対策であることから、要因別の新対策工法の効果について検討をする必要がある。

4.2 対策工の提案

平成24年度調査では、港内埋没の要因別の対策工法は以下のように提案されている。分析された堆砂要因を発生させないような対策を行うことで、堆砂量を少なくできると考えられる。

ただし、河川からの流入（埋没パターンD）に関しては、河川からの排出土量を削減することが必要となり、本調査で対象にしている対策では対応できない。そのため、ここでは、調査の対象としないこととする。

埋没要因別の対策工タイプを以下に示す。

- 埋没パターンA
⇒対策タイプⅠ：（間口縮小タイプ）：漂砂の港内へ砂の流入を防ぐために、防波堤を延伸する対策
- 埋没パターンB
⇒対策タイプⅡ：（循環流対策タイプ）：砂の漂砂の原因となる循環流を遮断するために、防砂堤、突堤、潜堤等を設置する対策
- 埋没パターンC
⇒対策タイプⅢ：（島堤接続タイプ）：島堤（沖防波堤）と陸側の防波堤の間から港内への砂の流入を防ぐために、島堤と陸側の防波堤と接続する対策
- 埋没パターンE
⇒対策タイプⅣ：（防波堤延伸タイプ）：浚渫された航路に近隣から流入する漂砂を防ぐために防波堤を延伸する対策

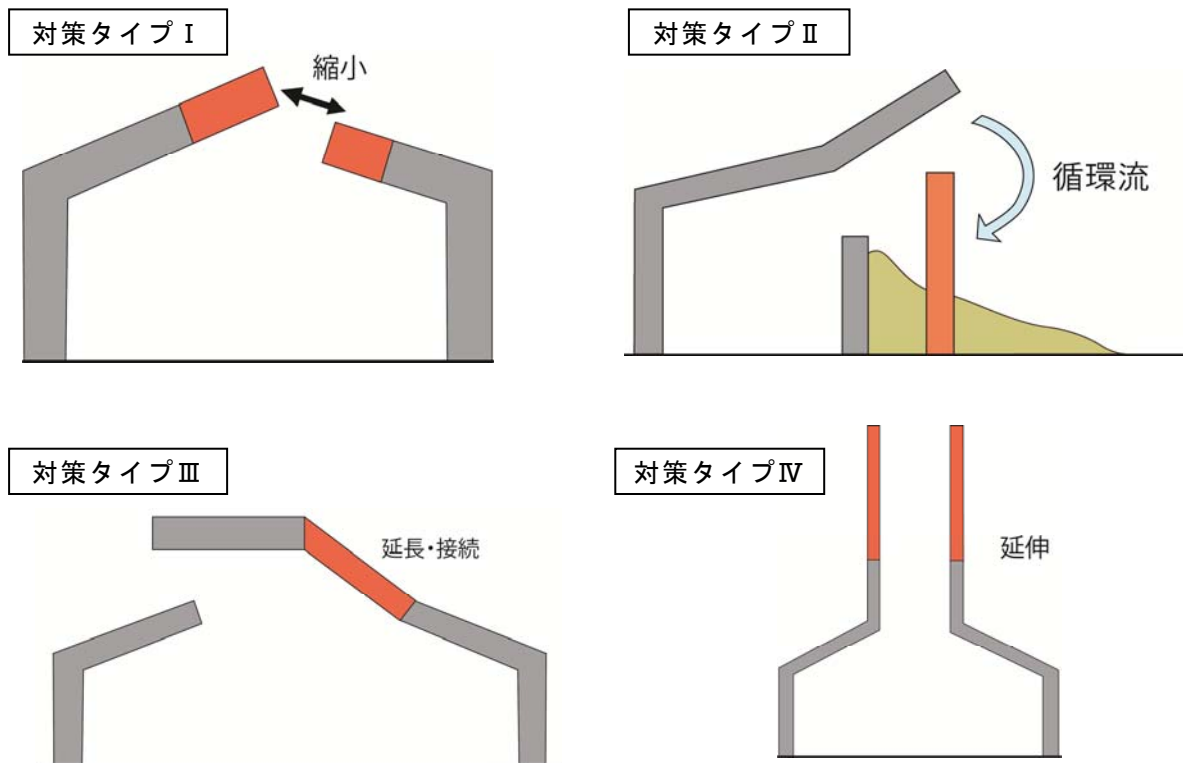


図-4.2 対策工のタイプ

5. シミュレーションによる対策効果の検証

埋没対策の検討が進んでいない漁港について埋没要因パターン別にモデル地区を選定した。選定した各漁港について、漂砂シミュレーションにより想定される対策工の効果を検証した。

さらに、既に対策工を実施したものの埋没が継続しており、今後も引き続き対策が検討であると考えられるモデル漁港を選定し、これらについて新たな対策案の効果をシミュレーションで検証した。

なお、漂砂シミュレーションモデルは、浮遊砂を考慮した海浜変形予測モデルを用いるものとする。このモデルは、ブシネスク方程式を用い、従来予測が難しかった浮遊砂輸送による航路・泊地における砂の堆砂を高精度に計算することができる。

5.1 埋没パターン別のモデル地区の選定

航路・泊地の埋没要因のパターンおよび地域特性を考慮して、対策効果の検討を行うモデル漁港を5漁港選定した。選定した漁港とその位置を図-5.1に示す。

- a) 吹浦漁港 … 外洋型(日本海)、埋没パターン A
- b) 荻伏漁港 … 外洋型(太平洋)、埋没パターン B
- c) 安田漁港 … 外洋型(太平洋)、埋没パターン B
- d) 四方漁港 … 外洋型(日本海)、埋没パターン C
- e) 出海漁港 … 内海・内湾型、埋没パターン B



図-5.1 埋没パターンを考慮して選定したモデル地区(漁港)

(1) 吹浦漁港：山形県

吹浦漁港は埋没パターンAに分類される。吹浦漁港の管理者へのヒアリング結果をとりまとめ、表-5.1に漂砂特性の整理結果を示す。港内及び航路において毎年浚渫が実施されているが、浚渫土砂量は年によってまちまちである。最大浚渫量は10.4万m³(平成15年)となっている。航路埋没の要因として、夏季に防波堤前面に砂が堆積し、冬季の高波浪によって港内に砂が輸送されるものと推定された。図-5.2に漁港概観(衛星写真)、図-5.3に漂砂メカニズムを示す。

表-5.1 漂砂特性一覧(吹浦漁港)

事象	主要諸元						
	卓越風向	夏期		冬期			
風		E S E ~ S E		W N W ~ N W			
潮位		H. H. W. L.	H. W. L.	M. S. L.	L. W. L.	(D. L. m)	
	潮位	1.35	0.70	0.55	0.35	D. L. = T. P. ± 0.0m	
波浪	種別	(□観測値, ■推算値)		期間	1970年~2004年(約35年間)		
	異常時 (30年確率波)		Ho (m)	Ho' (m)	T (s)	波向	
		主波浪	11.32		14.8	W	
	通常時			Ho' (m)	T (s)	波向	
		年数回程度来襲波		6.0 (4.0)	11.0 (9.0)	WNW, W	
エネルギー平均波			2.50	7.0	WNW, W		
潮流		地点	流速(m/s)	流向	地点	流速(m/s)	流向
	最大流	港内	0.2	港内港奥方向	—	—	—
河川	計画流量	不明 (月光川)	年間土砂 採取量	不明	年間流入 土砂量	不明	
深淺測量	直近実施時期	S62年4月~毎年測量(1~2回)				H22年3月	H22年11月
	範囲(沖側水深)	16m or 11m, 港内のみもあり				港内のみ	11m
航空写真	直近の撮影	年月	年月	年月	年月	年月	年月
底質		河口付近	汀線付近	-3m付近	-5m付近	-10m付近	
	平均粒径	0.4mm	0.3mm	0.2mm	0.2mm	不明	
浚渫	浚渫量の経年変化(平均浚渫土量)			主な堆砂箇所		港内・航路	
	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
	6.5万m ³	10.4万m ³	4.8千m ³	1.2万m ³	3.5千m ³	7.5万m ³	2.3万m ³
隣接海岸 護岸等の 被災履歴	被災年月	年月	年月	年月	年月	年月	年月
	気象要因						
	被災箇所						
調査実績	①地形の経年比較	(■航空写真、■汀線測量、■深淺測量)					
	②シミュレーション	(■1-Line、□N-Line、■三次元、■他)					
	③現地観測調査	(波浪観測, 底質調査をH11年度に実施)					
摘要							



図-5.2 吹浦漁港の衛星写真(google earth)

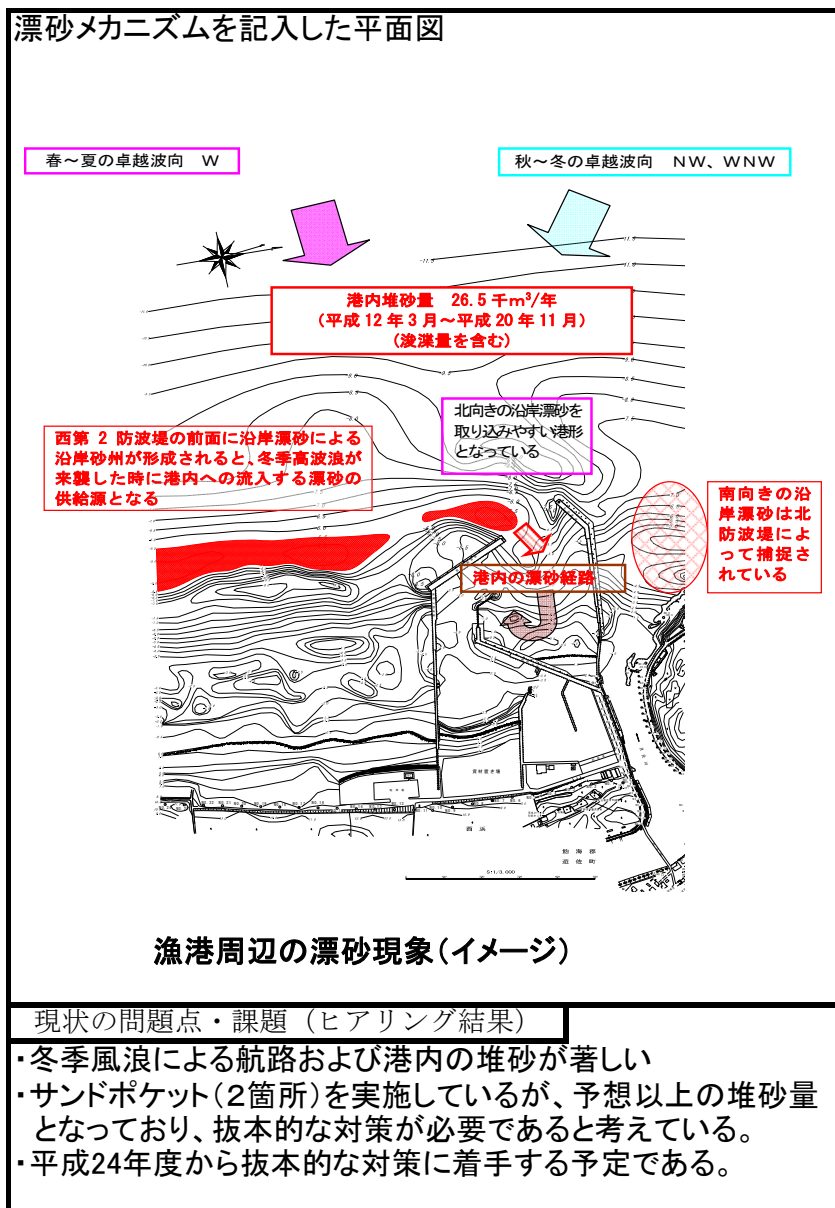


図-5.3 吹浦漁港の漂砂メカニズムと現状の問題点・課題

(2) 荻伏漁港：北海道

荻伏漁港は埋没パターンBに分類される。表-5.2 に管理者へのヒアリング結果から整理した漂砂特性を示す。毎年浚渫を行っているが、徐々に浚渫量が増加しており、平成 23 年度には 10,820m³ の土砂量となっている。 図-5.4 に漁港概観（衛星写真）、図-5.5 に漂砂メカニズムを示す。漁港の東側に砂が堆積しており、防波堤背後の循環流や沿岸流によって、漁港東側の各所に砂が輸送されるものと推定された。

表-5.2 漂砂特性一覧(荻伏漁港)

事象	主要諸元						
	風	夏期or台風期			冬期		
	卓越風向						
潮位		H. H. W. L.	H. W. L.	M. S. L.	L. W. L.	(D. L. m)	
	潮位	2.3	1.6	0.5	0		
波浪	種別	(□観測値, ■推算値)		期間	年～	年(約	年間)
	異常時 (30年確率波)		Ho (m)	Ho' (m)	T(s)	波向	
		主波浪	9.9		13.2	SW	
	通常時			Ho' (m)	T(s)	波向	
		年数回程度来襲波		5	9.4	S	
エネルギー-平均波							
潮流		地点	流速(m/s)	流向	地点	流速(m/s)	流向
	最大流						
河川	計画流量	-	年間土砂採取量	-	年間流入土砂量	-	
深淺測量	直近実施時期	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月
	範囲(沖側水深)	S63	H4.9	H6.9	H10.10	H12.12	
航空写真	直近の撮影	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月
底質		後浜付近	汀線付近	-3m付近	-5m付近	-10m付近	
	平均粒径						
浚渫	浚渫量の経年変化(平均浚渫土量)			主な堆砂箇所		泊地内全域	
	23年度	22年度	21年度	20年度	19年度	年度	年度
	10,820m ³	7,020m ³	7,110m ³	4,710m ³	4,300m ³		
隣接海岸 護岸等の 被災履歴	被災年月	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月	年 月
	気象要因						
	被災箇所						
調査実績	①地形の経年比較	(■航空写真、□汀線測量、□深淺測量)					
	②シミュレーション	(■1-Line、□N-Line、■三次元、□他)					
	③現地観測調査	(□漂砂量観測、□捕砂観測、□蛍光砂観測、□他)					
摘要	深淺測量がH12年以降実施されておらず、現在の状況が把握できない。 波浪条件は近隣漁港を参考にエネルギーフラックスを考慮して設定する。						



図-5.4 荻伏漁港(左:平成5年撮影、右:近年 Google)

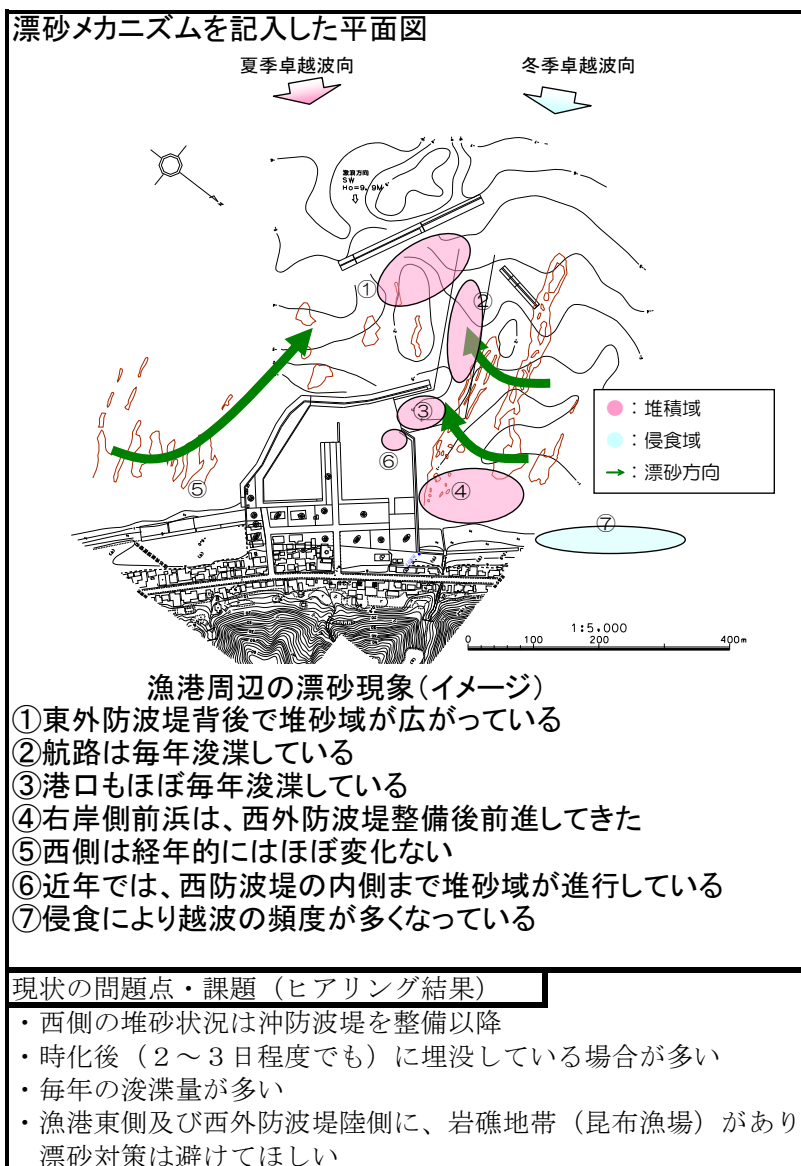


図-5.5 荻伏漁港の漂砂メカニズムと現状の問題点・課題

(3) 安田漁港：高知県

安田漁港は埋没パターンBに分類される。管理者へのヒアリング結果を基に漂砂特性を整理した（表-5.3）。平成5年以降、航路及び泊地で度々浚渫が実施されており、平成14年には最大10,300m³の浚渫量であった。荒天時の高波浪によって砂が運ばれ、防波堤背後の循環流によって港口に堆積するほか、越波によっても砂が輸送されると想定された。平成21～22年に漁港南側に養浜を実施したが、平成23年の台風によって消失し、漁港航路に堆積したとのことである。図-5.6に漁港概観（衛星写真）、図-5.7に漂砂メカニズムを示す。

表-5.3 漂砂特性一覧(安田漁港)

事象	主要諸元						
	卓越風向	夏季		冬季			
風		—		—			
潮位		H. H. W. L.	H. W. L.	M. S. L.	L. W. L.	(D. L. m)	
	潮位	+3.30	+1.80		±0.00		
波浪	種別	(□観測値, ■推算値)		期間			
	異常時 (30年確率波)		Ho (m)	Ho' (m)	T (s)	波向	
		主波浪	11.6	—	15.6	SSE	
	通常時			Ho' (m)	T (s)	波向	年数回波
		年数回程度来襲波		3.5	13.0	—	
エネルギー平均波			1.07	7.6	S10° W		
潮流		—	—	—	—	—	
河川	計画流量	—	—	—	年間流入土砂量	—	
深浅測量	直近実施時期		年月	年月	年月	年月	年月
	範囲	—					
航空写真	直近の撮影	—					
底質		mm					
	平均粒径	0.2～0.5					
浚渫	浚渫量の経年変化 (平均浚渫土量)			主な堆砂箇所		航路、泊地	
航路	H24.4	H20	H19	H16	H9	H8	H6
	?	?	850m ³	14000m ³	1366m ³	800m ³	10300m ³
泊地	H20	H6	H5	—	—	—	—
	5280m ³	10300m ³	1030m ³	—	—	—	—
隣接海岸 護岸等の 被災履歴	被災年月	年月	年月	年月	年月	年月	年月
	気象要因	—					
	被災箇所	—					
調査実績	①地形の経年比較	(■航空写真、□汀線測量、□深浅測量)					
	②シミュレーション	(■1-Line、□N-Line、□三次元、□他)					
	③現地観測調査	(□量砂標観測、□捕砂観測、□蛍光砂観測、■波浪観測)					
摘要	<p>航路浚渫は年平均5000m³、頻度は1回/5年 漁港南側の海岸に河川浚渫土砂を活用した養浜を平成21年、22年で実施したが、平成23年の台風で流失し、漁港航路に堆積した。</p>						

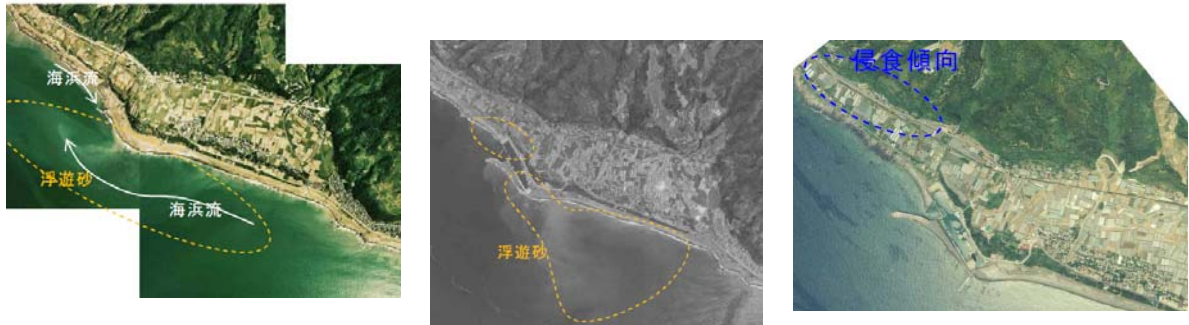


図-5.6 安田漁港(昭和 50 年 9 月(右)昭和 53 年 4 月(中央)平成 8 年 5 月(左))



図-5.7 安田漁港の漂砂メカニズムと現状の問題点・課題

(4) 四方漁港：富山県

四方漁港は、富山湾内に位置する第一種漁港である。H18年に完成した沖防波堤の背後で砂の堆積が生じているためこの箇所で H20 以降毎年 1000m³～3000m³程度の浚渫が必要となっており、浚渫は主に砂の堆積が顕著な夏季に実施されている。漁港は神通川の西に位置しており、神通川が主要な漂砂源の一つであると推察される。

四方漁港は埋没パターンCに分類される。四方漁港の管理者（富山市）へのヒアリング結果より、表-5.4に漂砂特性、図-5.8に漁港概観（衛星写真）、図-5.9に漂砂メカニズムを示す。

表-5.4 漂砂特性一覧(四方漁港)

事象	主要諸元						
	風	夏期or台風期			冬期		
卓越風向							
潮位	H. H. W. L.	H. W. L.	M. S. L.	L. W. L.	(D. L. m)		
	潮位	0.5	0.2	0.0			
波浪	種別	(□観測値, □推算値)		期間	年～	年(約	年間)
	異常時 (30年確率波)	主波浪	Ho (m)	Ho' (m)	T (s)	波向	
			5.6		10.7	N	
	通常時	年数回程度来襲波		Ho' (m)	T (s)	波向	1年確率波
				3.2	8.1	N	
エネルギー-平均波		Ho' (m)	T (s)	波向			
潮流	地点	流速 (m/s)	流向	地点	流速 (m/s)	流向	
	最大流						
河川	計画流量	神通川	年間土砂採取量		年間流入土砂量		
深淺測量	直近実施時期	年月	年月	年月	年月	年月	
	範囲(沖側水深)	平成13年					
航空写真	直近の撮影	年月	年月	年月	年月	年月	
底質	後浜付近	汀線付近	-3m付近	-5m付近	-10m付近		
	平均粒径	0.8mm					
浚渫	浚渫量の経年変化(平均浚渫土量)			主な堆砂箇所		泊地内全域	
	24年度	23年度	22年度	21年度	20年度	年度	年度
	2,060 m ³	1,510 m ³	1,387 m ³	1,443 m ³	2,737 m ³		
隣接海岸 護岸等の 被災履歴	被災年月	年月	年月	年月	年月	年月	
	気象要因						
	被災箇所						
調査実績	①地形の経年比較	(□航空写真、□汀線測量、□深淺測量)					
	②シミュレーション	(□1-Line、□N-Line、□三次元、□他)					
	③現地観測調査	(□漂砂量観測、□捕砂観測、□蛍光砂観測、□他)					
摘要	年1回：1800m ³ の浚渫(年平均450万円) 夏季に堆砂 浚渫土は漁港海岸等へ養浜(細砂、D50=0.45mm)						



図-5.8 四方漁港(左:平成7年撮影、右:平成24年撮影)

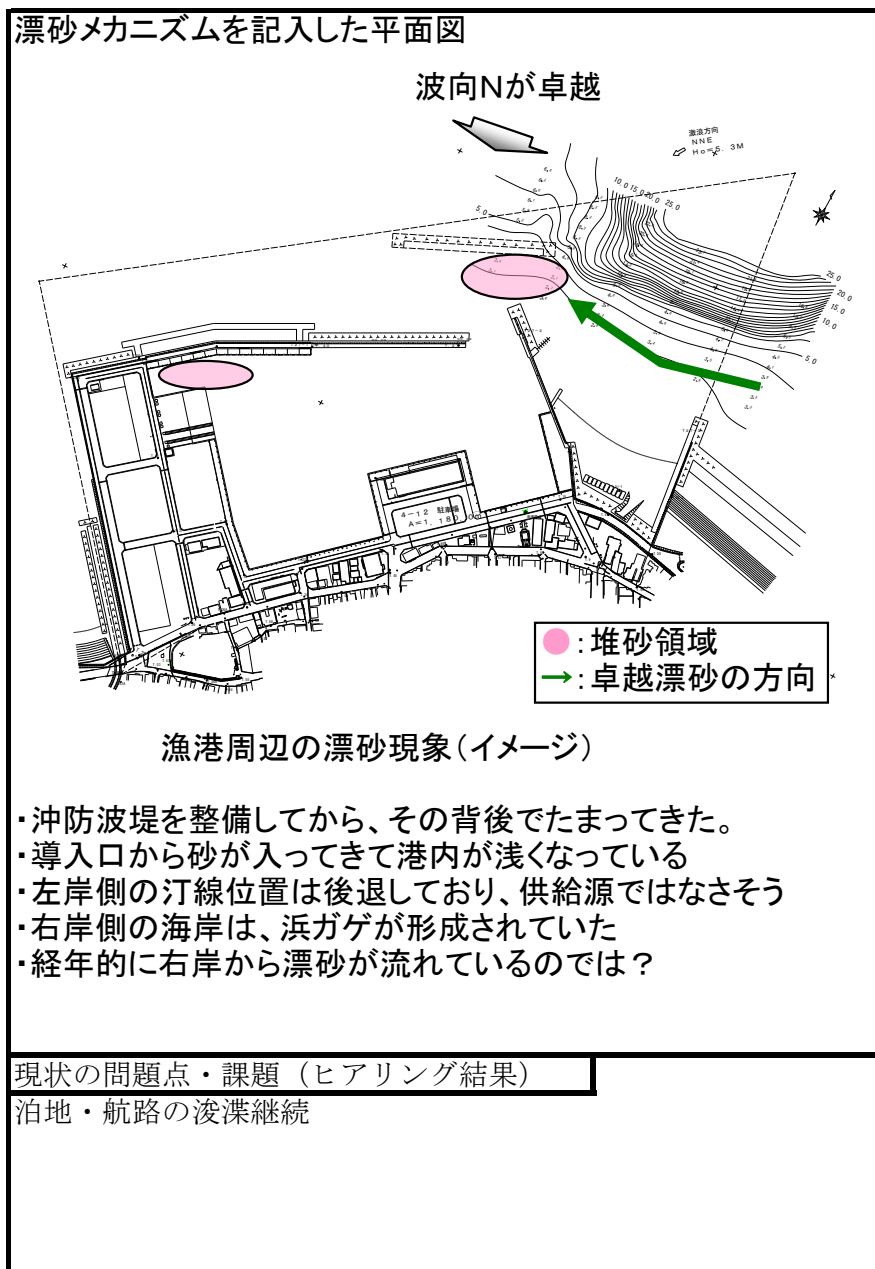


図-5.9 四方漁港の漂砂メカニズムと現状の問題点・課題

(5) 出海漁港：愛媛県

出海漁港は埋没パターンBに分類される。漁港管理者へのアンケート結果をとりまとめ、表-5.5 に漂砂特性を示す。ほぼ毎年のように港口部の浚渫を行っているとのことであるが、浚渫量は不明である。冬季の卓越波（波向 W）によって、北防波堤背後に循環流が形成され港口に堆積するものと考えられる。なお、台風においても波向 WNW であるため、こうしたイベント時にも堆積が進むと想定された。図-5.10 に漁港概観（衛星写真）、図-5.11 に漂砂メカニズムを示す。

