

(再評価)

資料 4－2－①

関東地方整備局
事業評価監視委員会
(平成25年度第9回)