表-5.5 漂砂特性一覧(出海漁港)

事象	主要諸元							
	風	夏期or台風期			冬期			
卓越風向		WNW(台風期)			W			
潮位	D. H. W. L.		H. W. L.		M. S. L.		L. W. L.	
	潮位	-		+3.34				(D. L. m)
波浪	種別	(□観測値, ■推算値)		期間	年～		年(約 年間)	
	異常時 (30年確率波)	主波浪		Ho(m)	Ho'(m)	T(s)	波向	30年確率波
					4.6	8.4	WNW	
	通常時	年数回程度来襲波		Ho'(m)	T(s)	波向		長浜港 アマダス
エネルギー平均波		1.0	3.4	W				
潮流	地点		流速(m/s)	流向	地点		流速(m/s)	流向
	最大流							
河川	計画流量	-		年間土砂採取量	-	年間流入土砂量	-	
	直近実施時期	年月		年月	年月	年月	年月	
航空写真	直近の撮影		H22	H19	H18	H16	H10	ほか～S38年
	範囲(沖側水深)							
底質	後浜付近		汀線付近	-3m付近	-5m付近	-10m付近		
	平均粒径		mm	mm	mm	mm	mm	
浚渫	浚渫量の経年変化(平均浚渫土量)			主な堆砂箇所		漁港港口部		
	23年度	22年度	21年度	20年度	19年度	18年度	17年度	
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
隣接海岸 護岸等の 被災履歴	被災年月	年月		年月	年月	年月	年月	
	気象要因	なし						
	被災箇所	-						
調査実績	①地形の経年比較		(■航空写真、□汀線測量、■深淺測量)※平成6年度					
	②シミュレーション		(□I-Line、□N-Line、□三次元、□他)※平成6年度					
	③現地観測調査		(□漂砂量観測、□捕砂観測、□蛍光砂観測、■他(飛砂))					
摘要	<p>沖側水深-2.5m程度までの深淺測量はある。 波浪条件は、長浜のアマダス風速データより設定する。</p>							

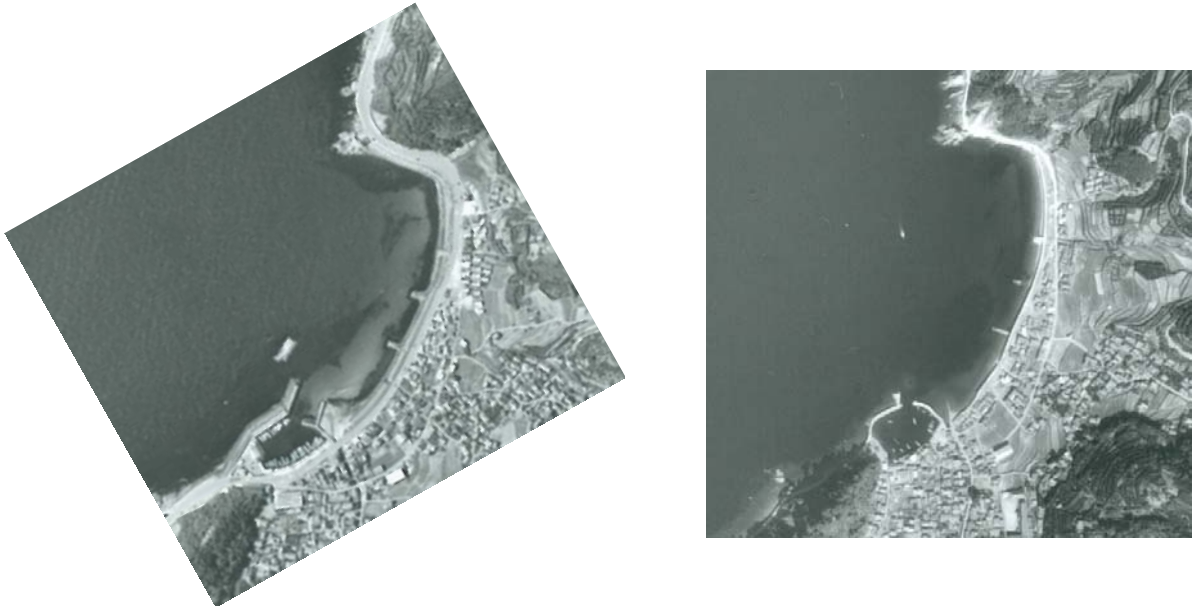


図-5.10 出海漁港(左:昭和41年撮影、右:平成14年)

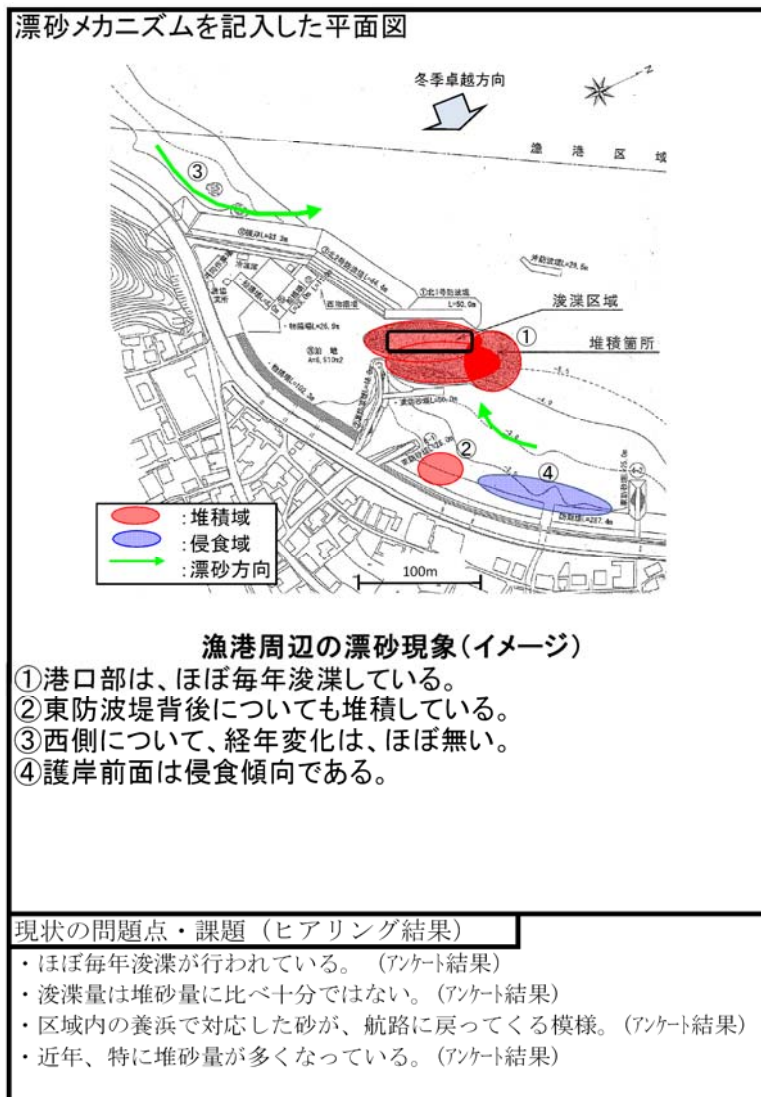


図-5.11 出海漁港の漂砂メカニズムと現状の問題点・課題

5.2 埋没要因別対策効果の検証

吹浦漁港、荻伏漁港、四方漁港について、想定される対策工の効果を検証した。

(1) 吹浦漁港：山形県：埋没パターン A

【沖波の設定】

漁港管理者ヒアリングに基づく漂砂特性の整理（表-5.1 参照）から、年数回波の沖波条件を設定した。

・ $H=6.0\text{m}$, $T=11.0\text{s}$, 波向 W

【効果の検証】

本漁港においては、港口が比較的広いことから港口を狭くして港内流入を抑制する対策案（タイプ I、延長：100m）を提案した。この条件で漂砂シミュレーションを行い、港口及び航路での堆砂傾向が解消される結果を得た。

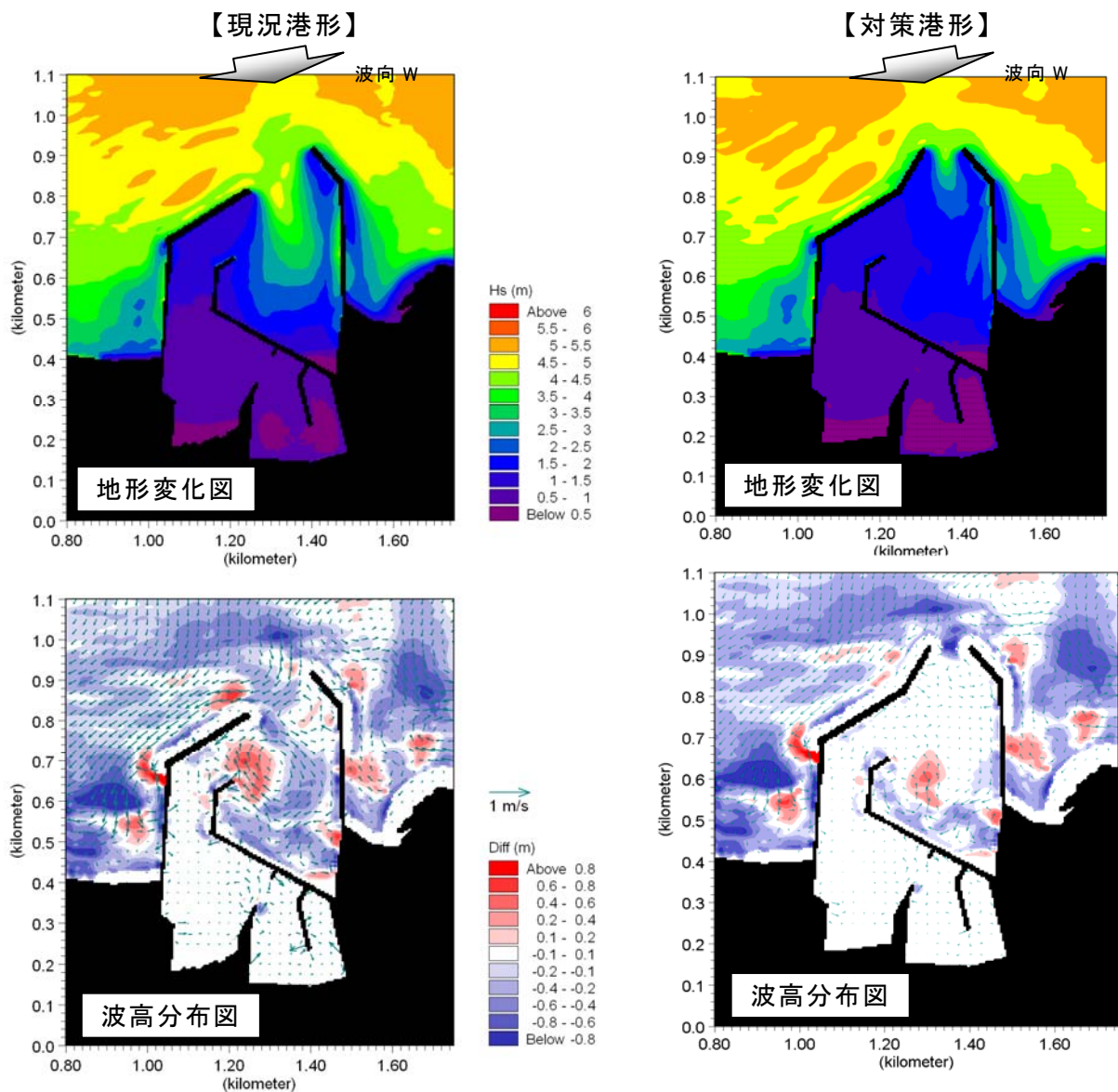


図-5.12 吹浦漁港の埋没対策検証シミュレーション(左:現況、右:対策後)

(2) 荻伏漁港：北海道：埋没パターン B

【沖波の設定】

類似の波浪観測点で取得された、2002年8月～2012年8月までの観測結果を基に、冬季激浪の卓越方向である波向 WSW と、通年を通して波浪が卓越する波向 S の2波向を検討対象波浪として選定した。沖波波浪諸元として、エネルギーピーク波を用いた。以下に沖波設定を示す。

- ・波高 2.25m、周期 7.5s、波向 S
- ・波高 2.25m、周期 6.5s、波向 WSW

【効果の検証】

再現計算の結果、漁港の東側各所に埋没域が見られ、管理者ヒアリングで得た航路埋没の傾向は概ね再現できていると考えられる。冬季風浪による西向きの沿岸流を港口からそらすような対策が航路・泊地埋没の対策として有効であると考えられた。この考えに基づいて、外西防波堤に繋がる防波堤を岸から延伸し、沿岸流を遮断する案を検討した結果、港口に若干の堆積域が残るものの、おおむね堆積を解消できるとの予測が得られた。

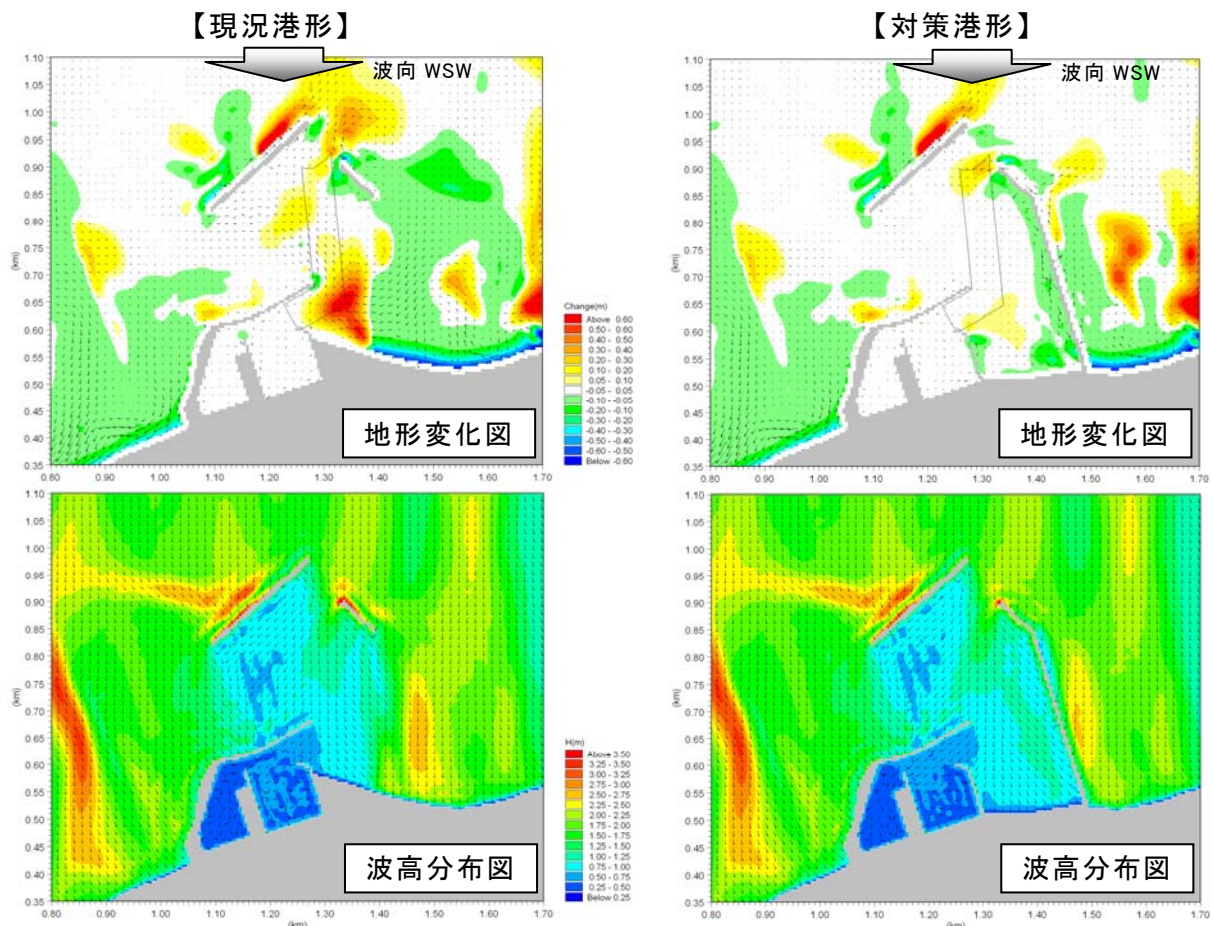


図-5.13 荻伏漁港の埋没対策検証シミュレーション(波向 WSW、左:現況、右:対策後)

(3) 四方漁港：富山県：埋没パターンC

【沖波の設定】

四方漁港沖合のナウファス波浪観測点(富山、水深 20m)での波浪観測結果(2002～2010年)に基づき、四方漁港における卓越波向 NNE の一年確率波を採用した。

- ・波高 2.90m、周期 7.5s、波向 NNE

【効果の検証】

現況地形変化結果より、防波堤背後での堆砂傾向が再現されており、モデルは概ね妥当であると判断できる。漂砂を遮断するため、突堤の延伸と防波堤の延伸を対策工(パターンⅢ)として提案し、シミュレーションで効果を予測した。防波堤を繋げて港口の位置を変更することで、漂砂経度が遮断され航路の埋没が軽減される結果が得られた。

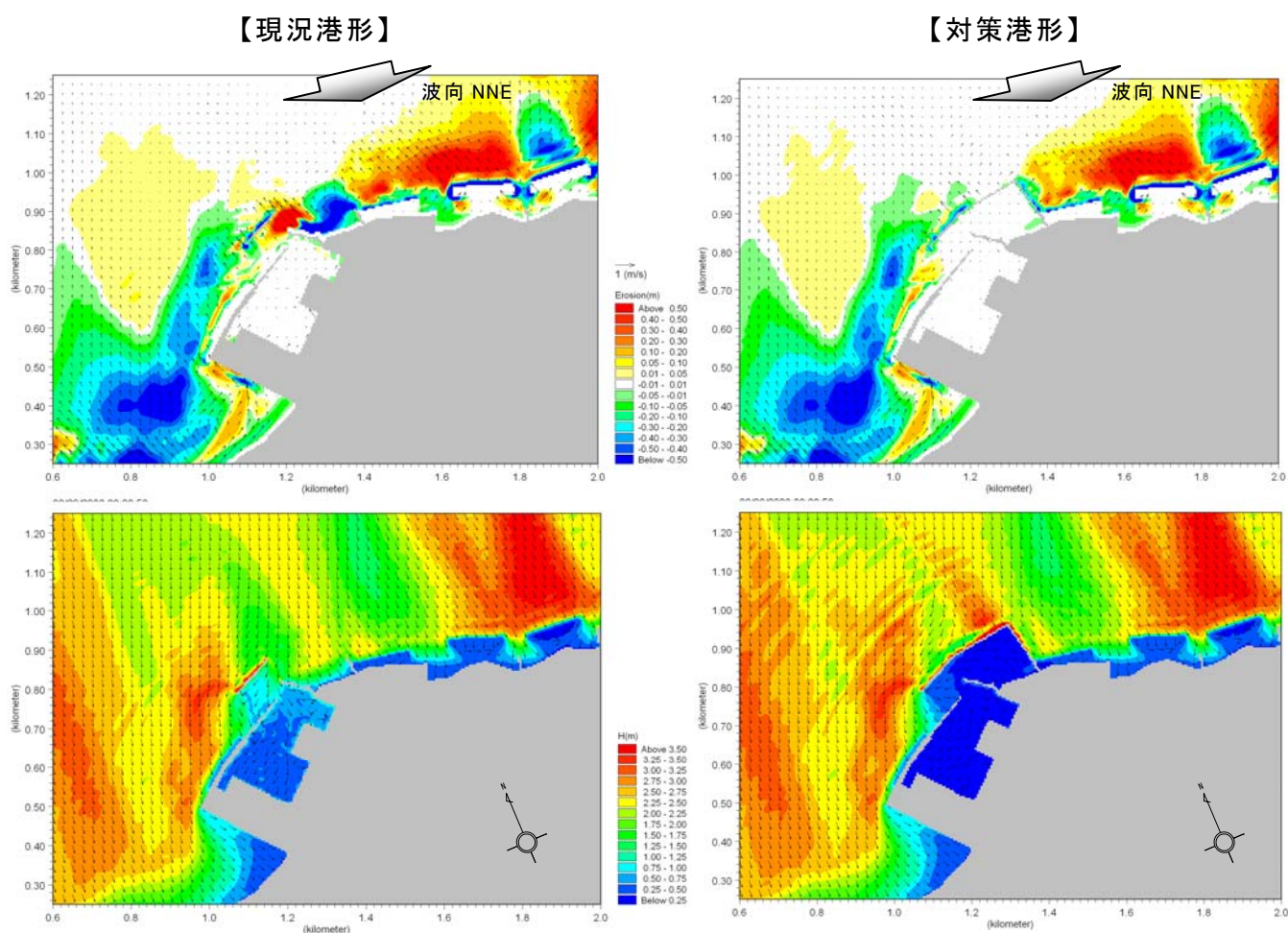


図-5.14 四方漁港の埋没対策検証シミュレーション(波向 WSW、左:現況、右:対策後)

(4) シミュレーションによる対策効果の評価

埋没パターン別に選定した3漁港について、漂砂輸送を抑える対策工を検討し、その効果をシミュレーションで検証した結果、多様な対策が考えられる中で、適正な対策工を配置することで航路・泊地埋没を抑制できることが分かった。ただし、対策を施しても一部では堆砂が残る対策工案もあり、対策工設置費用と一部浚渫費用を評価して、各漁港で最も適した対策案を検討することが重要である。

5.3 引き続き対策が必要と考えられるモデル地区の選定

太平洋、日本海、内湾の各海域について、埋没対策を実施したものの引き続き対策が必要と考えられるモデル地区を4漁港選定した。このうち静内漁港は埋没対策として防砂突堤を設置した例（対策タイプⅡ）、小波渡漁港は近隣に離岸堤を設置し港口を狭めた例（対策Ⅰ）、小湊漁港は防波堤を延伸した例(対策タイプⅣ)である。また、久留和漁港は、対策工の効果が十分にあった事例として選定した。

表-5.6 対策タイプ別に選定したモデル地区

	所在県	漁港名	管理者	堆積状況
1	北海道	静内	北海道	防砂突堤を設置したが、漂砂量が多く、航路・泊地が堆積している。
2	山形	小波渡	山形	近隣の離岸堤の影響により、港内の堆砂が近年顕著となっている。
3	鹿児島県	小湊漁港	鹿児島県	防波堤を延伸しているが、近隣の海浜により航路・港口が堆積している。港口の付け替えを検討中。
4	神奈川	久留和	横須賀市	防砂堤の整備後、堆砂が生じていない。(十分な対策効果があった事例)



図-5.15 対策タイプを考慮して選定したモデル漁港

(1) 静内漁港：北海道

静内漁港では対策タイプⅡに分類される埋没対策が実施されている。漁港内の埋没箇所と航空写真を図-5.16 に示す。防砂堤を北西側に設置したが、近年になって堆砂が増加しており、引き続き対策が必要とされる漁港である。堆砂の要因としては、南防波堤背後に形成される循環流により、航路・泊地に漂砂が輸送されたものと考えられる。

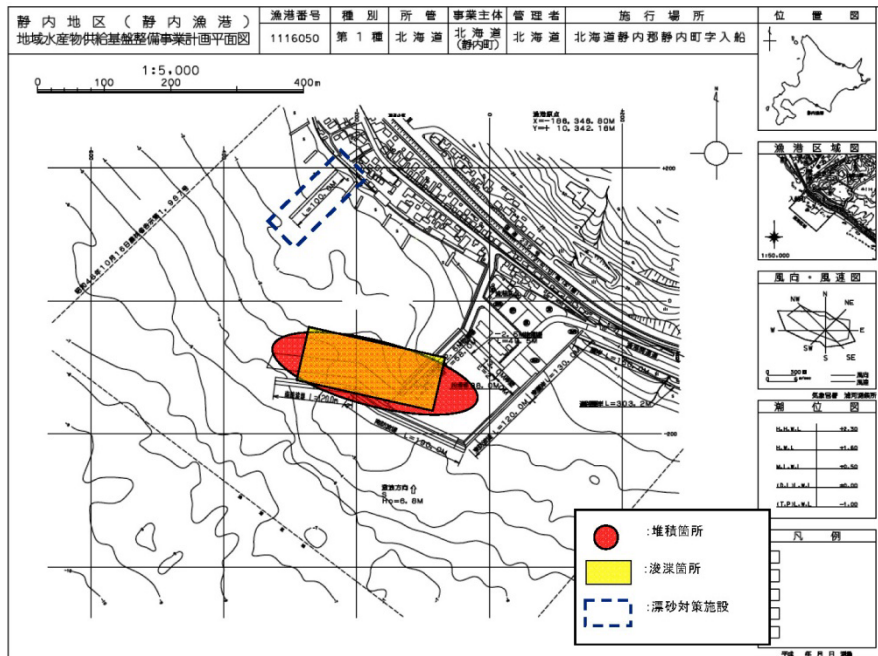


図-5.16 静内漁港の漁港平面図(堆積箇所)と航空写真

表-5.7 静内漁港の航路・泊地埋没に関する調査表

漁港管理者	北海道		第1種 静内 漁港		地区
1. 海岸特性と航路・泊地埋没の実態についてお答えください（青字は、複数回答可）					
①海岸地形タイプ	A: 長い直線状海岸、B: ポケットビーチ、C: 河口デルタ、D: 砂嘴、E: 岩石海岸、F: 河口部、G: その他（ ）				
②波浪条件タイプ	A: 外洋型（太平洋）、B: 外洋型（日本海、東シナ海、オホーツク海）、C: 内海・内湾型、D: その他（ ）				
③海岸底質タイプ	A: 砂、B: 礫、C: 岩、D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 ___mm				
④航路・泊地埋没の実態について	利用者（漁業者）から要望。A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし 漂砂対策の実績。 A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし				
 ④で、両方ともDとお答えいただいた方以上で終了です。ご協力ありがとうございました。					
2. 自然特性についてお答えください（青字は、複数回答可）					
①港口底質タイプ	A: 砂、B: 礫、C: 岩、D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 ___mm				
②潮位特性	H.W.L. =D.L.+ 2.3 m M.W.L. =D.L.+ 0.5 m				
③波浪特性	設計波：30年確立波（波向 S 波高 8.8 m、周期 12.2 s） 荒天時：1年確率波（波向 S 波高 4.8 m、周期 9.0 s）				
④河川の流入	流入河川の影響がありますか？ <input checked="" type="radio"/> はい（静内川） いいえ				
⑤堆砂状況	箇所：計画平面図（別紙）に、堆砂箇所を概略で示してください 時期：A: 春季、B: 夏季、C: 秋季（台風期）、D: 冬季				
3. 各種調査実績（直近10年程度の実績）をお答えください（青字は、複数回答可）					
①深淺測量調査	A: ある 頻度： ___年に___回の頻度で実施 <input checked="" type="radio"/> なし 範囲：沖側水深 ___m程度まで				
②航空写真撮影	A: ある（おおむね5年に1回の頻度で実施） B: なし				
③各種調査実績	A: 波浪観測、B: 流況観測、C: 捕砂観測、D: 蛍光砂調査 E: その他（ ） <input checked="" type="radio"/> なし				
④漂砂解析実績	A: 汀線変化解析、B: 等深線変化解析、C: 3次元海浜変形解析 D: その他（ ） E: 不明 <input checked="" type="radio"/> なし				
4. 漂砂対策の実績について：直近10年程度の実績をお答えください（青字は、複数回答可）					
①対策理由	A: 利用に支障、B: その他（ ）				
②漂砂対策を目的とした施設整備等の実績	A: 防波堤、B: 防砂堤（波除堤等）、C: 離岸堤、 <input checked="" type="radio"/> 航路、 <input checked="" type="radio"/> 泊地、 F: サンドポケット、G: サンドリサイクル、H: サンドバイパス、I: なし 対策を、計画平面図（別紙）に、概略で示してください				
③維持浚渫の実績	種別	A: 航路	B: 泊地	C: ポケット浚渫	D: なし
	頻度 規模	___年に___回 年平均 0.4万m ³ で、(年間平均 25,000千円)	___年に___回 年平均 0.2万m ³ で (年間平均 ___ 10,000千円)	___年に___回 年平均 ___m ³ で、 (年間平均___ 千円)	
④浚渫量	浚渫量は、堆砂量に対して十分ですか？ <input checked="" type="radio"/> はい <input checked="" type="radio"/> いいえ				
⑤浚渫土の処分方法	A: 廃棄(処分場に搬入等)、B: 埋立土、 <input checked="" type="radio"/> 養浜、D: 売却、 E: その他（ ）、費用：年間平均 ___円を実施				
5. 現状の問題点・課題と今後の対策予定について					
①問題点・課題	継続的な浚渫が課題、根本的な解決手法の検討が必要				
②今後の対策予定	未定				

(2) 小波渡漁港

小波渡漁港は対策タイプⅠに分類される対策が実施されている。堆漁港内の埋没箇所と航空写真を図-5.17に示す。この漁港では、近隣の海浜からの漂砂が西防波の遮蔽部に入ることにより、航路・泊地に堆積したと考えられる。

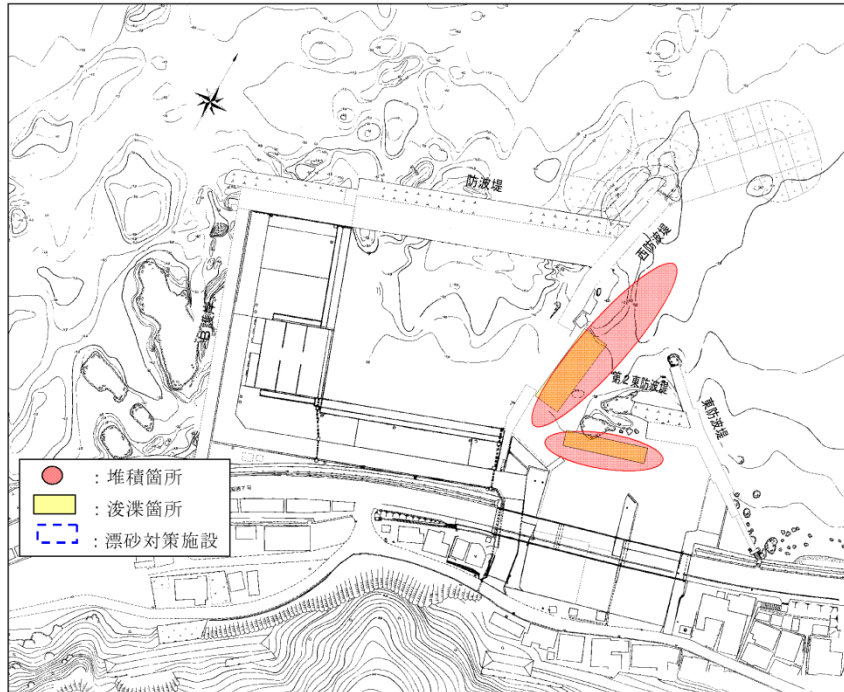


図-5.17 小波渡漁港の漁港平面図(堆積箇所)と航空写真

表-5.8 小波渡漁港の航路・泊地埋没に関する調査表

漁港管理者	山形県	小波渡漁港	地区
1. 海岸特性と航路・泊地埋没の実態についてお答えください（青字は、複数回答可）			
①海岸地形タイプ	A：長い直線状海岸、B：ポケットビーチ、C：河口デルタ、D：砂嘴、 E：岩石海岸、F：河口部、G：その他（ ）		
②波浪条件タイプ	A：外洋型（太平洋）、B：外洋型（日本海、東シナ海、オホーツク海）、 C：内海・内湾型、D：その他（ ）		
③海岸底質タイプ	A：砂、B：礫、C：岩、D：泥、E：その他（ ）代表粒径 __mm		
④航路・泊地埋没の実態について	利用者（漁業者）から要望。A：継続、B：近年、C：過去のみ、D：なし 漂砂対策の実績。 A：継続、B：近年、C：過去のみ、D：なし		



④で、両方ともDとお答えいただいた方以上で終了です。ご協力ありがとうございました。

2. 自然特性についてお答えください（青字は、複数回答可）					
①港口底質タイプ	A：砂、B：礫、C：岩、D：泥、E：その他（ ）代表粒径 0.50mm				
②潮位特性	H.W.L. =D.L.+ 0.70m M.W.L. =D.L.+ 0.55m				
③波浪特性	設計波： 年確率波（波向__波高__m、周期__s） 荒天時：1年確率波（波向__波高__m、周期__s）				
④河川の流入	流入河川の影響がありますか？ はい（__川） いいえ				
⑤堆砂状況	箇所：計画平面図（別紙）に、堆砂箇所を概略で示してください 時期：A：春季、B：夏季、C：秋季（台風期）、D：冬季				
3. 各種調査実績（直近10年程度の実績）をお答えください（青字は、複数回答可）					
①深浅測量調査	A：ある 頻度：__年に__回の頻度で実施 B：なし 範囲：沖側水深__m程度まで				
②航空写真撮影	A：ある（__1年に1回の頻度で実施） B：なし				
③各種調査実績	A：波浪観測、B：流況観測、C：捕砂観測、D：蛍光砂調査 E：その他（ ） F：なし				
④漂砂解析実績	A：汀線変化解析、B：等深線変化解析、C：3次元海浜変形解析 D：その他（ ） E：不明 F：なし				
4. 漂砂対策の実績について：直近10年程度の実績をお答えください（青字は、複数回答可）					
①対策理由	A：利用に支障、B：その他（ ）				
②漂砂対策を目的とした施設整備等の実績	A：防波堤、B：防砂堤（波除堤等）、C：離岸堤、D：航路、E：泊地、 F：サンドポケット、G：サンドリサイクル、H：サンドバイパス、I：なし 対策を、計画平面図（別紙）に、概略で示してください				
③維持浚渫の実績	種別	A：航路	B：泊地	C：ポケット浚渫	D：なし
	頻度	__1年に__1回		__年に__回	
規模	年平均__2百m ³ で (年間平均__百万円)		年平均__m ³ で (年間平均__円)		年平均__m ³ で (年間平均__円)
位置	計画平面図（別紙）に、概略で示してください				
④浚渫量	浚渫量は、堆砂量に対して十分ですか？ はい いいえ				
⑤浚渫土の処分方法	A：廃棄（処分場に搬入等）、B：埋立土、C：養浜、D：売却、 E：その他（ 漁場造成 ）、費用：年間平均__円円で実施				
5. 現状の問題点・課題と今後の対策予定について					
①問題点・課題					
②今後の対策予定	未定				

(3) 小湊漁港

小湊漁港は対策タイプⅣの対策が継続的に実施されてきたが、港口の堆砂が依然として問題となっている。堆積状況と航空写真を図-5.18に示す。防波堤を継続して延伸しているが、既に港口付近に堆砂が生じており、引き続き対策が必要であると考えられる。小湊漁港は漂砂量がきわめて多く、防砂堤循環流と沿岸漂砂により、防砂堤背後に砂が堆積したと考えられる。

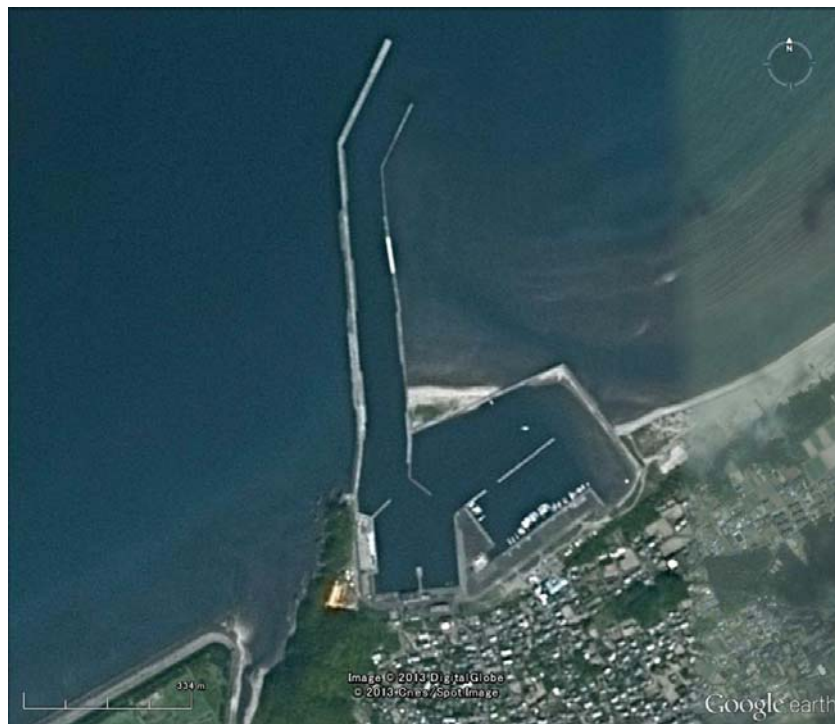
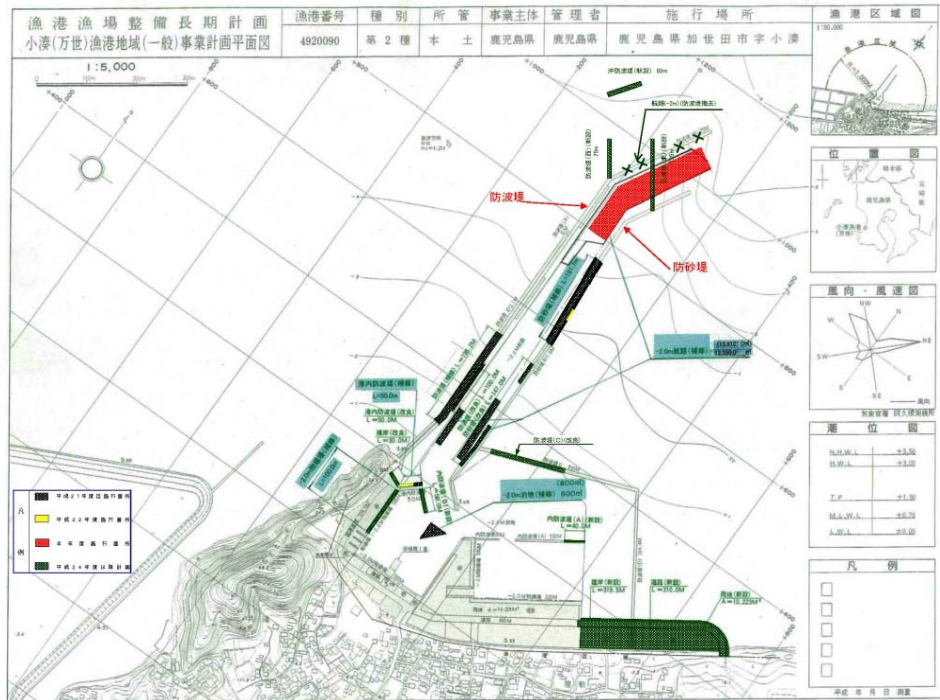


図-5.18 小湊漁港の漁港平面図・航空写真

表-5.9 小湊漁港の航路・泊地埋没に関する調査表

漁港管理者	鹿児島県	小湊 漁港	小湊 地区		
1. 海岸特性と航路・泊地埋没の実態についてお答えください（青字は、複数回答可）					
①海岸地形タイプ	A: 長い直線状海岸、B: ポケットビーチ、C: 河口デルタ、D: 砂嘴、E: 岩石海岸、F: 河口部、G: その他（ ）				
②波浪条件タイプ	A: 外洋型（太平洋）、B: 外洋型（日本海、東シナ海、オホーツク海）、C: 内海・内湾型、D: その他（ ）				
③海岸底質タイプ	A: 砂、B: 礫、C: 岩、D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 0.2mm				
④航路・泊地埋没の実態について	利用者（漁業者）から要望。A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし 漂砂対策の実績。 A: 継続、B: 近年、C: 過去のみ、D: なし				
 ④で、両方とも D とお答えいただいた方以上で終了です。ご協力ありがとうございました。					
2. 自然特性についてお答えください（青字は、複数回答可）					
①港口底質タイプ	A: 砂、B: 礫、C: 岩、D: 泥、E: その他（ ）代表粒径 0.2mm				
②潮位特性	H.W.L. = D.L. + 3.0 m M.W.L. = D.L. + 0.7 m				
③波浪特性	設計波：30年確率波（波向 WNW 波高 6.77m、周期 11.2s） 荒天時：1年確率波（波向 WNW 波高 5.14m、周期 9.7s）				
④河川の流入	流入河川の影響がありますか？ はい（ ）川 <u>いいえ</u>				
⑤堆砂状況	箇所：計画平面図（別紙）に、堆砂箇所を概略で示してください 時期：A: 春季、B: 夏季、C: 秋季（台風期） <u>D: 冬季</u>				
3. 各種調査実績（直近 10 年程度の実績）をお答えください（青字は、複数回答可）					
①深浅測量調査	A: ある 頻度：1 年に 1 回の頻度で実施 B: なし 範囲：沖側水深 m 程度まで				
②航空写真撮影	A: ある（1 年に 1 回の頻度で実施） B: なし				
③各種調査実績	A: 波浪観測、B: 流況観測、C: 捕砂観測、D: 蛍光砂調査 E: その他（ ） <u>F: なし</u>				
④漂砂解析実績	A: 汀線変化解析、B: 等深線変化解析、C: 3次元海浜変形解析 D: その他（ ） E: 不明 <u>F: なし</u>				
4. 漂砂対策の実績について：直近 10 年程度の実績をお答えください（青字は、複数回答可）					
①対策理由	A: 利用に支障、B: その他（ ）				
②漂砂対策を目的とした施設整備等の実績	A: 防波堤、 <u>B: 防砂堤（波除堤等）</u> 、C: 離岸堤、D: 航路、E: 泊地、 F: サンドポケット、G: サンドリサイクル、H: サンドバイパス、I: なし 対策を、計画平面図（別紙）に、概略で示してください				
③維持浚渫の実績	種別	A: 航路	B: 泊地	C: ポケット浚渫	D: なし
	頻度 規模	A: 1 年に 1 回 年平均 2,050 m ³ で (年間平均 500万円)	B: 年に 回 年平均 m ³ で (年間平均 円)	C: 年に 回 年平均 m ³ で (年間平均 円)	
	位置	計画平面図（別紙）に、概略で示してください			
④浚渫量	浚渫量は、堆砂量に対して十分ですか？ <u>はい</u> いいえ				
⑤浚渫土の処分方法	A: 廃棄(処分場に搬入等)、B: 埋立土、 <u>C: 養浜</u> 、D: 売却、 E: その他（ ）、費用：年間平均 円で実施				
5. 現状の問題点・課題と今後の対策予定について					
①問題点・課題	航路の維持				
②今後の対策予定	防波堤の位置変更による漂砂対策				

1 *計画平面図を別紙でご用意をお願いします。

(4) 久留和漁港

久留和漁港は対策タイプⅡの対策が実施された。堆積状況と航空写真を図-5.19 に示す。対策工によって港内の埋没を防止した成功事例である。防砂堤を設置したことにより、隣接する海浜がポケットビーチとして安定し、漁港への漂砂の流入がなくなったと考えられる。

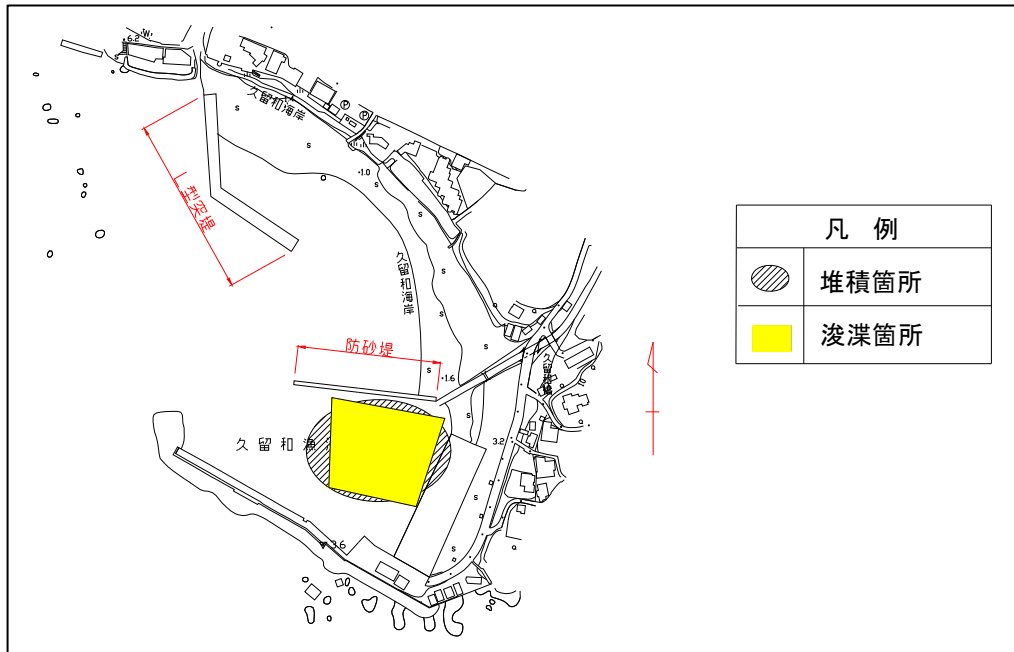


図-5.19 久留和漁港の漁港平面図(埋没箇所)と航空写真

表-5.10 久留和漁港の航路・泊地埋没に関する調査表

漁港管理者	横須賀市長	久留和漁港
1. 海岸特性と航路・泊地埋没の実態についてお答えください（青字は、複数回答可）		
①海岸地形タイプ	A：長い直線状海岸、 B ：ポケットビーチ、C：河口デルタ、D：砂嘴、E：岩石海岸、F：河口部、G：その他（ ）	
②波浪条件タイプ	A ：外洋型（太平洋）、B：外洋型（日本海、東シナ海、オホーツク海）、C：内海・内湾型、D：その他（ ）	
③海岸底質タイプ	A ：砂、B：礫、C：岩、D：泥、E：その他（ ）代表粒径 __mm	
④航路・泊地埋没の実態について	利用者（漁業者）から要望。A：継続、B：近年、 C ：過去のみ、D：なし 漂砂対策の実績。 A：継続、B：近年、 C ：過去のみ、D：なし	



④で、両方ともDとお答えいただいた方以上で終了です。ご協力ありがとうございました。

2. 自然特性についてお答えください（青字は、複数回答可）			
① 港口底質タイプ	② A ：砂、B：礫、C：岩、D：泥、E：その他（ ）代表粒径 __mm		
②潮位特性	H.W.L. =D.L.+1.50m M.W.L. =D.L.+0.35m		
③波浪特性	設計波：30年確率波（波向SSW 波高9.4m、周期14.2s） 荒天時：1年確率波（波向__ 波高__m、周期__s）		
④河川の流入	流入河川の影響がありますか？ はい（__川） いいえ		
⑤堆砂状況	箇所：計画平面図（別紙）に、堆砂箇所を概略で示してください 時期：A：春季、B：夏季、C：秋季（台風期）、 D ：冬季		
3. 各種調査実績（直近10年程度の実績）をお答えください（青字は、複数回答可）			
① 深浅測量調査	A：ある 頻度：__年に__回の頻度で実施 B ：なし		
②航空写真撮影	A：ある（__年に1回の頻度で実施） B ：なし		
③各種調査実績	A：波浪観測、B：流況観測、C：捕砂観測、D：蛍光砂調査 E：その他（ ） F ：なし		
④漂砂解析実績	A：汀線変化解析、B：等深線変化解析、C：3次元海浜変形解析 D：その他（ ） E：不明 F ：なし		
4. 漂砂対策の実績について：直近10年程度の実績をお答えください（青字は、複数回答可）			
① 策理由	A ：利用に支障、B：その他（ ）		
②漂砂対策を目的とした施設整備等の実績	A：防波堤、 B ：防砂堤（波除堤等）、C：離岸堤、D：航路、E：泊地、 F：サンドポケット、G：サンドリサイクル、H：サンドバイパス、I：なし 対策を、計画平面図（別紙）に、概略で示してください		
③維持 浚渫の 実績	種別	A：航路 B：泊地 C：ポケット浚渫	D なし
	頻度 規模	__年に__回 年平均__m ³ で (年間平均__円)	
	位置	計画平面図（別紙）に、概略で示してください	
④浚渫量	浚渫量は、堆砂量に対して十分ですか？ はい いいえ		
⑤浚渫土の処分方法	A：廃棄（処分場に搬入等）、B：埋立土、C：養浜、D：売却、 E：その他（ ）、費用：年間平均 __円で実施		
5. 現状の問題点・課題と今後の対策予定について			
①問題点・課題	なし		
②今後の対策予定	なし		

5.4 引き続き対策が必要と考えられる漁港の対策効果検証

吹浦漁港、荻伏漁港、四方漁港について、浮遊砂を考慮した漂砂シミュレーション手法を用いて、各モデル地区における漂砂対策の有無による効果の検証を行った。

(1) 静内漁港：北海道：対策タイプⅡ

①埋没メカニズム

ヒアリング調査及び既存の深浅測量データを基に推定した静内漁港における埋没機構は以下の通りである。

- ・ 漁港右岸側の静穏域で循環流が発生し、汀線際の砂を航路付近まで運搬する。
- ・ 航路は波高が小さく、水深が深いために循環流により運搬された砂が堆積する。

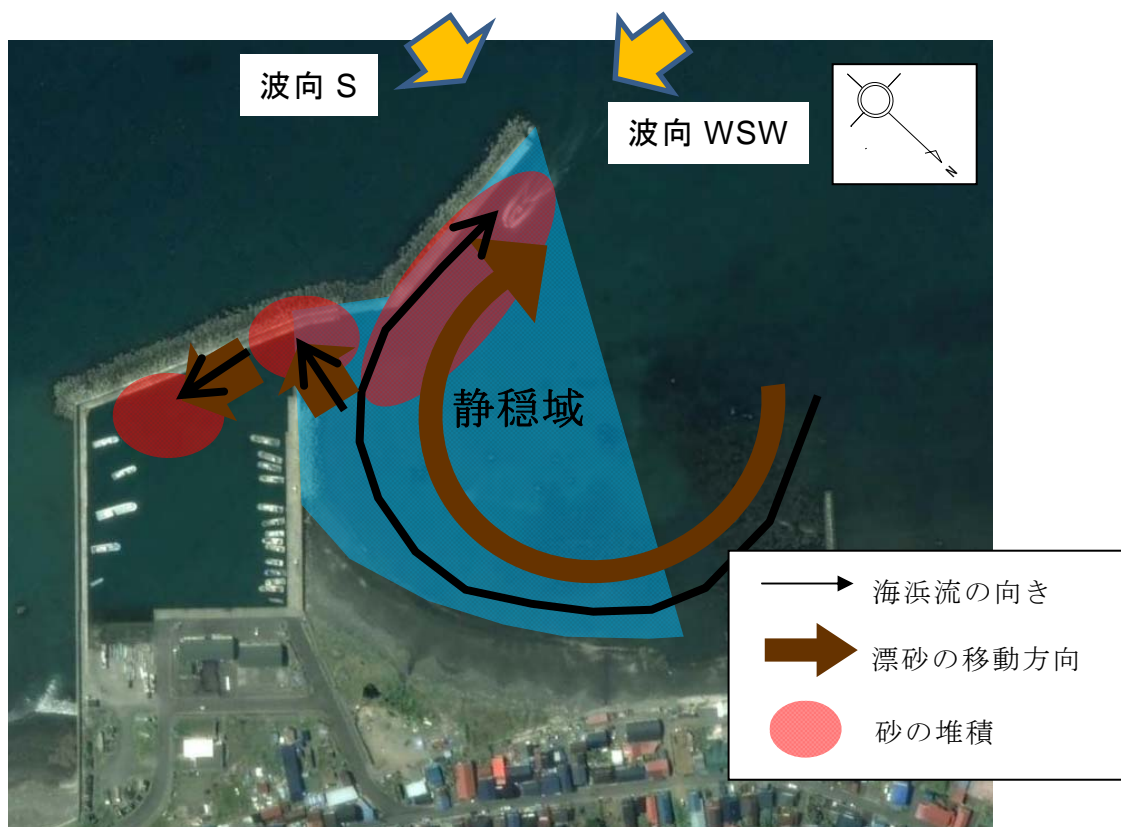


図-5.20 静内漁港における航路・泊地の埋没メカニズム

②沖波条件

静内漁港の検証シミュレーションでは、年間を通して波浪が卓越する波向 S と冬季激浪の卓越方向である波向 WSW の 2 波向を検討対象波浪として選定した。

- ・ 波高 3.36m、周期 9.4s、波向 S : 様似波浪観測点で 2003～2011 年までの間に観測された、波向 S の波浪を対象として算出した年数回波
- ・ 波高 3.29m、周期 7.6s、波向 WSW : 様似波浪観測点で 2003～2011 年までの間に観測された、波向 WSW の波浪を対象として算出した年数回波

③現況再現解析

波向 S、波向 WSW のいずれのケースについても、漁港右岸側の静穏域における循環流の発生と、それに伴う航路及び泊地での砂の堆積が計算で再現された。波向 WSW の場合のほうが、より沖側に堆積する傾向があった。

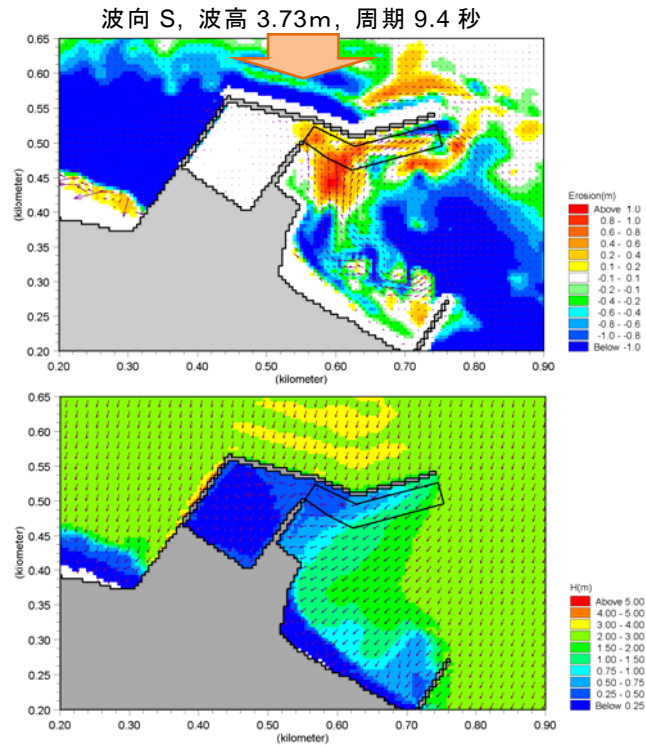


図-5.21 (a) 静内漁港の漂砂解析結果(波向 S、上:地形変化、下:波高分布)

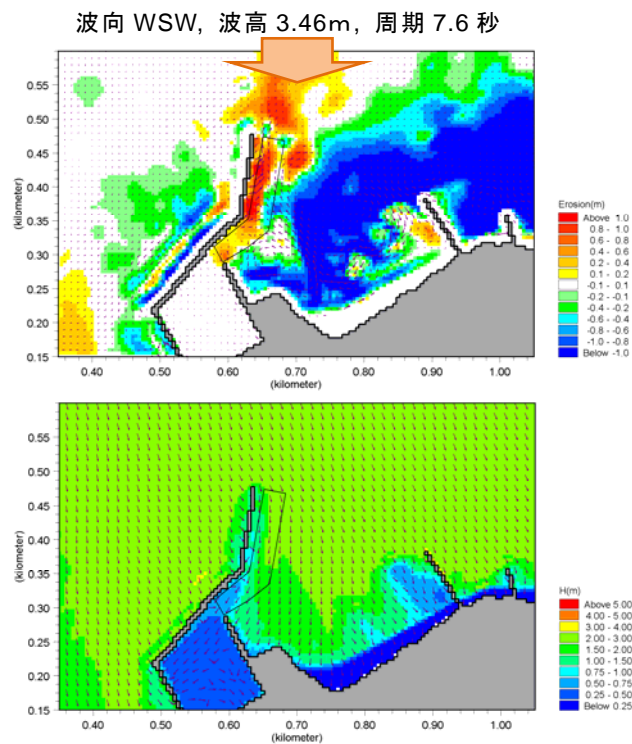


図-5.21 (b) 静内漁港の漂砂解析結果(波向 WSW、上:地形変化、下:波高分布)

④対策工の設定

現況再現結果より、航路・泊地の埋没を軽減するためには、主防波堤の遮蔽域で生じる循環流を抑制することや、漁港右岸側の海浜での浚渫により循環流に伴って港口に運搬される漂砂量を減少させることが有効と考えられた。ここでは対策工として、以下の4案を検討した。

対策案1：既設防砂堤の延伸(L=205m)

対策案2：既設防砂堤の延伸(L=205m)+漁港右岸側の浚渫 (2.2万 m³)

対策案3：防砂堤の新設(L=175m)

対策案4：防砂堤の新設(L=175m) +漁港右岸側の浚渫 (2.2万 m³)

なお、対策案3と4では、防砂突堤先端に潜堤を設け、港内の循環流を抑制する対策を併せて検討した。

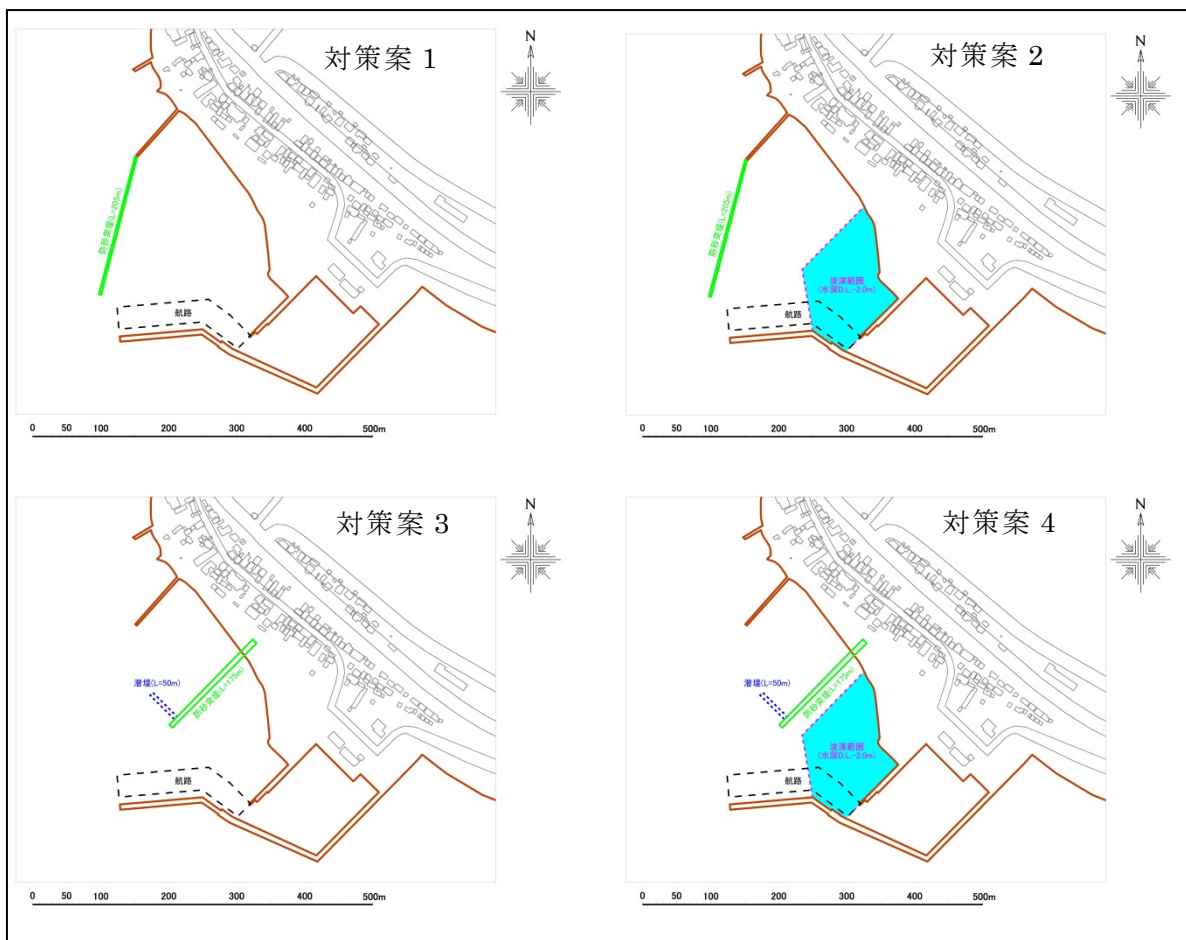


図-5.22 対策港形案：静内漁港

⑤対策工の検証結果

4 ケースの対策工を実施した場合の効果を比較した。

- ・ 外郭施設の設置のみとした対策案 1 及び対策案 3 では、循環流に伴う港口への土砂運搬を完全に防ぐことができなかった。
- ・ 漁港内の浚渫を実施した対策案 2 及び 4 では、航路内への堆砂はほとんどなく、効果的であると予測された。浚渫により漁港右岸側の水域の水深が深くなったため、漂砂の巻き上げが抑制され、漂砂量が減少したためと考えられる。

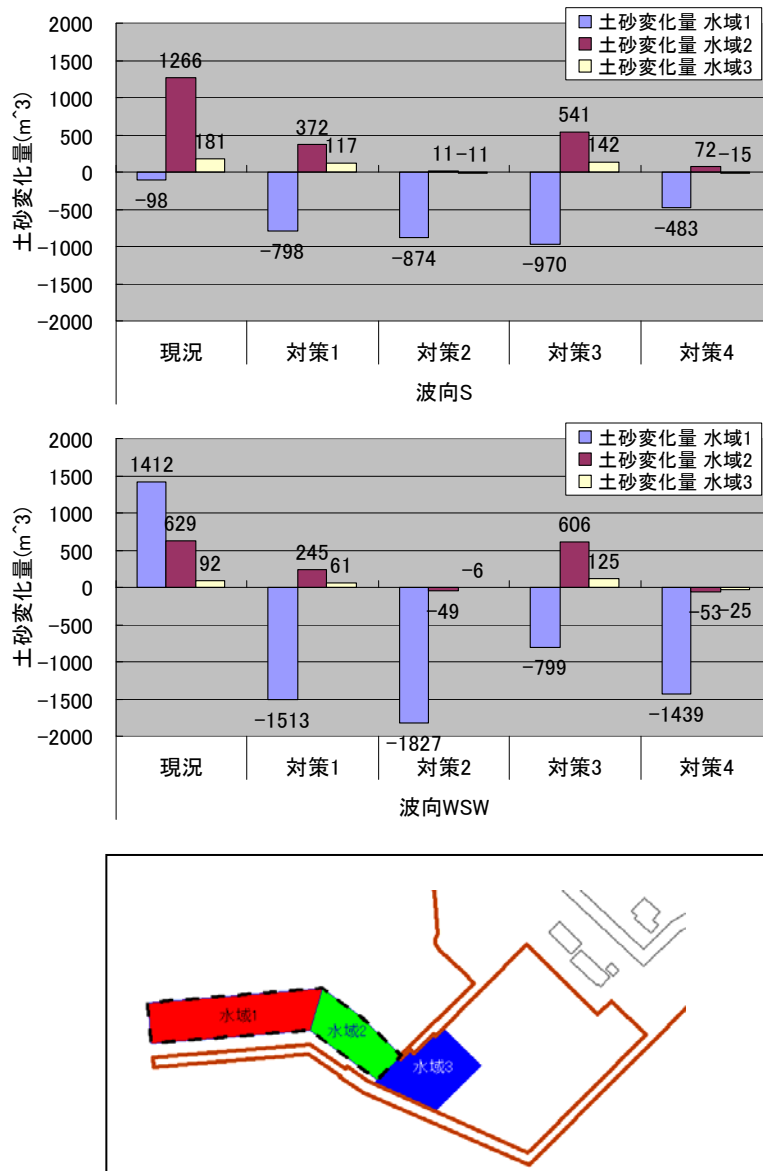


図-5.23 上:水域毎の土砂変化量予測 下:水域設定図

漂砂シミュレーションによって4タイプの対策案を比較検討した結果、静内漁港では対策案2（既設防砂堤の延伸 L=205m+漁港右岸側の浚渫 2.2 万 m³）が効果的であると判断された。

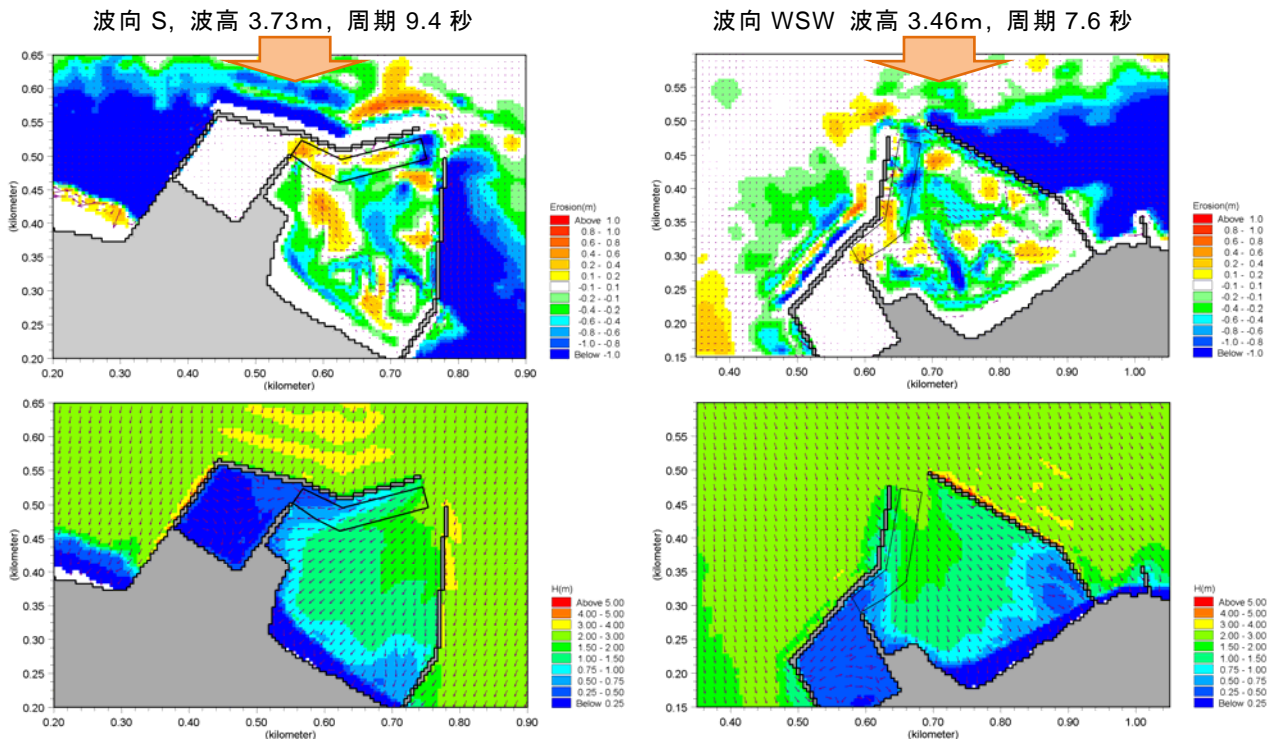


図-5.24 (a) 静内漁港の埋没対策案の効果予測: 対策案1
(左図: 波向 S、右図: 波向 WSW) (上: 地形変化、下: 波高分布)

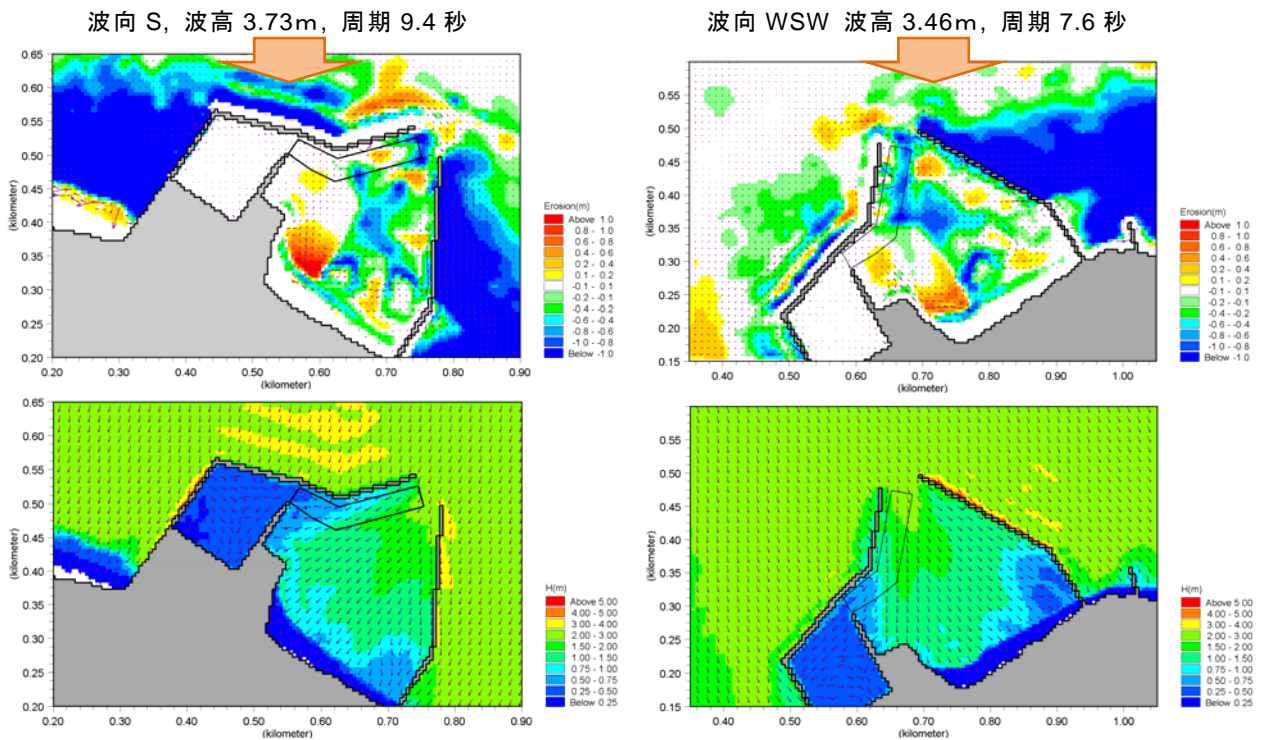


図-5.24 (b) 静内漁港の埋没対策案の効果予測: 対策案2
(左図: 波向 S、右図: 波向 WSW) (上: 地形変化、下: 波高分布)

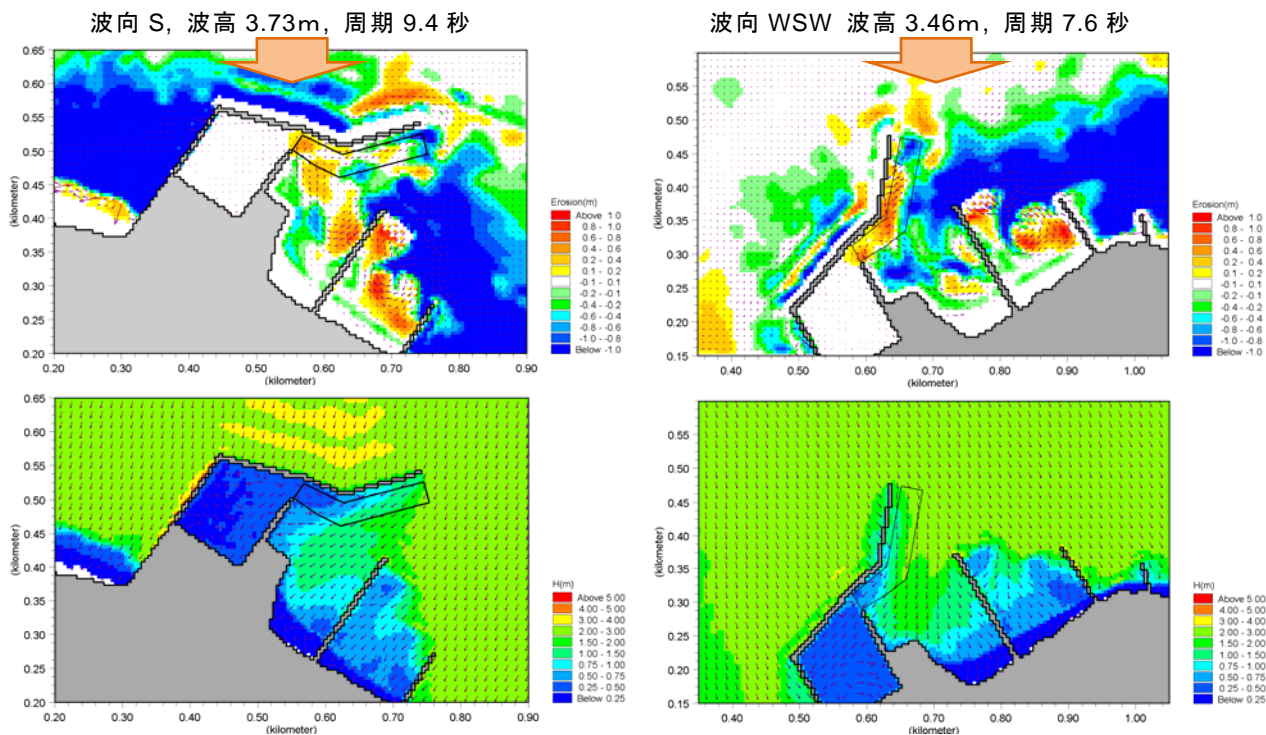


図-5.25 (c) 静内漁港の埋没対策案の効果予測: 対策案3
 (左図: 波向 S、右図: 波向 WSW) (上: 地形変化、下: 波高分布)

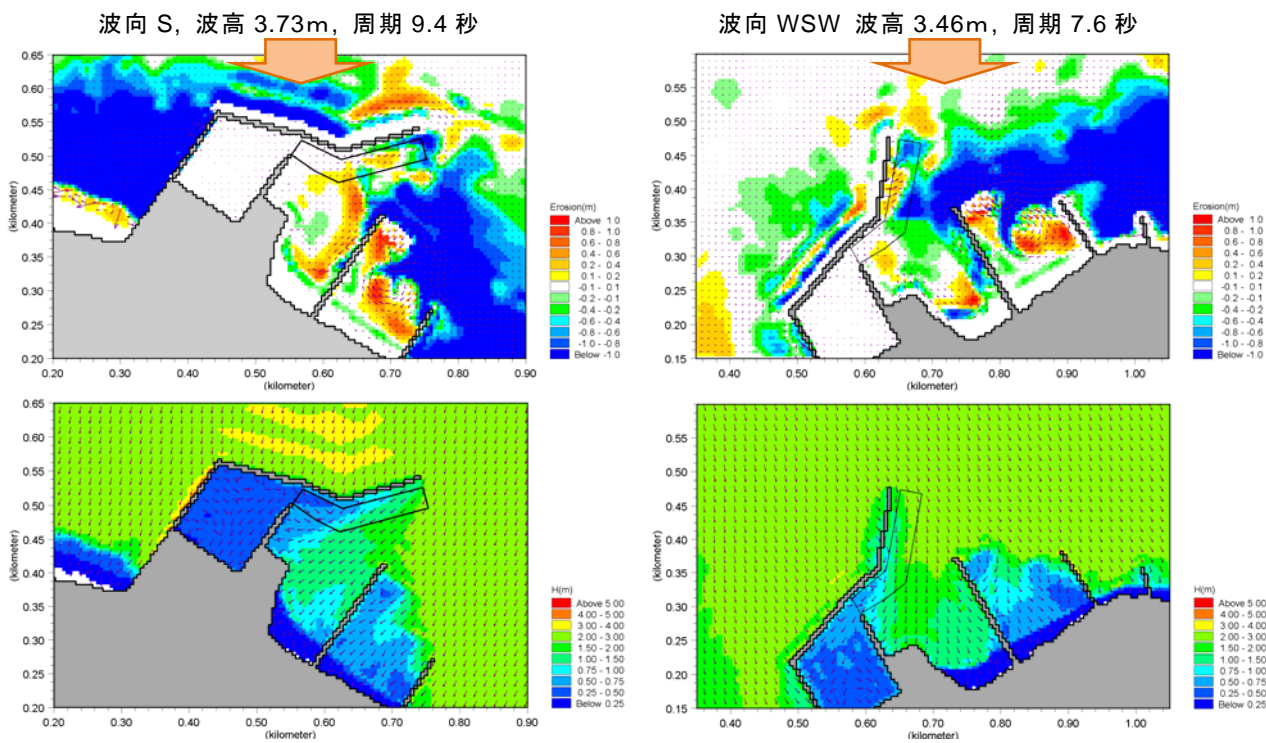


図-5.25 (d) 静内漁港の埋没対策案の効果予測: 対策案4
 (左図: 波向 S、右図: 波向 WSW) (上: 地形変化、下: 波高分布)

(2) 小波渡漁港：山形県：対策タイプ I

①埋没メカニズム

小波渡漁港北側の離岸堤3基が不透過になったことで、波の継続的な作用によって離岸堤背後の水位が上昇し、このエネルギーで沿岸漂砂が生じる。現地での情報によると、離岸堤背後は小波渡漁港側を開いており、ここから漂砂が流出し、秋口までに漁港口周辺に堆積する。その後、冬季の高風浪によって港口の航路付近に砂が運ばれて堆積すると考えられる。



図-5.26 小波渡漁港における航路・泊地の埋没機構

②沖波条件

酒田港沖のナウファスデータを基に波浪条件を整理した既存資料に倣い、冬季の高波浪時の条件として、波高 2.4m、周期 6.6s、波向 NW を設定した。

③ 現況再現解析

現況再現シミュレーションによって、小波渡漁港と離岸堤の間の砂の輸送過程を解析した。離岸堤端～港口に形成される循環流によって、岸沿いに堆積した砂が輸送されて、港口付近に堆積する状況が確認された。

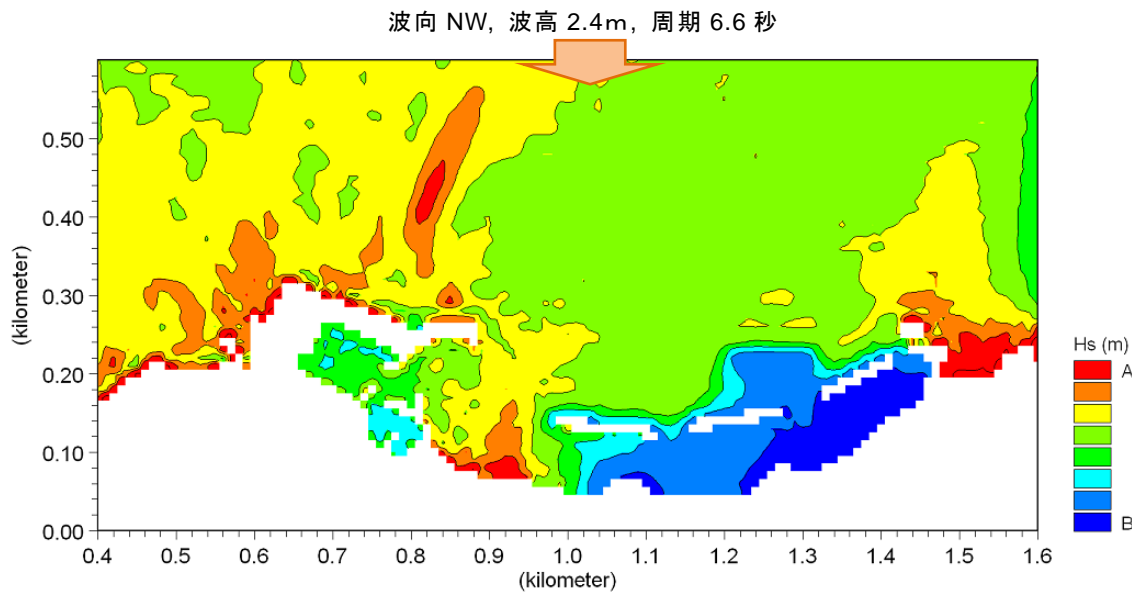
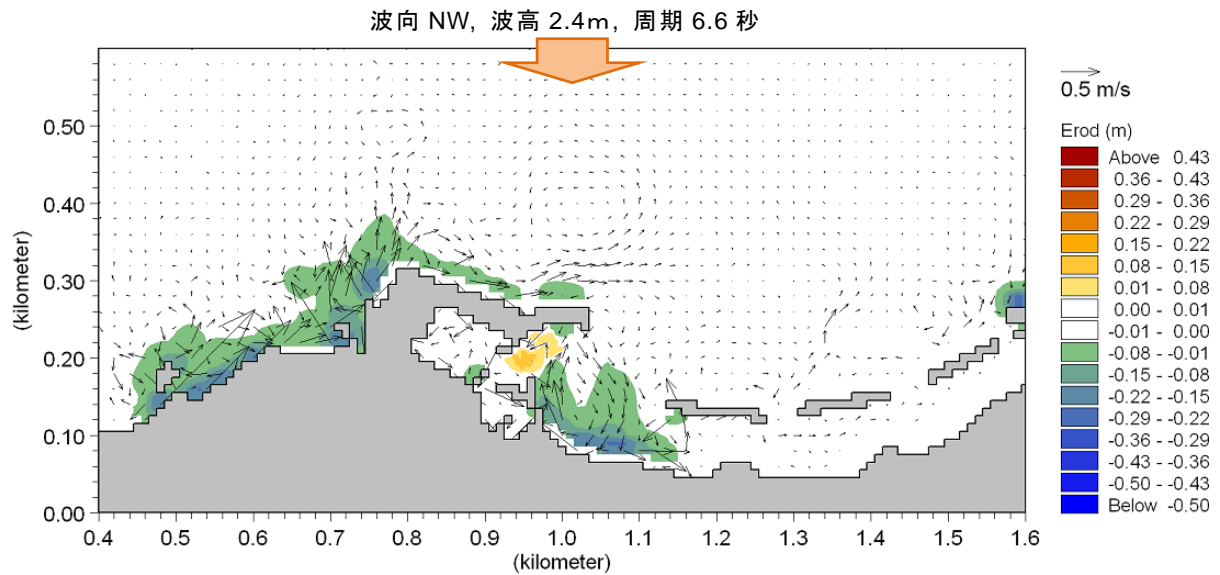


図-5.27 小湊漁港における現況の漂砂解析
(上図: 漂砂フラックスと堆積・侵食、下図: 波高)

④対策工の設定

現況解析の結果を見ると、港口に沿って強い循環流が形成されており、このため港口付近に砂が堆積する結果となっている。循環流漂砂を抑制し漂砂を軽減するため、港口に延長 70m の潜堤を設置する案を検討した。対策案を図-5.28 に示す。



図-5.28 対策港形案:小波渡漁港
潜堤設置 (延長 70m)

⑤対策工の検証結果

漂砂を抑制する対策工として港口に潜堤を設けた場合の効果を検証した。潜堤の沖側で波向が高くなり、岸側では逆に低くなる。これによって港口周辺の循環流が停滞し、港口への砂の輸送が抑えられる結果となった。潜堤が効果的な対策になると予測された。この対策によって港口の堆砂はほぼ解消される。

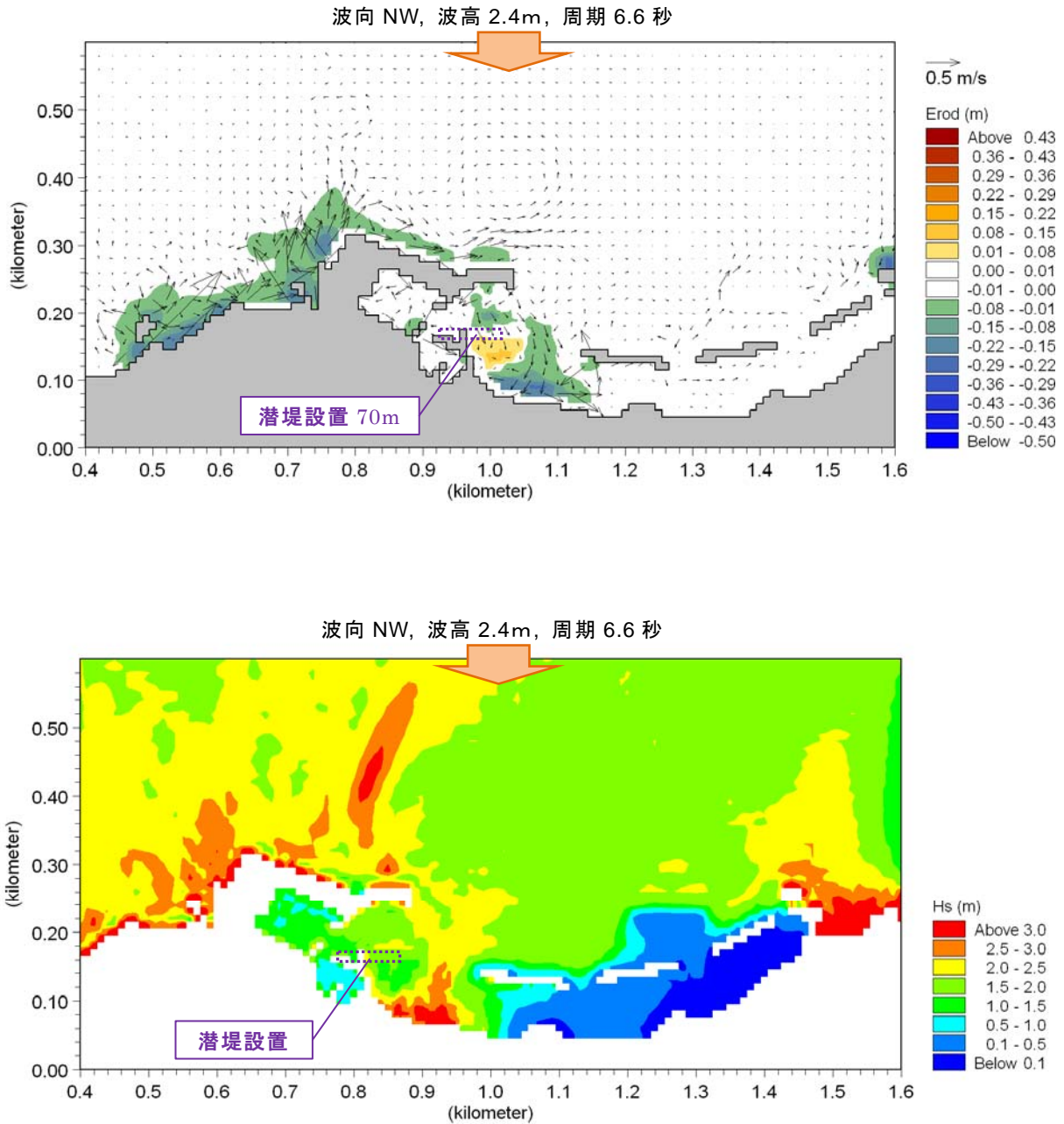


図-5.29 小波渡漁港の埋没対策案の効果予測

(3) 小湊漁港：鹿児島県：対策タイプⅣ

①埋没メカニズム

小湊漁港は周囲を砂浜に囲まれ、港口防波堤の北側に砂が溜り、干潟を形成している。砕波帯で巻き上げられた砂が、海浜流によって南向きに輸送され、港口付近で静穏性が高まり、深部に堆積する。また、港口の防波堤背後に循環流が形成され、港口付近での堆砂を促進すると考えられる。

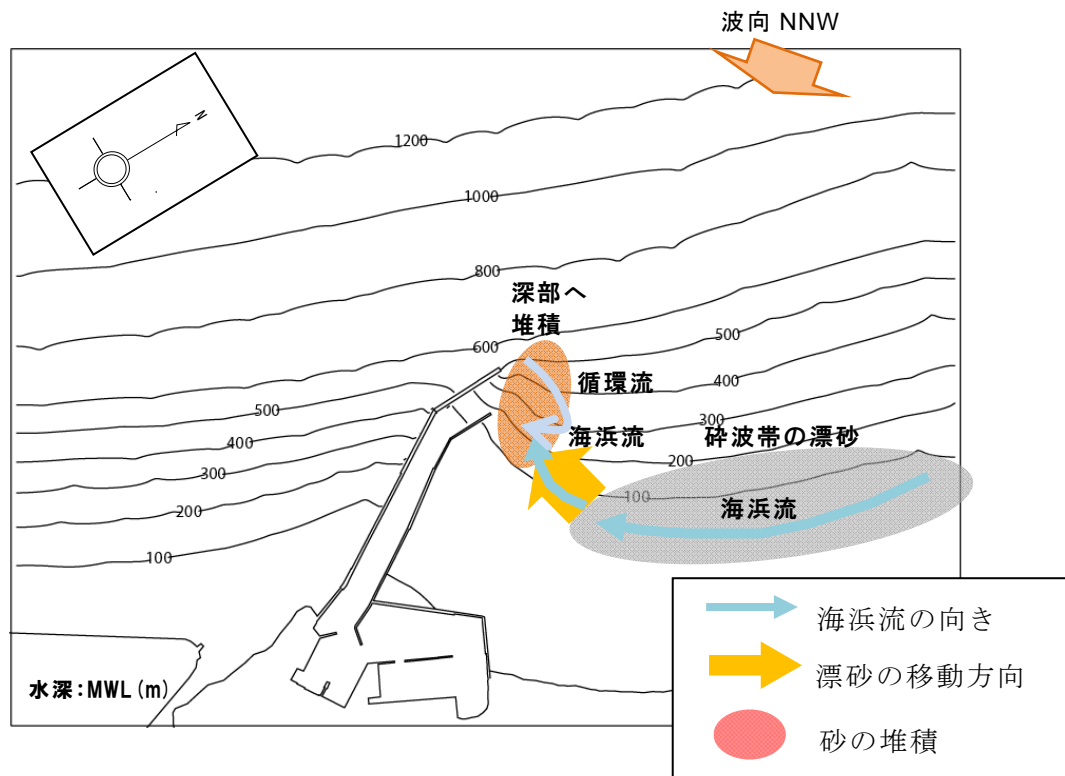


図-5.30 小湊漁港における航路・泊地の埋没機構

②沖波条件

鹿児島県の漁港整備調査に基づいて、冬季の高波浪時の条件として、波高 3.1m、周期 7.0s、波向 NNW を設定した。

③現況再現解析

現況再現シミュレーションによって、砕波帯での漂砂と沖合への輸送と港口における堆積の状況が確認された。

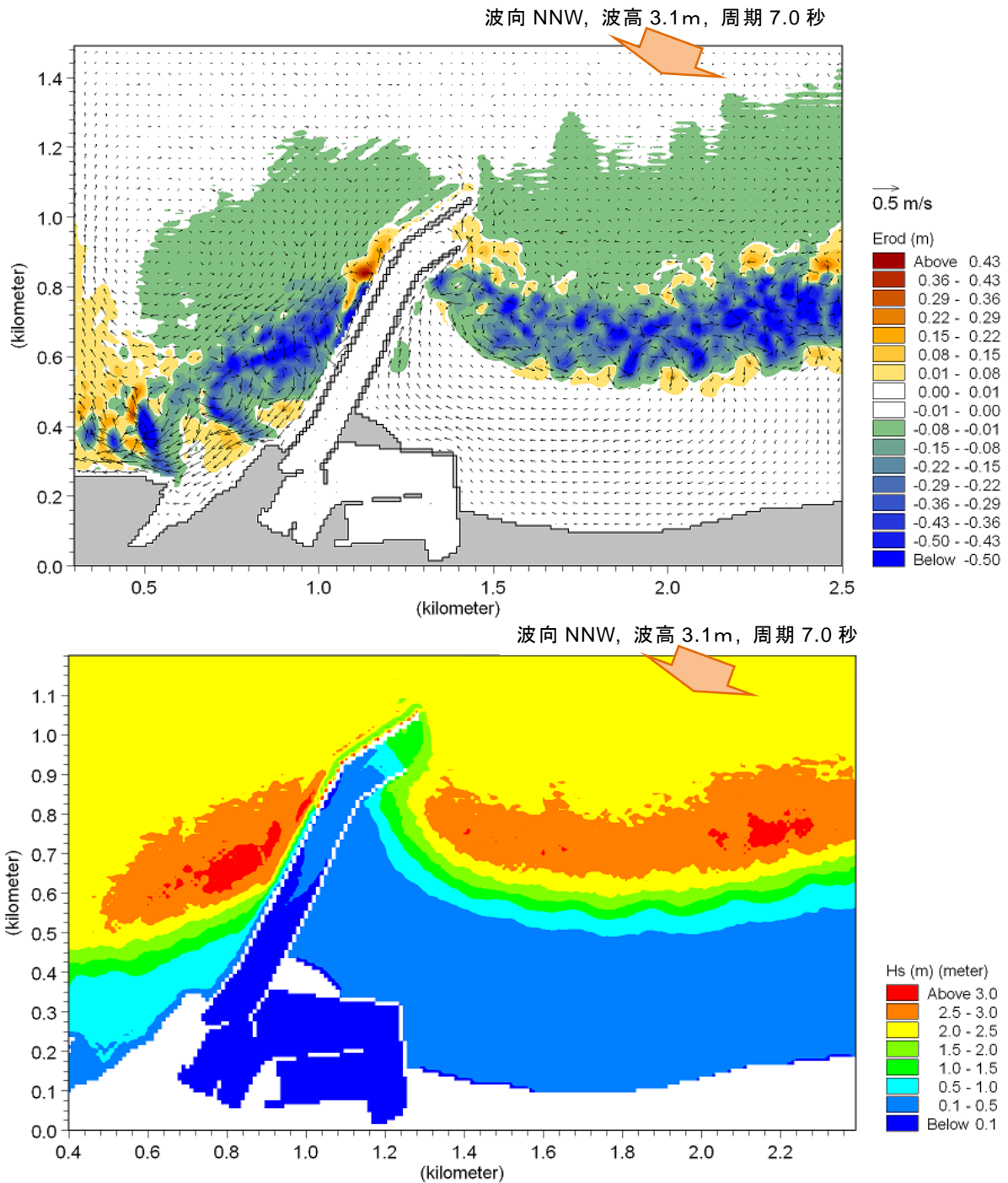


図-5.31 小湊漁港における現況の漂砂解析
(上図:漂砂フラックスと堆積・侵食、下図:波高)

④対策工の検証結果

小湊漁港では埋没対策として、港口を西向きに付け替え、沖防波堤（延長 60m）を設置する案を検討した。この対策により、港口の堆砂は軽減できるものの、沖防波堤背後は堆積域となると予測された。なお、堆砂量は現況に対して 62%程度に軽減される。

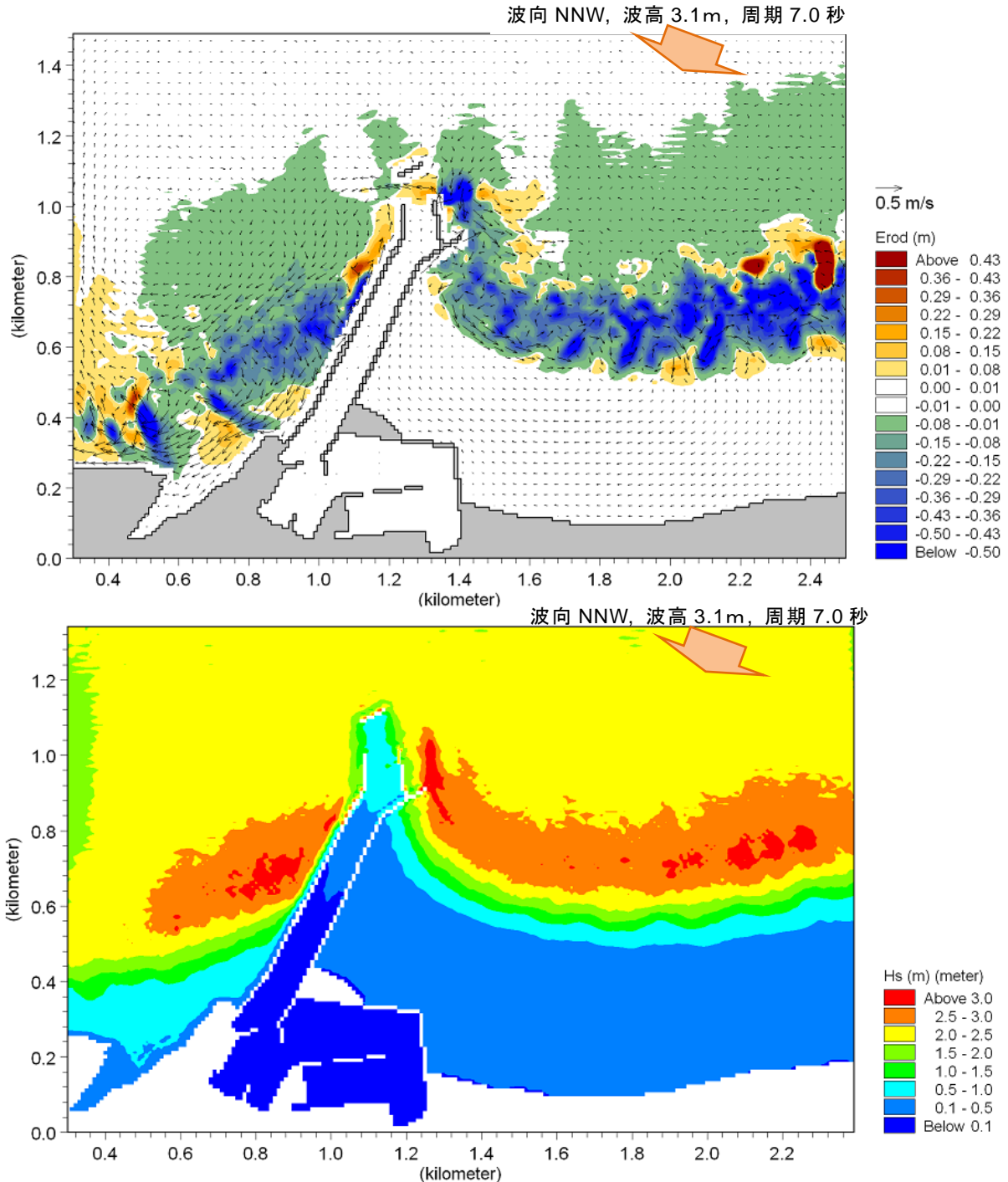


図-5.32 小湊漁港の埋没対策の効果予測：沖防波堤あり
(上図：漂砂フラックスと堆積・侵食、下図：波高)

なお、沖防波堤（延長 60m）の設置によって、その背後に堆砂することが懸念されるため、参考として沖防波堤がない条件で漂砂解析を行った。この対策によって、港口の堆砂は軽減でき、航路筋は堆砂が軽減されることが予測された。堆砂量は現況に対して 32%程度に軽減される。

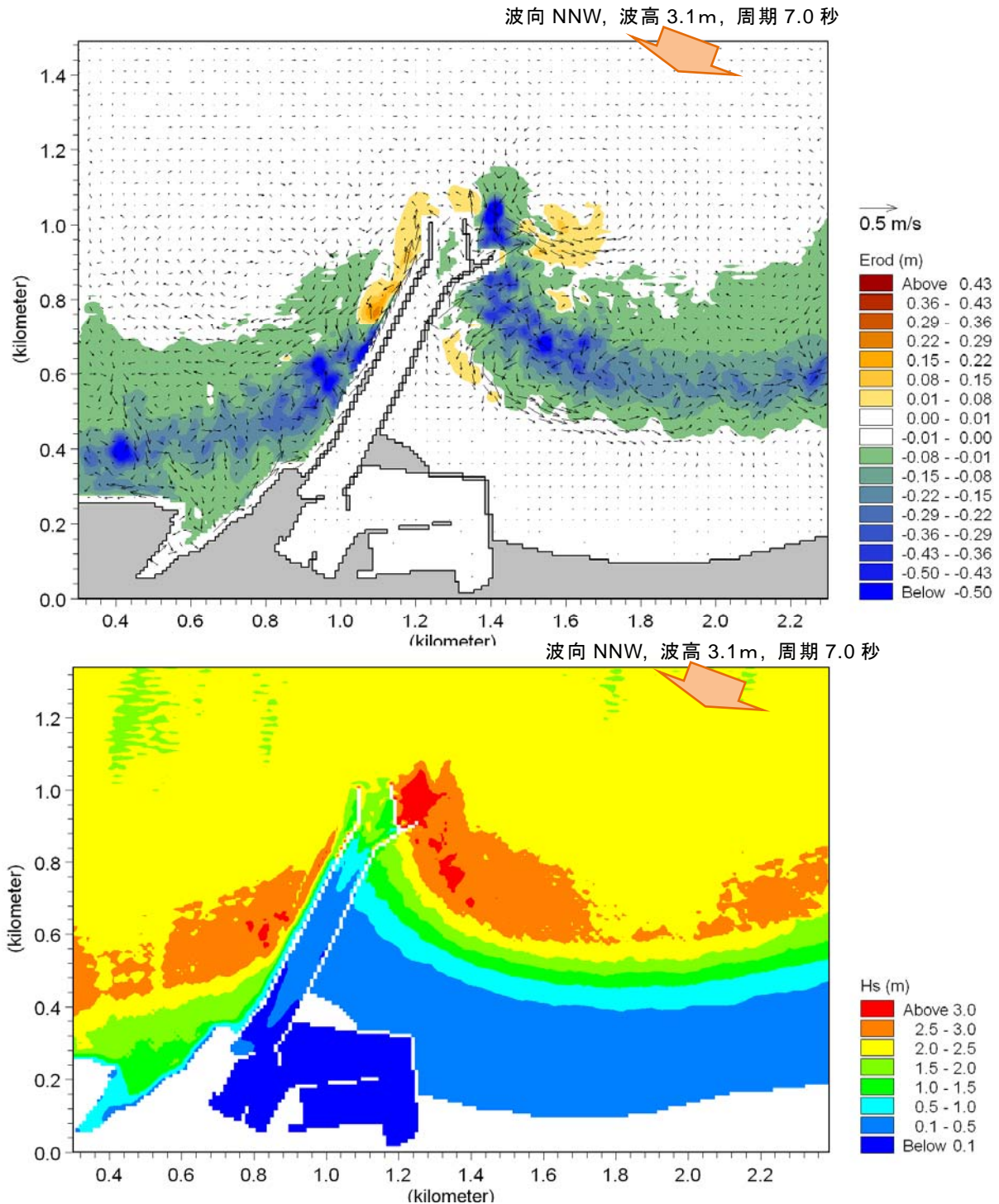


図-5.33 小湊漁港の埋没対策の効果予測：沖防波堤なし
（上図：漂砂フラックスと堆積・侵食、下図：波高）

(4) 久留和漁港：神奈川県：対策タイプⅡ

①埋没メカニズム

久留和漁港は近隣の WSW の波向きにより発生した沿岸流により、漂砂が流入していたが、防砂堤を新設することにより、港内への両砂の流入がなくなった。これは、防砂堤により海浜がポケットビーチ化したためと考えられる。この防砂堤の効果を検証した。

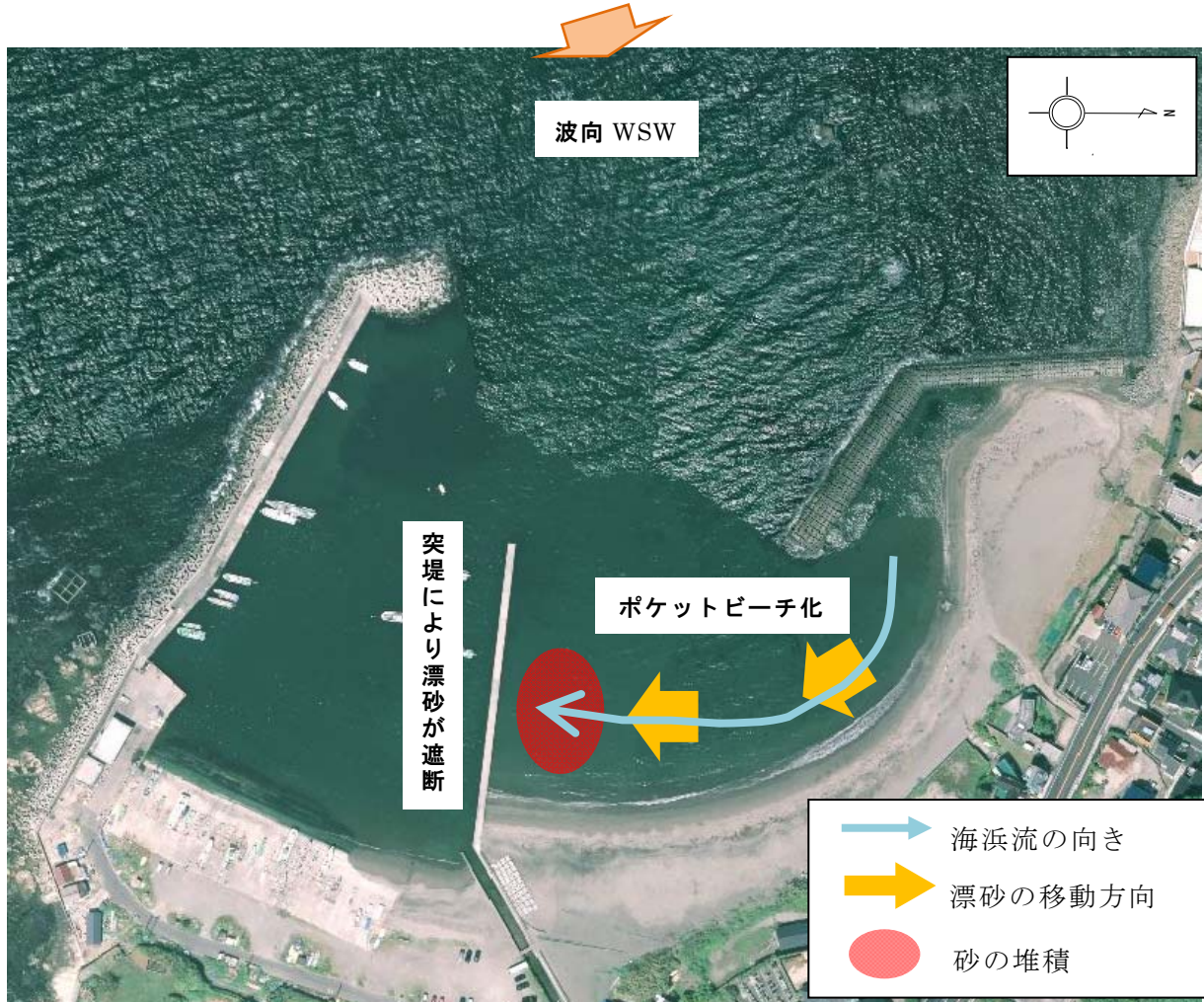


図-5.34 久留和漁港における航路・泊地の埋没機構

②沖波条件

近隣の漁港における波浪出現頻度の整理結果を利用し、沖波条件として入射波向 WSW、波高 2.0m、周期 7.0s を設定した。

③現況再現結果

久留和漁港における防砂堤の効果を確認するため、漂砂シミュレーションを実施した。解析の結果、港内では全体的に静穏な状況となることと、漂砂が防砂堤によって堰止められることが確認された。防砂堤によってポケットビーチが形成されている。

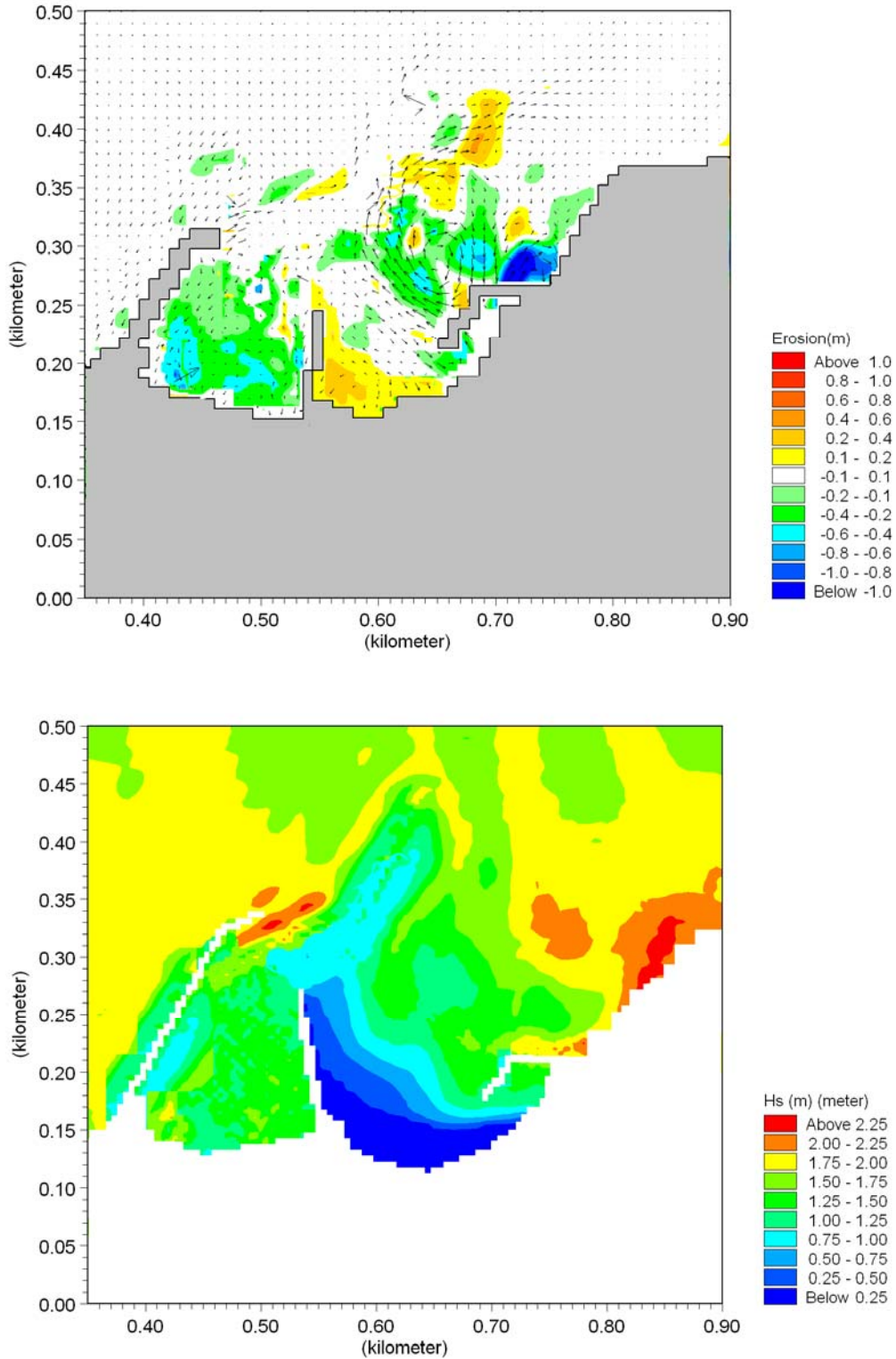


図-5.35 久留和漁港埋没対策の効果評価
(上図:漂砂フラックスと堆積・侵食、下図:波高)

(5) シミュレーションによる対策効果の評価

引き続き埋没対策が必要と考えられる漁港について、想定される対策工について漂砂シミュレーションを実施した。この結果、久留和漁港のように対策が十分に機能していると評価できる漁港がある一方で、静内漁港のように対策工のみでは漂砂経路を完全に抑えることが困難な漁港もあることが分かった。久留和漁港は、防砂突堤によって隣接する砂浜がポケットビーチとして安定した結果、漂砂が抑制された事例である。一方、静内漁港は漂砂量が多く、対策工のみでは十分に漂砂を抑制することができず、漂砂量を抑えながら継続して一部浚渫を行うことが現実的な対策であると考えられた。

また、有効な対策工案の検討を進める過程で、有識者から、潜堤による海浜流制御によって漂砂を抑制する工法が提案された。小波渡漁港を対象として潜堤の効果を検証したところ、潜堤周辺で漂砂の向きが変わり堆砂域を制御できる可能性が示唆された。こうした新たな対策工の検討を今後も進めることが必要であり、その効果を検証するツールとして漂砂シミュレーションの手法が有効であることが確認された。

5.5 対策案の整理

(1) 対策工案のとりまとめ

下図に示す通り、既に埋没要因別に4案の対策タイプを提案した(4.2 対策工の提案を参照)。

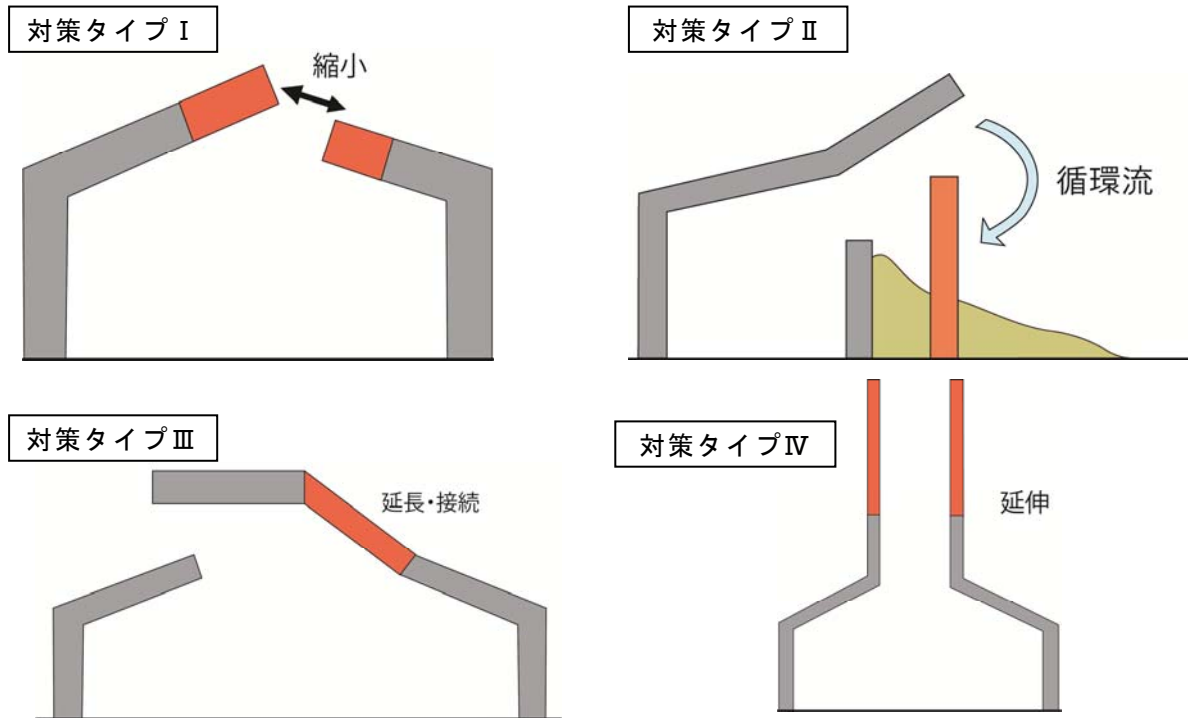


図-5.36 対策工のタイプ(再掲)

これらは、波により発生する循環流などの流れを制御して、港内に漂砂が流入しないように制御する対策工法であり、流れを制御する対策が効果的であると考えられる。流れを制御できる工法としては、このほかに潜堤がある。沖合に潜堤を設置することにより、水位を上昇させ、岸向きの流れを発生させることで、漂砂を制御することが期待できる。

タイプ・V : (潜堤タイプ) : 新たな対策として有望な案である。沖合に潜堤を設置することにより、水位を上昇させ、岸向きの流れを発生させることで、漂砂を制御する。

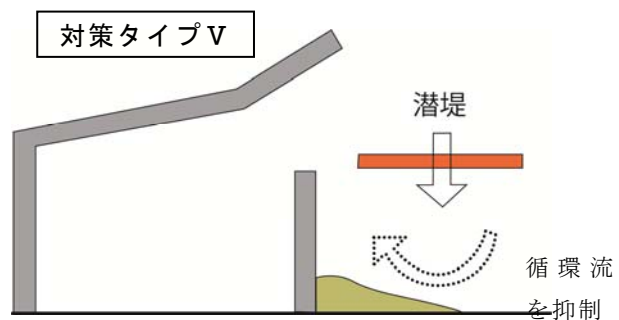


図-5.37 新たな対策工の提案(潜堤タイプ)

また、流況を変化させる工法としては、漁港港内の水位を高くし、港外に排出する工法も考えられる。具体的には、潜堤などにより水位上昇させ、防波堤に通水口などにより、港内から港外の流れを発生させる方法などがある。その際、港口を絞るなど

の港形を工夫するとさらに効果的である。ただし、港内に水を取り込む際に、漂砂も同時に港内に輸送されることが考えられ、この対策が必要になる。

実際に、海水交流のための施設では、砂が流入・堆積し、問題になっている漁港も見受けられるので、工法の採用には、この点を留意する必要がある。

タイプ・VI：(海水交換型)：新たな対策のひとつであり、港外に潜堤や海水交換促進防波堤を設置するとともに海水交換のための通水口を設け、港内外の水位差によって港内流動を制御する。

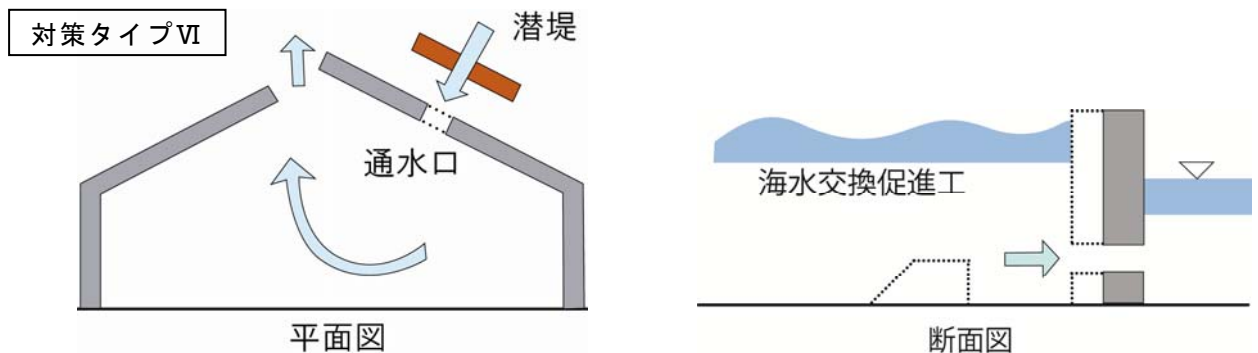


図-5.38 新たな対策工の提案(海水交換型)

(2) 対策の考え方

アンケートの結果を見ると、漂砂量の多い漁港では、外郭を変更する対策だけでは十分な効果が得られない事例も多く見られた。また、「引き続き対策が必要と考えられる漁港」を対処とした漂砂シミュレーションでも、対策工のみでは漂砂量を十分に抑制できず一部で埋没が生じるケースも予測されている。こうした漁港では、漂砂を完全に防除するには長大な防砂堤が必要となることも想定されるため、現実的には防砂堤等の設置に加え、一部分の浚渫を行う対策の組合せが実効性の高い対策案であると考えられる。こうした対策の組合せ案の効果と経済性を検討するためには、埋没の抑制効果の定量的な評価のほか、対策工の建設費用と浚渫の継続費用などの多面的な評価を総合して、適正な対策案を選定することが求められる。以上の検討結果から、対策としては、以下の3タイプが考えられる。

【対策案の考え方の3タイプ】

タイプ1：浚渫の継続が望ましい漁港

(対策工の建設費用より維持浚渫費用が安価)

タイプ2：構造物による対策が望ましい漁港

(対策工の設置費用が経年的な浚渫費用より安価)

タイプ3：浚渫と構造物による対策の組合せが望ましい漁港

(双方の組合せにより対策効果があり総合的な費用が安価)

6. 新しい対策工法の検討

対策工を検討する際の有識者ヒアリングの中で、従来の埋没対策では用いられていない新たな工法として、潜堤の効果について検討する必要性が指摘された。また、小波渡漁港について潜堤設置の効果をシミュレーションで検証したところ、効果的であるとの評価結果が得られた。こうした新しい対策工法が効果的と考えられるモデル漁港（1漁港）を選定し、漂砂シミュレーション手法を用いてその効果を検証した。

6.1 モデル地区の選定

アンケート結果とヒアリング踏まえ、新しい対策工法が効果的と考えられ、従来の手法では対応できないようなモデル地区（1地区）として北海道の峰浜漁港を選定した。新しい対策工法としては、堆積の要因となる流況・流向を変えるような工法として潜堤を想定した。



図-6.1 新たな対策工法の検討モデル漁港：峰浜漁港（北海道）

6.2 対策効果の検証

①埋没メカニズム

浮遊砂を考慮した漂砂シミュレーション手法を用いて、モデル地区において、新しい漂砂対策工による効果を検証した。

はじめに既存資料を基に漁港の埋没機構を検討した上で、現況港形における航路・泊地の埋没状況の再現計算を行い、堆積の要因を分析した。次に分析された要因から、新しい対策工について、対策の効果を確認するための予測計算を実施した。

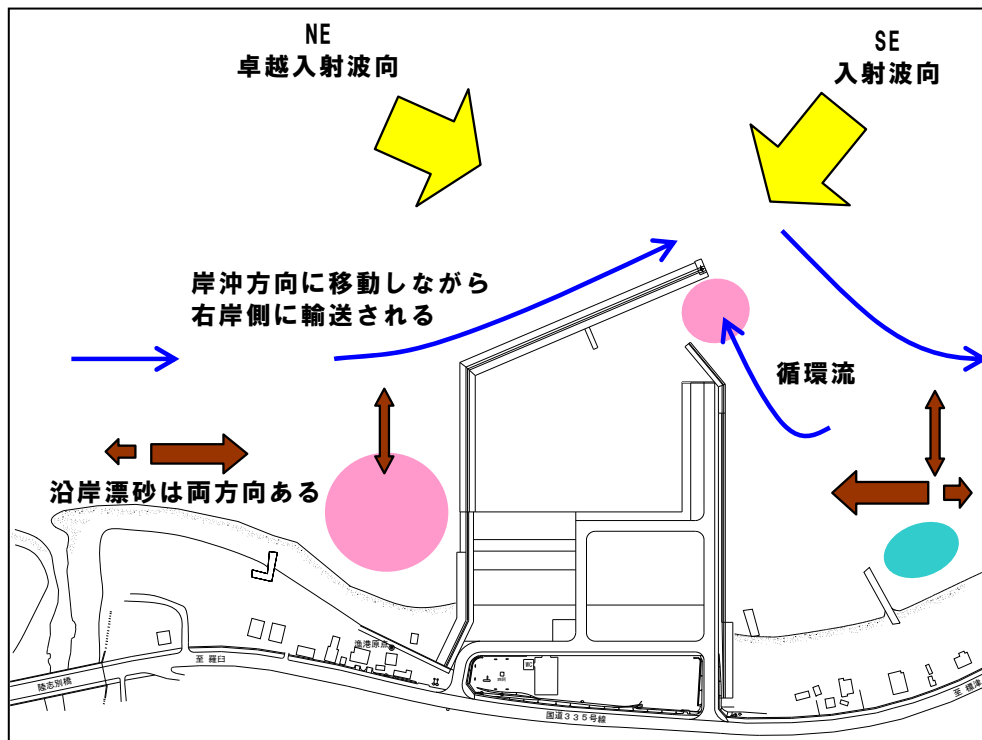


図-6.2 峰浜漁港における航路・泊地の埋没機構

峰浜漁港における漂砂機構としては、高波浪時に防波堤背後で循環流が発生し、背後の静穏域に堆砂する傾向があると判断された。

- ・ 1年確率波のような高波浪が来襲する場合には、現地と同様に航路に土砂が堆積する状況が数値計算によって再現できたと。
- ・ 砂移動のオーダーが周辺海岸と比較すると小さいため、深浅測量や波浪流況調査等の各種現地調査によって現状を把握することが、計算精度の向上に不可欠であると考えられた。

②対策効果検証解析

埋没メカニズムを踏まえ、防波堤背後の循環流を抑制する新たな対策工法として、潜堤を設置したときの効果をシミュレーションで予測した。図-6.3に示した現況の漂砂状況と図-6.4に示した潜堤設置による対策案の漂砂状況を比較すると、対策案では潜堤によって岸向きの流れが形成されていることがわかる。この効果によって漂砂の向きは岸向きに変わり、港口には堆積しないと予測された。潜堤は埋没対策に有効であると評価できる。

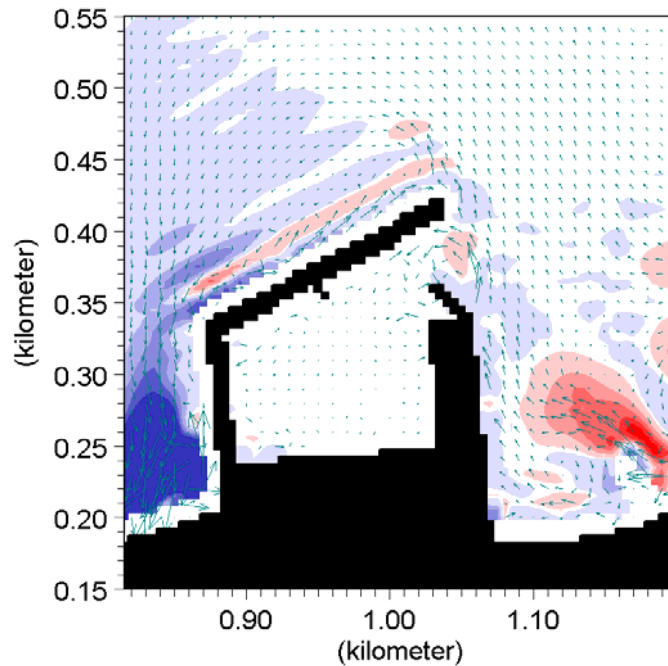


図-6.3 峰浜漁港における現況の漂砂解析

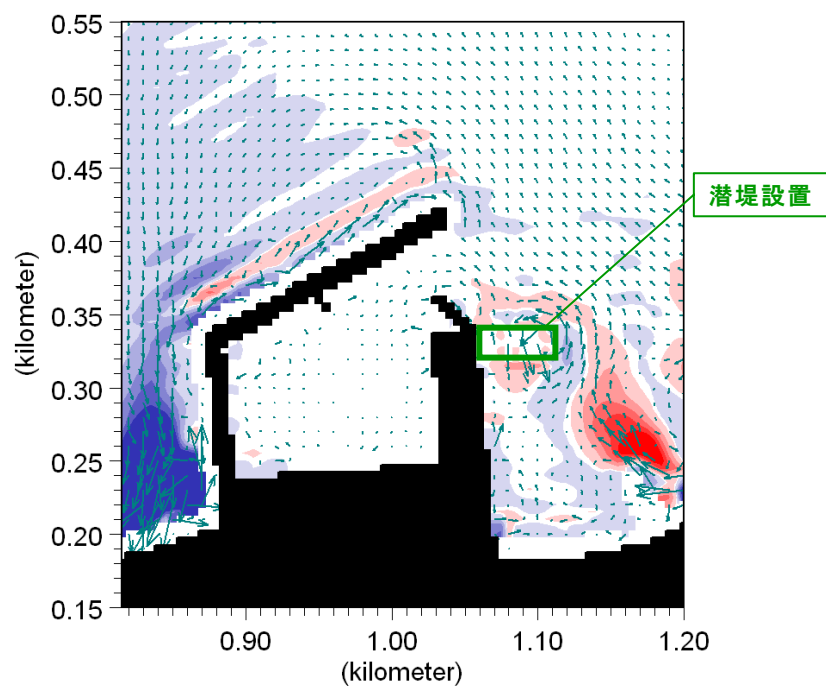


図-6.4 峰浜漁港における新たな対策工法(潜堤)の効果予測

7. 整備及び維持管理計画策定手法の検討

埋没要因・港形パターン別の漂砂メカニズムを考慮した航路・泊地の整備及び維持管理手法について検討した。さらに、検討結果にもとづき、整備及び維持管理計画に関する策定手法を提案した。また、埋没対策を具体的に進めるに当たり、最も効果的で経済性の高い手法を選定するための評価手法として、対策工の費用対効果分析及びLLC（ライフサイクルコスト）の考え方を整理した。

7.1 対策工の整備の体系

対策工の整備までの作業フローを図-7.1に示す。埋没対策の整備及び維持管理計画策定はこの順に検討を進める。

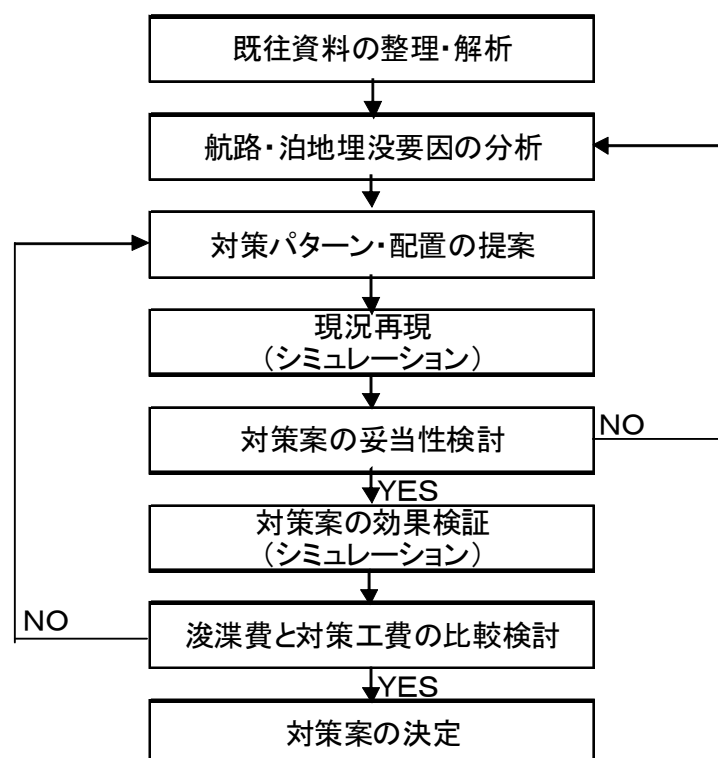


図-7.1 対策工の整備フロー

7.2 埋没対策の検討内容

漁港周辺における航路埋没対策を立案するには、既往資等の調査結果を踏まえ、漂砂メカニズムを把握する。把握された漂砂メカニズムから対策案を立案し、数値シミュレーションにより対策効果を検討するが、工法のLCCや現地の適用性、施工性などを考慮して、総合的に優れた対策を選定する。

対策工を実施した場合には、当初想定したような埋没対策の効果が得られているのかを経過観察し、必要に応じ、対策の見直しなどを実施する順応的な管理を行うことが望ましい。

① 漁港の現状把握

既存調査資料・報告書等の収集整理や現地の漁業者等にヒアリングを行い、港形、地形変化状況、航路・泊地埋没の実態、周辺の自然特性を把握する。

表-7.1 埋没対策に向けた収集資料

資料の分類		資料の内容	有無	備考	
波浪関連資料	潮位	潮位実況			
		計画高潮位		設計潮位	
		期望平均高潮位			
		平均潮位			
		期望平均低潮位			
	波浪	波高			異常時、通常時
		周期			
		波向の出現頻度			
		設計波高			
		漁港波浪データベース			
		ナウファス波浪観測			
潮流		漂砂解析報告書			
		静穏度解析報告書			
		潮流に関する解析報告書		観測位置、期間等	
地形関係資料	地形	深浅・汀線測量結果			
		航空写真(漁港周辺)			
		等深線が入った計画平面図			
		海浜地形(海浜勾配、砂浜幅等)			
		漂砂解析報告書			
		地形変化解析報告書			
		流入河川の有無			
		河川流量		漂砂供給源の河川	
		土砂流出量			
		砂防・多目的ダム等の建設履歴			
漂砂関係資料	現地調査	波、流れ、漂砂報告書			
		底質調査(粒径、粒度分布)報告書			
		風況調査報告書			
	漂砂	漂砂解析報告書			
		漂砂の卓越方向			
		沿岸漂砂量			
		岸沖漂砂量			
		砂移動パターン			
計画関係資料	漁港計画	漁港施設の配置計画の検討報告書			
	漂砂	漂砂対策の検討書			
工事関連資料	漁港	漁港施設の施工履歴(建設経緯)			
	浚渫	航路・港内の浚渫履歴(範囲、量等)			
	被災	浚渫土砂の処分方法、処分場所			
		被災に関する報告書		被災要因、内容等	

② 埋没メカニズムの推定

現状把握の結果に基づき、対象となる漁港における漂砂特性と堆積・侵食の傾向や季節変動等による漁港の埋没メカニズムを推定する。

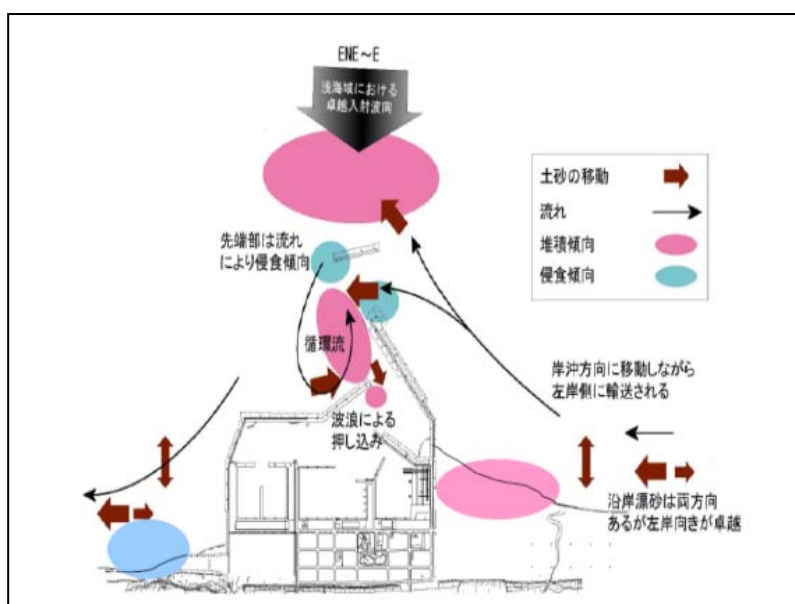


図-7.2 埋没メカニズムの検討事例

③ 対策案の検討

漂砂メカニズムを踏まえ、適切と考えられる対策案をとして数案を選定する。選定された対策案について漂砂シミュレーションやなどの種々の評価予測手法を行い、各案の効果を定量的に評価する。

④ LCC の観点での比較検討

漂砂シミュレーションの結果に基づき、選定された対策案の LCC（ライフサイクルコスト）を比較検討する。

⑤ 最適な対策案の抽出

LCC の観点を踏まえ、各対策案のなかで最適と考えられる案を選定する。このほか、漁港利用、維持管理、工法の信頼性、港内の静穏度、自然環境への影響など考慮し総合的に評価する。

⑥ モニタリング

当初想定した対策効果が得られているのかを経過観察するため、対策工事の進捗に応じて、定期的なモニタリングを実施する。

⑦ 順応的管理（PDCA サイクル）

モニタリング結果を基に、想定外の要因等により対策の効果が十分に得られていないと考えられる場合には、より効果的な対策に向けて、必要に応じ調査を行い、修正案について検討する。

7.3 浚渫費と対策工費の比較検討

埋没対策の費用対効果の検討事例として、吹浦漁港、荻伏漁港、四方漁港についての漂砂対策の概算工事費を算出するとともに、過去の維持浚渫実績の整理及び漂砂対策後の予想浚渫量の算定を行い、漂砂対策の実施による経済効果について検討を行った。

(1) 吹浦漁港（山形県）

当該漁港における既往の浚渫履歴及び年間投資金額より、想定される浚渫量及び年間金額を算出した。以下に、検討条件を取りまとめる。

表-7.2 検討条件一覧

項目	内容
浚渫 概算工事費	2,000 円/m ³ （浚渫実績） 37,000m ³ /年を想定
対策工 概算工事費	78,000 千円（平成 11 年度調査）延長 100m を想定
維持管理修繕費	全体工費の 0.5%/年

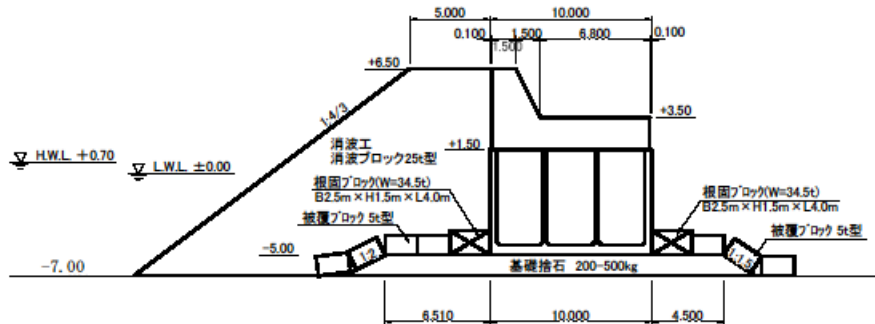


図-7.3 標準断面案

対策費用の検討結果は以下の通りである。

- ・ 約 10 年で、施設整備（構造物）と浚渫費の累計が同様となる。
- ・ 50 年間では、累積浚渫費は対策必要費用のおよそ 4.8 倍となる。

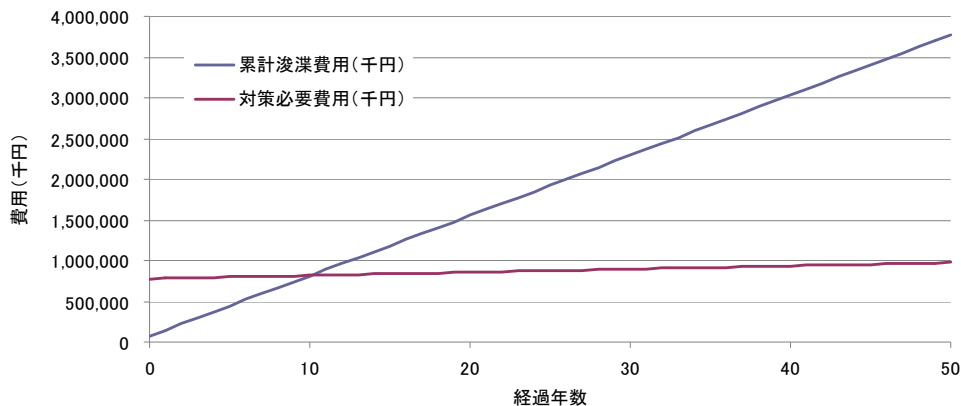


図-7.4 吹浦漁港における「構造物による対策」と「浚渫」の費用比較

(2) 荻伏漁港（北海道）

当該漁港における既往の浚渫履歴及び年間投資金額より、想定される浚渫量及び年間金額を算出した。

表-7.3 検討条件

項目	内容
浚渫 概算工事費	4,600 円/m ³ （実績） 8,000m ³ /年を想定（対策後 1,600m ³ /年）
対策工 概算工事費	770 千円（構造を二重矢板タイプ） 延長 400m を想定
維持管理修繕費	全体工費の 0.5%/年

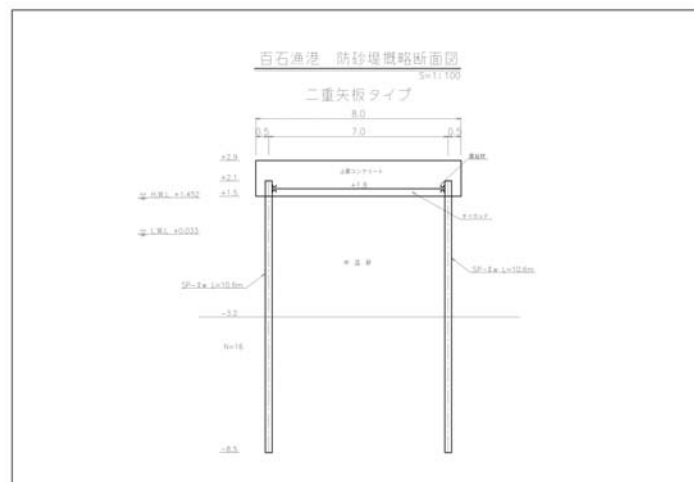


図-7.5 標準断面案

対策費用の検討結果は以下の通りである。

- ・ 約 8 年で、施設整備と浚渫費の累計が同様となる。
- ・ 50 年間では、累積浚渫費は対策必要費用のおよそ 2.8 倍となる。

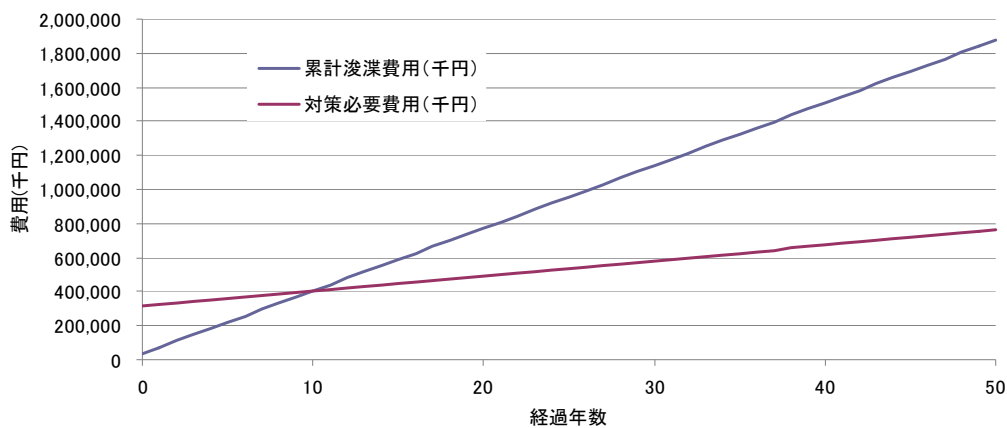


図-7.6 荻伏漁港における「構造物による対策」と「浚渫」の費用比較

(3) 四方漁港（富山県）

当該漁港における既往の浚渫履歴及び年間投資金額より、想定される浚渫量及び年間金額を算出した。浚渫量は、航路及び港内でのサンドポケットの既往の実績をもとに年平均値を算出し、2,000m³/年とした。対策工においては、前述で検証された防波堤の延伸を想定した。延長は280mとし、工費は吹浦漁港の検討実績（平成11年度調査）をもとに設定した。管理費として、0.5%とした。対象とする期間は、施設の供用年数である50年とした。

表-7.4 検討条件

項目	単価
浚渫 概算工事費	2,500 円/m ³ （実績より） 2000m ³ /年を想定
対策工 概算工事費	78,000 千円（吹浦を参考）
維持管理修繕費	全体工費の0.5%/年

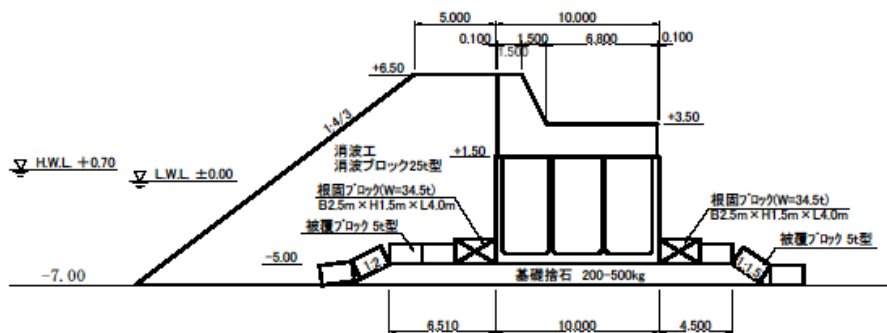


図-7.7 標準断面案

対策費用の検討結果は以下の通りである。

- ・ 浚渫規模が小さいため、対策費用の方が浚渫費用を大きく上回った。これは、漁港用地整備を念頭に対策工を実施したためと考えられる。

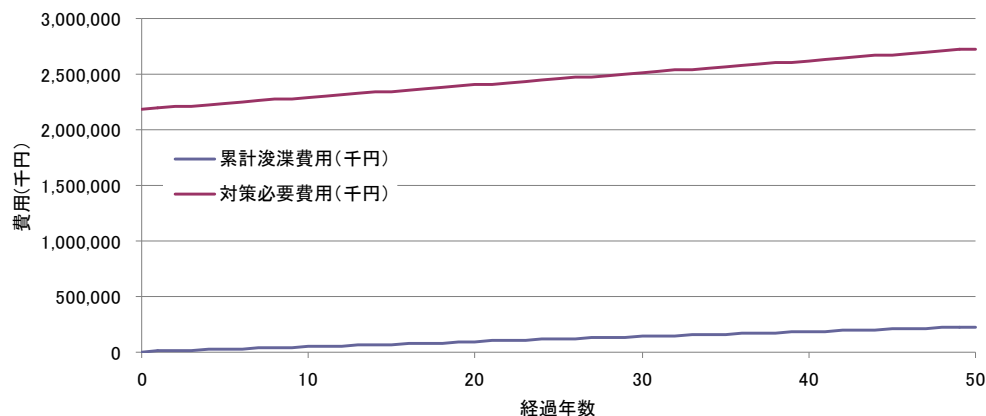


図-7.8 費用比較

ここで検討したように、漁港によっては対策工よりも浚渫を継続した方が長期的に安価である事例が考えられる。単に防砂堤等の建設を進めるのではなく、浚渫の効果と費用とも比較検討し、適した対策法を選定することが肝要となる。こうした選定手法としてLCC（ライフサイクルコスト）の考え方が有効であると考えられる。

7.4 構造物と浚渫の組合せ工法の費用評価

対策工の効果検証シミュレーションで明らかになった通り、防砂堤によって完全に漂砂を防止できる事例は少なく、多くの漁港では対策工のほかに一部分の浚渫を併用する対策の実効性が高いと考えられる。また、対策費用の検討においても、浚渫費用の方が安価である事例も見られることから、埋没対策では、構造物による対策と浚渫の費用とを総合的に比較検討し、ベストミックスを求める選定手法が必要となる。

これまでに実施された既存の埋没調査結果について、表-7.5(a)、(b)に想定費用を示す。これらは漂砂対策に要する施設整備費用と経年堆砂の浚渫費用を比較したものであり、「5.5 対策案の整理」で示した「対策の考え方3タイプ」に沿って、浚渫が望ましい漁港、対策工が望ましい漁港、浚渫と対策工の組合せが望ましい漁港の事例を示した。

タイプ1：浚渫の継続が望ましい漁港（対策工の建設費用より維持浚渫費用が安価）

→ 四方漁港

タイプ2：構造物による対策が望ましい漁港（防波堤等の設置費用が経年的な浚渫費用より安価）

→ 百目木漁港

タイプ3：浚渫と構造物による対策の組合せが望ましい漁港

（建設費と浚渫費が経年で変化）

10年では維持浚渫費が安価、50年では建設費が安価

→ 静内漁港

表-7.5(a) 航路埋没対策費用の概算

漁港名	平均浚渫量 (m ³ /年)	平均浚渫費 (千円/年)	対策パターン1(浚渫の継続を想定した対策)							対策パターン2(埋没を完全に抑制する目的の対策)						
			浚渫量 低減率	浚渫費用(千円)		工事費(千円)		単価(千円)	対策工延長 (m)	浚渫量 低減率	浚渫費用(千円)		工事費(千円)		外郭施設 単価(千円)	対策工延長 (m)
				10年後	50年後	10年後	50年後				10年後	50年後	10年後	50年後		
四方漁港	1,827	7,804	-	-	-	-	-	-	-	100%	78,038	390,190	1,719,900	2,047,500	7800	210
吹浦漁港	37,000	74,000	-	-	-	-	-	-	-	100%	740,000	3,700,000	819,000	975,000	7800	100
荻伏漁港	9,000	42,000	79%	420,000	2,100,000	1,378,200	1,731,000	6000	215	95%	420,000	2,100,000	3,591,000	3,675,000	6000	595
長万部漁港	1,650	8,600	-	-	-	-	-	-	-	100%	86,000	430,000	2,224,300	2,241,500	6000	370
大樹漁港	6,000	23,000	-	-	-	-	-	-	-	100%	230,000	1,150,000	731,500	777,500	6000	120
黒岩漁港	2,060	10,900	-	-	-	-	-	-	-	100%	109,000	545,000	1,805,450	1,827,250	6000	300
百目木漁港	4,000	12,000	-	-	-	-	-	-	-	100%	120,000	600,000	466,000	490,000	2000	230
静内漁港	32,000	99,000	79%	990,000	4,950,000	1,437,900	2,269,500	6000	205	95%	990,000	4,950,000	1,279,500	1,477,500	6000	205

※赤字は、浚渫費用と対策工費用のうち、より安価なもの

表-7.5(b) 浚渫土量・費用等の考え方

漁港名	浚渫量(m ³ 、直近5回)					浚渫量(千円、直近5回)					単価算出根拠	
	平成20年5月	平成21年8月	平成22年6月	平成23年8月	平成24年6月	平成20年5月	平成21年8月	平成22年6月	平成23年8月	平成24年6月	防波堤1mあたりの費用	防波堤1mあたりの費用
四方漁港	2,737	1,443	1,387	1,510	2,060	8,820	9,661	7,854	6,825	5,859	吹浦漁港と同じとした	浚渫実績より
吹浦漁港											平成24年度報告 (吹浦漁港)を参照	平成24年度報告 (吹浦漁港)を参照
荻伏漁港	平成19年度 4,300	平成20年度 4,710	平成21年度 7,110	平成22年度 7,020	平成23年度 10,820	平成19年度 21,515	平成20年度 21,475	平成21年度 43,895	平成22年度 29,558	平成23年度 56,764	工事記録より、東外防波堤の概算工 費と同じとした	浚渫実績より
長万部漁港											荻伏漁港と同じとした	平成24年度アンケート
大樹漁港											荻伏漁港と同じとした	平成24年度アンケート
黒岩漁港	平成19年度 3,950	平成20年度 14,600	平成21年度 1,700	平成22年度 850	平成23年度 16,440	平成16年度 13,561	平成18年度 39,459	平成19年度 10,646	平成20年度 13,451	平成22年度 66,434	百目木漁港と同じとした	平成24年度アンケート
百目木漁港											漁港台帳より概算	平成24年度アンケート
静内漁港	平成20年度 10,440	平成21年度 9,920	平成22年度 9,240	平成23年度 14,200	平成24年度 15,830	平成20年度 46,147	平成21年度 39,808	平成22年度 41,812	平成23年度 56,763	平成24年度 98,711	荻伏漁港と同じとした	平成24年度アンケート

7.5 LCC（ライフサイクルコスト）による評価

(1) LCC の評価

漂砂シミュレーション結果から、複数の効果的な埋没対策候補案が想定されるとき、最適と考えられる案を特定する選定基準が求められる。最適案を選定するには、LCC（ライフサイクルコスト）の考え方にに基づき、建設コスト（イニシャルコスト）及び維持コスト（ランニングコスト）を考慮し、経済性の対策工法を選定する。

ここでは、構造物による対策と浚渫の組合せが効果的であると想定された静内漁港の事例により LCC を評価した。

表-7.6 静内漁港の各対策工法の LCC 算定結果

	時期	対策内容	積算コスト (百万円)	評価
対策案 1	初回	防砂堤 205m + 初期浚渫	1,300	3
	10 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	1,831	
	20 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	2,383	
	30 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	2,935	
	40 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	3,488	
	50 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	4,040	
対策案 2	初回	防砂堤 205m + 初期浚渫	1,296	1
	10 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	1,744	
	20 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	2,217	
	30 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	2,689	
	40 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	3,162	
	50 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	3,635	
対策案 3	初回	防砂堤 175m・潜堤 50m + 初期浚渫	1,334	4
	10 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	2,076	
	20 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	2,845	
	30 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	3,613	
	40 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	4,381	
	50 年後	防砂堤管理 + 航路浚渫	5,149	
対策案 4	初回	防砂堤 175m・潜堤 50m + 初期浚渫	1,301	2
	10 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	1,767	
	20 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	2,254	
	30 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	2,741	
	40 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	3,228	
	50 年後	防砂堤管理 + 航路・サンドポケット浚渫	3,715	

注) 維持管理費用（建設費×5%/年）を含む

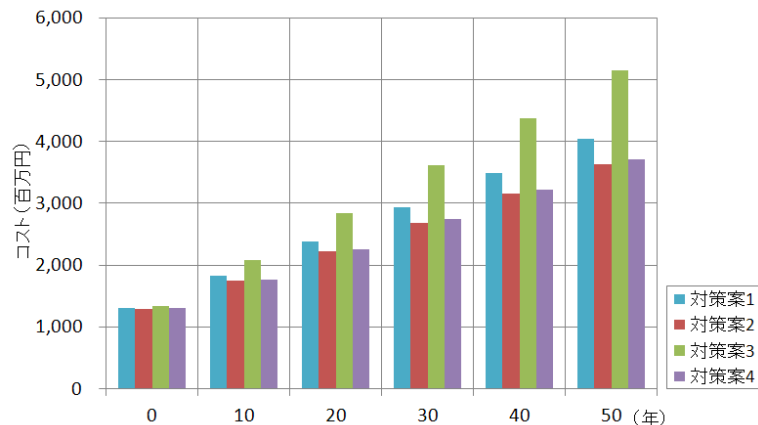


図-7.9 静内漁港の LCC 比較 (積算費用の推移)

7.6 対策案の総合評価

(1) 総合評価の考え方

最終的な対策案の選定においては、表-7.7に示すように漁港利用のしやすさ、維持管理のしやすさ、工法の信頼性、港内の静穏度、近隣海岸への影響など考慮し、総合的に評価する。こうした総合的な評価から、静内漁港の検討事例では、対策案1（防砂堤＋ポケット浚渫）が適していると判断できる。

表-7.7 対策案総合評価イメージ(静内漁港の事例)

評価項目	対策案1	対策案2	対策案3	対策案4
概要				
対策後堆積量	6,162m ³ /年	1,513m ³ /年	10,541m ³ /年	3,616m ³ /年
LCC(50年後) 積算費用	4,040 百万円	3,635 百万円	5,149 百万円	3,715 百万円
漁港利用	砂の堆積量が比較的多く、港内利用が制限される。	砂の堆積量が比較的少なく、港内全域を利用し易い。	砂の堆積量が比較的多く、港内利用が制限される。	砂の堆積量が比較的少なく、港内全域を利用し易い。
維持管理	防砂堤の維持のみであり管理し易い。	防砂堤に加え、浚渫が必要。	防砂堤に加え、潜堤の管理が必要。	防砂堤に加え、潜堤の管理と浚渫が必要。
工法の信頼性	一般に防砂堤の工法は信頼性が高い。	防砂堤・浚渫の工法は信頼性が高い。	防砂堤・潜堤の工法は信頼性が高い。	防砂堤・潜堤・浚渫の工法は信頼性が高い。
港内静穏度	防砂堤によって静穏度が確保される。	防砂堤によって静穏度が確保される。	防砂堤が短いので港内の一部で静穏度が低い。	防砂堤が短いので港内の一部で静穏度が低い。
近隣海岸への影響	防砂堤によって周辺の流動・波浪の変化が想定される。	防砂堤によって周辺の流動・波浪の変化が想定される。	港内の一部改変であるので周辺への影響は限定的である。	港内の一部改変であるので周辺への影響は限定的である。
自然環境への配慮	環境影響なし。	環境影響なし。	環境影響なし。	環境影響なし。
総合評価	3	1	4	2

(2) 総合評価の評価項目

航路・泊地埋没対策案は、堆砂量の改善効果やLCC等の経済性評価のほか、以下のような項目に基づいて総合的に評価し、最も適切な案を抽出する。

○漁港利用

漁港を利用する漁業者や水産関係者の利便性を考慮する。関係者へのヒアリング等により意見・要望等を整理した上で、各対策案を想定した漁港の使い勝手を検討する。

○維持管理

対策工の維持管理・改修や浚渫を継続した場合の維持管理策を検討し、長期的な視点で効果を維持できるかを検討する。LCCにより経済的な長期計画をチェックするが、ここでは維持管理の体制や要員等の計画案を検討する。

○工法の信頼性

対策工法として検討する案の工法の信頼性を検討する。防砂堤等の基本的な構造の安定性検討の他、新たな工法を採用する際には、有識者へのヒアリングや先進事例の状況等を調査する。

○港内静穏度

港内静穏度の検討は漁港利用の一項目でもあるが、漁港の機能を十分に生かすためには静穏度は重要な項目である。各種シミュレーションにより、30年確率波や出漁限界波等の条件で港内の静穏度を解析し、漁港各施設で十分な静穏度が保てるかを検討する。

○近隣海岸への影響

防砂堤等を設置する案では、海岸の漂砂メカニズムに変化を及ぼし、漁港周辺の汀線変化等を引き起こすことも想定される。沿岸域の総合的土砂管理の視点で、対象漁港を含む海岸全域の漂砂・環境への影響を検討する。

○自然環境への配慮

漁港周辺の漂砂機構を改変することで、周辺の砂浜を生息域とする動植物の生息・生育環境が影響を受ける可能性も想定される。ウミガメの産卵場であったり、貴重な植物の群落がみられるような海岸では、漂砂の変化がこうした生物に及ぼす影響を評価した上で、対策案を選定することが求められる。

8. 参考事例の収集と整理

漂砂は河川を含めた広域の沿岸域で生じる現象であるため、総合的土砂管理の観点で広域的な参考事例を収集、整理した。収集資料としては、浚渫土砂の広域的な有効活用、他省庁の広域的な漂砂対策などに関する資料とした。

8.1 総合的土砂管理

(1) 「鳥取砂丘海岸における土砂動態把握およびサンドリサイクルの効果の検討」

澁谷容子、松原雄平、黒岩正光、井出正志

土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 68、 No. 2、 2012、 I_676-I_660

【要旨】

鳥取砂丘海岸は、一級河川千代川を土砂供給源とする東西約 7 km の砂浜海岸である。東端には岩戸漁港・塩見川、西側には千代川・鳥取港が位置している。昭和 40 年代よりの社会基盤整備の結果、周辺海域において著しい地形変化が生じた。鳥取海岸では海岸浸食が深刻化しているが、鳥取港や千代川河口付近では堆砂問題があり、土砂移動のバランスが取れていない。こうした状況から鳥取県では、平成 17 年度から総合的土砂管理として、サンドリサイクルを実施している。この論文では、鳥取砂丘海岸や鳥取港の深淺測量結果を基に、一帯の土砂動態の把握を試みた。

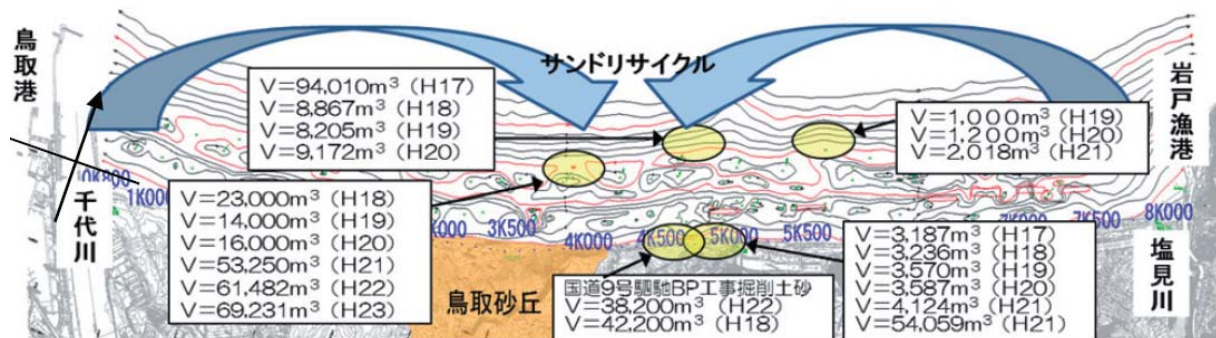


図-8.1 鳥取砂丘海岸のサンドリサイクルの概況

出展: 澁谷ら (2012 年) 鳥取砂丘海岸における土砂動態把握およびサンドリサイクルの効果の検討

(2) 「環境に配慮した効果的な動的養浜手法に関する研究」

逢坂謙志・諏訪義雄・菊池秀之・直井克己・松本倫明

平成 20 年度国土交通省国土技術研究会

【要旨】

流砂系として土砂を管理していく場合、海岸において不足する土砂量、偏在する土砂量という課題を解消するため、サンドバイパス、サンドリサイクル 7 年度に東播海岸で実施されたのが最初であり、平成 18 年度までに河川局直轄海岸で約 410 万 m³ の養浜が行われている。養浜をより効率的に実施するために、本調査では養浜の実施状況（養浜量・粒径・投入場所・投入頻度など）の整理と評価を行うとともに、これまでの養浜事業にかかる事前評価・事後評価・モニタリング手法等の実施状況及び養浜が環境に与える影響を整理する。養浜に関する事前・事後評価手法をとりまとめることにより、養浜事業計画の精度と効率を高め、漂砂系の総合的な土砂管理を適切に実施することを目的とする。

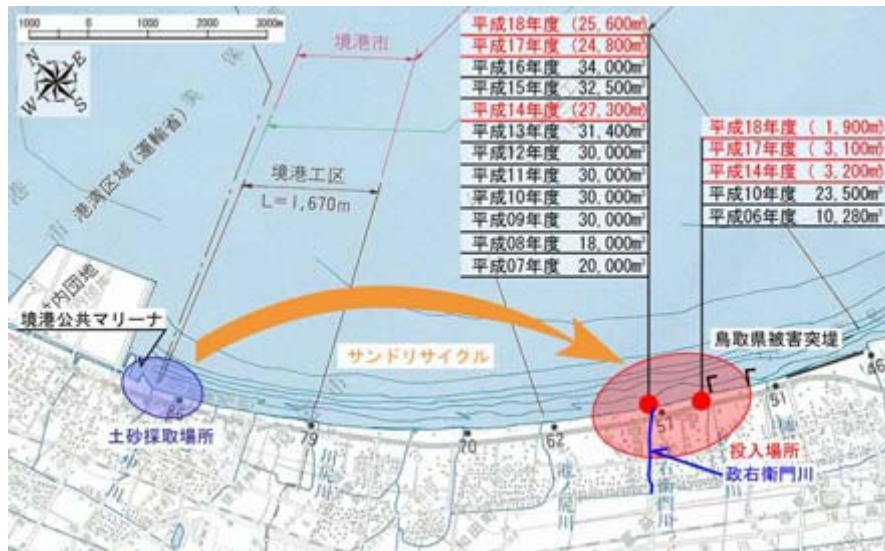


図-8.2 サンドリサイクルの概要

出展:逢坂ら(2008年)環境に配慮した効果的な動的養浜手法に関する研究

(3) 「第4章鳥取砂丘海岸・千代川河口域の季節変動とサンドリサイクル」

松原雄平

鳥取砂丘再生会議 鳥取砂丘景観保全調査報告書(平成22年3月31日)

【要旨】

鳥取県では、地域や社会の要請を受け社会基盤を推進してきた。これにより鳥取沿岸域では、河川や海岸を取り巻く土砂環境が変化し、漁港・港湾の埋没、河口閉塞、海岸侵食などの砂に関わる問題(土砂問題)が顕著化した。また、このような問題に対して、各管理者が個別に対策を行ってきた結果、周辺海岸では新たな土砂問題を発生させていた。鳥取港において土砂の堆積が問題となり、港湾管理者は航路維持のため土砂を沖捨てする対策を行なった。しかし、沿岸域では供給土砂が減少し海岸侵食問題が深刻化した。このような局所最適化では、全体としての問題解決には至らない。そこで、砂の供給源である山地から流出先の海岸までを一つの流系と考え、バランスのとれた土砂の流れの「連続性」の確保・回復を目指し、2005年に「鳥取県沿岸の総合的な土砂管理ガイドライン」が策定された。このガイドラインでは、千代川流砂系、天神川流砂系および日野川流砂系とポケットビーチである浦豊海岸、気高海岸及び青谷海岸の6地域について土砂管理計画を定めている。

(4) 「先端技術を用いた動的土砂管理と沿岸防災」

青木伸一(代表者)

独立行政法人科学技術振興機構 平成18年度～平成22年度

【要旨】

海岸では波の力により土砂は常に輸送されているため、陸域からの供給量が海岸での輸送量よりも少なければ、海岸の侵食を招くことは自明である。わが国では、毎年およそ160haもの砂浜が海岸侵食によって消失しているといわれている。一方、沿岸域の開発や防災を目的として建設された種々の構造物によって土砂が捕捉され、海域での土砂の流れにも不均衡が生じている。特に、我が国の海岸線の

8.5km に 1 つの割合で存在する 4000 を越える港湾や漁港は、沿岸での土砂輸送を遮断し、各地で周辺海岸の侵食を招いている。

このように、土砂輸送の遮断・不均衡がもたらす海岸侵食が最近特に顕著になっており、沿岸の防災力の低下や環境劣化を引き起こしている。構造物によって土砂を静的に安定化させようとする技術は、局所的には目的を達成しやすいが、広域での土砂の輸送を考えれば、局所的に土砂の流れを遮断することに他ならず、近隣の海岸に新たな海岸侵食を誘発してしまい、恒久策にはならない。本研究は、広域の土砂資源を把握するとともに、先端技術を利用した土砂輸送計測に基づく精度の高い地形変化予測モデルの構築とモニタリング技術を活用することにより、構造物を極力用いない、動的に管理された砂浜を形成させようとするもので、土砂管理により沿岸防災と環境保全を両立させることのできる新しい技術を提案することを目的にしている。

以上の研究などから、漁港における漂砂対策は、漁港の生物多様性などを考慮し、周辺の海域環境への影響を総合的に考慮することが重要である。

8.2 環境に配慮した海浜管理の事例

総合的土砂管理では、漂砂量や海浜変形の物理的な安定性検討に加え、砂浜や海岸で生息・生育する動植物への影響も視野に入れる必要がある。周辺の生態系・環境への影響を考慮した土砂管理手法の事例を以下に示す。

(1) 「環境に配慮した効果的な動的養浜手法に関する研究」

逢坂謙志・諏訪義雄・菊池秀之・直井克己・松本倫明

平成 20 年度国土交通省国土技術研究会

【要旨】

この論文では環境に配慮した養浜の事例をいくつか整理しており、このうち東播海岸の事例を以下にとりまとめた。

東播海岸は大阪湾、明石海峡および播磨灘に面する総延長約 26km の海岸であり、主に冬季の風浪により海食崖が侵食されるため、対策として汀線へのアクセスや海岸景観保全を考慮した養浜が進められた。養浜実施後の 1986 年にアカウミガメの産卵が確認されたことが大きな契機となり、エコ・コースト事業に指定されたのをはじめ、整備に際して自然環境に対する配慮を重要視している。近年では、アカウミガメが産卵しやすい砂浜や海浜植物の回復を目標とした順応的管理の取り組みが進められるようになってきた。例えば、ウミガメが上陸しやすいように前浜勾配を緩くするため、前浜の養浜粒径を小さくした。また、締め固まりがウミガメの産卵に悪影響を及ぼす可能性が懸念されたため、掘り返しによる砂浜の軟度管理も産卵シーズン前に実施された。こうした取り組みによって、卵の孵化率も 2005 年には 69～86% を記録するなど、着実に産卵・孵化環境としての改善が進んでいる。

9. 航路・泊地埋没対策のガイドライン(案)の作成

これまでの検討結果をとりまとめ、漂砂メカニズムの解析方法や要因別の対策工法の選定手法などを取りまとめ、航路・埋没対策ガイドライン(案)を作成した。

9.1 ガイドライン(案)の構成

ガイドライン(案)では、航路泊地埋没対策の手順を明らかにし、各ステップで考慮する事項、実施する内容を示した。

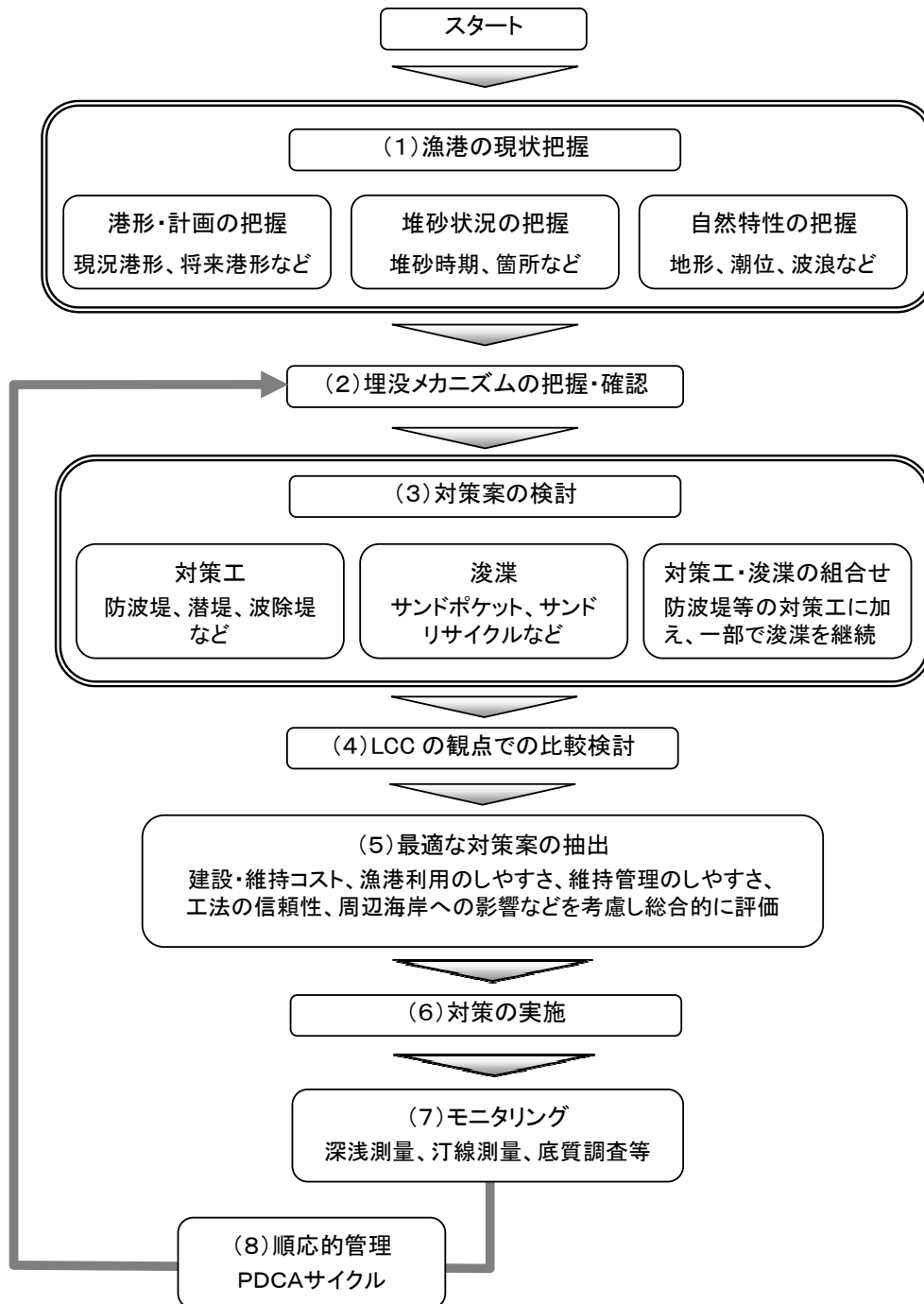


図-9.1 航路・泊地埋没対策の検討フロー

9.2 ガイドライン（案）の概要

図-9.1 に示した航路・泊地埋没対策の検討フローに沿って、各検討項目の整理内容を以下に示す。

①漁港の現状把握

既存調査資料・報告書等の収集整理や現地での管理者・漁業者ヒアリングを行い、現況港形及び将来港形（漁港施設の配置計画等）、地形変化状況（深浅・汀線測量、航空写真等）、漂砂及び航路・泊地埋没の実態（漂砂量、砂移動パターン、浚渫量等）、周辺の自然特性（潮位、波浪、潮流、河川の流入、海浜の状況等）を把握する。

②埋没メカニズムの推定

現状把握の結果に基づき、当該漁港における漂砂特性と堆積・侵食の傾向や季節変動等による漁港の埋没メカニズムを推定する。埋没メカニズムは、高波浪の向きや出現頻度をはじめ、漁港周辺で形成される海浜流の状況から、漂砂の移動方向と砂の堆積・侵食の状況を推定するものである。

③対策案の検討

漂砂メカニズムを踏まえ、防砂堤、潜堤、波除堤やサンドバイパスなどの対策工のほか、浚渫の継続やサンドポケットなどを整備した場合、構造物による対策と浚渫を組み合わせる場合も考慮して対策案を検討し、適切と考えられる数案を選定する。選定された対策案について漂砂シミュレーションや汀線変化解析などの種々の評価予測手法を行い、各案の効果を定量的に評価する。

④LCCの観点での比較検討

漂砂シミュレーションの結果に基づき、選定された対策案のLCC（ライフサイクルコスト）を比較検討する。

⑤最適な対策案の抽出

LCCの観点を踏まえ、各対策案のなかで最適と考えられる案を選定する。最適案の選定では、漁港の堆砂を効果的に制御できる対策法のうち、建設コスト及び維持コストを抑制するとともに、漁港利用のしやすさ、維持管理のしやすさ、工法の信頼性、港内の静穏度、自然環境への影響など考慮し総合的に評価する。

⑥モニタリング

当初想定した対策効果が得られているのかを経過観察するため、対策工事の進捗に応じて、定期的なモニタリングを実施する。工事期間中は段階ごとに周辺の深浅測量を行い、堆砂・侵食の変化傾向を把握し、必要に応じて流況等の調査を実施する。工事完了後数年は年1回程度の深浅測量を行い、その後の安定期には、定期的な簡易測深（レッド測深等）を年1回程度実施することが望ましい。なお、高波浪等のイベント直後は漂砂の移動が著しいので、簡易測深測量等で埋没状況を把握すると良い。

⑦順応的管理（PDCAサイクル）

モニタリングの結果から、想定外の要因等により対策の効果が十分に得られていないと考えられる場合には、より効果的な対策に向けて、必要に応じ調査を行い、修正案について検討する。こうして効果を検証しつつ、より良い対策につなげるPDCAサイクルを運用する。

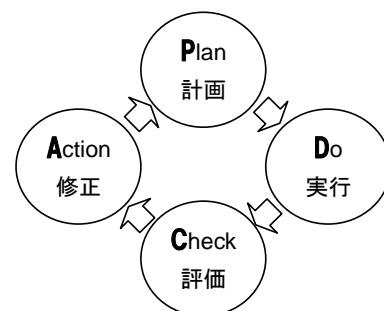


図-9.2 PDCAサイクル

10. 有識者ヒアリング

10.1 平成 24 年度ヒアリング調査概要

表-10.1 平成 24 年度ヒアリング実施履歴

回数	日時	有識者	ヒアリング項目
1	平成 24 年 10 月 9 日	田島准教授	・ 調査概要 ・ アンケート項目 ・ アンケート結果 (中間)
2	平成 24 年 10 月 19 日	西教授	・ 調査概要 ・ アンケート項目 ・ アンケート結果 (中間)
3	平成 24 年 10 月 25 日	中山室長	・ 調査概要 ・ アンケート項目 ・ アンケート結果 (中間)
4	平成 24 年 11 月 14 日	中山室長 田島准教授	・ アンケート結果 ・ モデル地区の選定 ・ 漂砂メカニズム
5	平成 24 年 12 月 4 日	中山部長	・ アンケート結果 ・ 現況再現計算結果 ・ 対策工計算結果
6	平成 24 年 12 月 5 日	西教授	・ モデル地区の選定 ・ 要因分類・類型化

10.2 平成 24 年度ヒアリング結果

① 第 1 回ヒアリング

日時：平成 24 年 10 月 9 日(月)

有識者：田島教授

出席者：加藤・三根

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

・モデル地区の選定方法は、堆砂状況、海域、パターン分類等考慮しており、妥当である。

・河川流入など、港形だけが原因でないことも考慮しておくべきである。

○アンケート結果（中間）

・全国規模で興味深い。地区別、海域別に整理を行うことが必要。

・浚渫の回数が多いところの理由などを調査した方が良い。

・浚渫砂の有効利用について、あまり、実施されていないようである。有効活用ができない理由などアンケートすると良い。

【業務への反映】

・港形以外の堆積要因について、アンケート結果より、分析する。

・浚渫回数の多い管理者、有効活用できない管理者にヒアリングを実施した。

②第2回ヒアリング

日時：平成24年10月19日(月)

有識者：西教授

出席者：加藤・林

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

・対策工としては港内から港外（港口部）へ流れを作ることで埋没は防げると考えている。そのような対策工も提案できる。

○アンケート結果（中間）

・全国ヒアリング結果で対策工があった漁港や問題のない漁港についてヒアリングし、その要因を整理すると良い

・アンケート結果から分類を行うことで、地域特性など要因分析ができる。

【業務への反映】

・新対策案について検討する。

・対策効果のあった漁港について、アンケート結果より、分析する。

・浚渫回数が多い管理者、有効活用できない管理者にヒアリングを実施した。

③第3回ヒアリング

日時：平成24年10月25日(月)

有識者：中山部長

出席者：加藤・三根・佐藤・林

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

・モデル地区の選定方法は妥当である。

・対策工法としては、潜堤などの流れを変える方法が有効である。このような工法も提案すべきである。

○アンケート結果（中間）

・鳥取については漂砂問題が多いはずなので、再度ヒアリングを実施した方が良い。

・河川流入やシルテーションなどによる堆積については、浮遊砂を考慮したシミュレーションでは再現が難しい。今回は岩盤や砂による堆積対策に絞って検討した方が良い。

・仮置きされた浚渫砂の処分について、処分が決まっていないことが多いので、処分についてヒアリングしてほしい。

【業務への反映】

・鳥取について問い合わせをしたが、アンケートは無回答

・新対策案について検討する。

・本業務では漂流砂による埋没対策について検討を行う。

・仮置きされた浚渫砂の処分について管理者にヒアリングを実施。

④第4回ヒアリング

日時：平成24年11月14日(水)

有識者：田島教授、中山部長

出席者：後藤・中村・加藤・三根・林・楨本・高橋

【ヒアリング結果】

○アンケート結果について

- ・地域別の整理を実施し、特性を把握すること。
- ・問題の解決した漁港にヒアリングを実施、原因を確認すること。

○類型化について

- ・河口に関する類型化（河川流入・河口港）については追加すべき。
- ・河川は流入パターン、河川内パターンなど分類することも考慮する。
- ・河川と底質が泥の場合は、今回のシミュレーション調査の対象外とする。

○モデル地区の選定について

- ・太平洋側の地区は漁港が小さいので、他の漁港を選定すること。
- ・モデル地区は漂砂対策を必要としており、自治体の了解が取れる箇所とする。

○今後の課題

- ・新しい対策工の提案について、実証（水理実験、現地試験）が必要。
- ・河川漁港への対策を検討する。

【業務への反映】

- ・地域別の整理を実施。
- ・問題の解決した漁港のヒアリングを実施。
- ・河川パターンの小分類として、河川流入と河口パターンを追加。
- ・太平洋側のモデル地区は再検討した。
- ・モデル地区の管理者に了解を得た。
- ・本業務で対応できない課題について整理する。

⑤第5回ヒアリング

日時：平成24年12月4日(火)

有識者：中山部長

出席者：三根・林

【ヒアリング結果】

○モデル地区計算結果

（荻伏漁港）

- ・現時点の収集資料で、今回の条件設定は概ね妥当である。
- ・波向毎に対策が必要であると考える。
- ・突堤と潜堤を組み合わせて、流れを制御する方法も提案してはどうか。

（四方漁港）

- ・海水導入工の影響を加味することは難しい。
- ・漁港の拡張に伴う対策の効果は確認できる。沖合の深みに土砂が落ちている。
- ・現時点では、神通川出水との関連ができないか今後の検討課題である。

【業務への反映】

- ・潜堤について検討する。
 - ・モデル地区の課題についても整理する。

⑥第6回ヒアリング

日時：平成24年12月5日(水)

有識者：西教授

出席者：加藤・林

【ヒアリング結果】

○埋没要因の分析・類型化

・パターン分類は河口部（海側）に位置する漁港と河道内に位置する漁港を区別した方が良い。

・港形が複雑過ぎるものは要因がわかれば、いずれかのパターンに区別できる。

・埋没パターンの分類に堆積の頻度が区分されるとさらに分かりやすい。

○モデル地区の選定

・選定されたモデル地区は妥当である。

【業務への反映】

・パターン分類を追加。

・堆積の頻度については検討する。

10.3 平成 25 年度有識者ヒアリング調査概要

表-10.2 ヒアリング実施履歴

回数	日付	有識者	ヒアリング項目
1	平成 25 年 5 月 21 日	中山部長	・調査概要 ・アンケート結果
2	平成 25 年 5 月 23 日	田島教授	・調査概要 ・アンケート結果
3	平成 25 年 8 月 20 日	西教授	・調査概要 ・アンケート結果 ・対策効果の有無
4	平成 25 年 10 月 18 日	中山部長	・モデル地区の対策工
5	平成 25 年 10 月 22 日	西教授	・モデル地区の対策工
6	平成 26 年 2 月 21 日	中山部長	・ガイドラインの骨子 ・ガイドラインの目次案

10.4 平成 25 年度有識者ヒアリング結果

①第 1 回ヒアリング

日時：平成 25 年 5 月 21 日(火)

有識者：中山部長

出席者：中村・加藤・丹治

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

- ・業務概要については特に問題なし。
- ・ガイドラインは書き込む内容を精査すること。

○アンケート結果（中間）

- ・効果の有無についてヒアリングをすること。
- ・潜堤などの新型対策案について整理すること。

【業務への反映】

- ・対策効果の有り、無しについて各漁港管理者にヒアリングを実施。結果について整理した。

②第 2 回ヒアリング

日時：平成 25 年 5 月 23 日(木)

有識者：田島教授

出席者：加藤

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

- ・業務概要は特に問題は無い。
- ・ガイドラインについては、対象範囲、適用範囲を明確にする必要がある。

○アンケート結果

- ・アンケート結果の分析を進め、地域特性などがわかると良い。

【業務への反映】

- ・適用範囲を明確にした。
- ・アンケート結果について、地域別の整理を行った。

③第3回ヒアリング

日時：平成24年8月20日(火)

有識者：西教授

出席者：加藤・林

【ヒアリング結果】

○業務内容の概要

- ・業務の概要については、了解した。
- ・モデル地区の選定方法は妥当である。

○アンケート結果

- ・河川流入やシルテーションなどによる堆積については、対象外とすることが良い。
- 対策効果の有無
 - ・対策効果については、本当に効果があったかの判断が難しい。漂砂量との関係や地域特性を勘案することも考えた方が良い。

【業務への反映】

- ・ガイドラインの適用範囲を明確にした。
- ・対策効果の有無について、管理者にヒアリングを行い、効果について整理した。

④第4回ヒアリング

日時：平成25年10月18日(金)

有識者：中山部長

出席者：加藤・林・佐藤

【ヒアリング結果】

○モデル地区の対策工

- ・モデル地区の選定については、神奈川県が小さい気がするが、対策効果の点で選定しているので了解した。
- ・静内の対策工については、潜堤案も提示しており、特に問題ない。
- ・浚渫を併用しない工法があれば、その方が望ましい。経済性からサンドポケットは良い工法とは考えていない。

【業務への反映】

- ・対策工のみとサンドポケット併用案で費用対効果を検討した。

⑤第5回ヒアリング

日時：平成24年10月22日(火)

有識者：西教授

出席者：加藤・林・寺澤

【ヒアリング結果】

- 航路泊地埋没対策調査モデル地区

- ・選定箇所、選定理由について了解。
- 静内漁港の対策について説明：財団
- ・漂砂メカニズムは典型的なパターンである。
 - ・対策工について提案されている工法が良い。
 - ・構造物による対策と浚渫を併用することでさらに効果が大きい。

【業務への反映】

- ・対策工のみとサンドポケット併用案で費用対効果を検討した。

⑥第6回ヒアリング

日時：平成26年2月21日(金)

有識者：中山部長

出席者：加藤・佐藤

【ヒアリング結果】

○ガイドラインの骨子

- ・新型構造も記載すること。
- ・LCCを踏まえられているが、LCCの対象となる工法を明確にすべきである。
- ・順応的管理を実施することが望ましい。

【業務への反映】

- ・LCCの検討は、構造物による対策、浚渫、構造物による対策と浚渫の組み合わせの3パターンとした。
- ・順応的管理については記載した。

11. 今後の課題

(1) 対策の継続見直し

多様な対策案が考えられる中で総合的に最適として選定された対策法について、経年的にその効果を検証することが重要である。漁港周辺での沿岸開発や航路等の改変等によって新たに対策が求められるケースも想定される。PDCA サイクルを運用しながら各時点の状況を把握し、対策効果が維持される手法を検討する。

(2) 総合的な土砂管理へ向けての検討

漂砂対策の総合的な管理における全国事例を収集整理し、今後の課題を抽出した上で、今後の漁港における漂砂対策方針について検討を行う。漁港だけではなく、近隣の環境に配慮した総合的な土砂管理を踏まえた漂砂対策工法の考え方を整理する必要がある。

(3) 河口・河川漁港および底泥域の埋没対策

本調査の対象外である河口漁港・河川内漁港及び底泥域に位置する漁港の埋没対策の考え方を提案する必要がある。

(4) 航路・泊地埋没対策のガイドライン（案）の作成

要因分析手法の体系化や策工必要延長の考え方の整理を行い、ガイドライン（案）を作成したが、ガイドライン(案)で検討できなかった課題を抽出・整理するほか、今後の技術開発や上記（1）～（3）の検討経緯を踏まえ、適宜ガイドラインを改定する必要がある。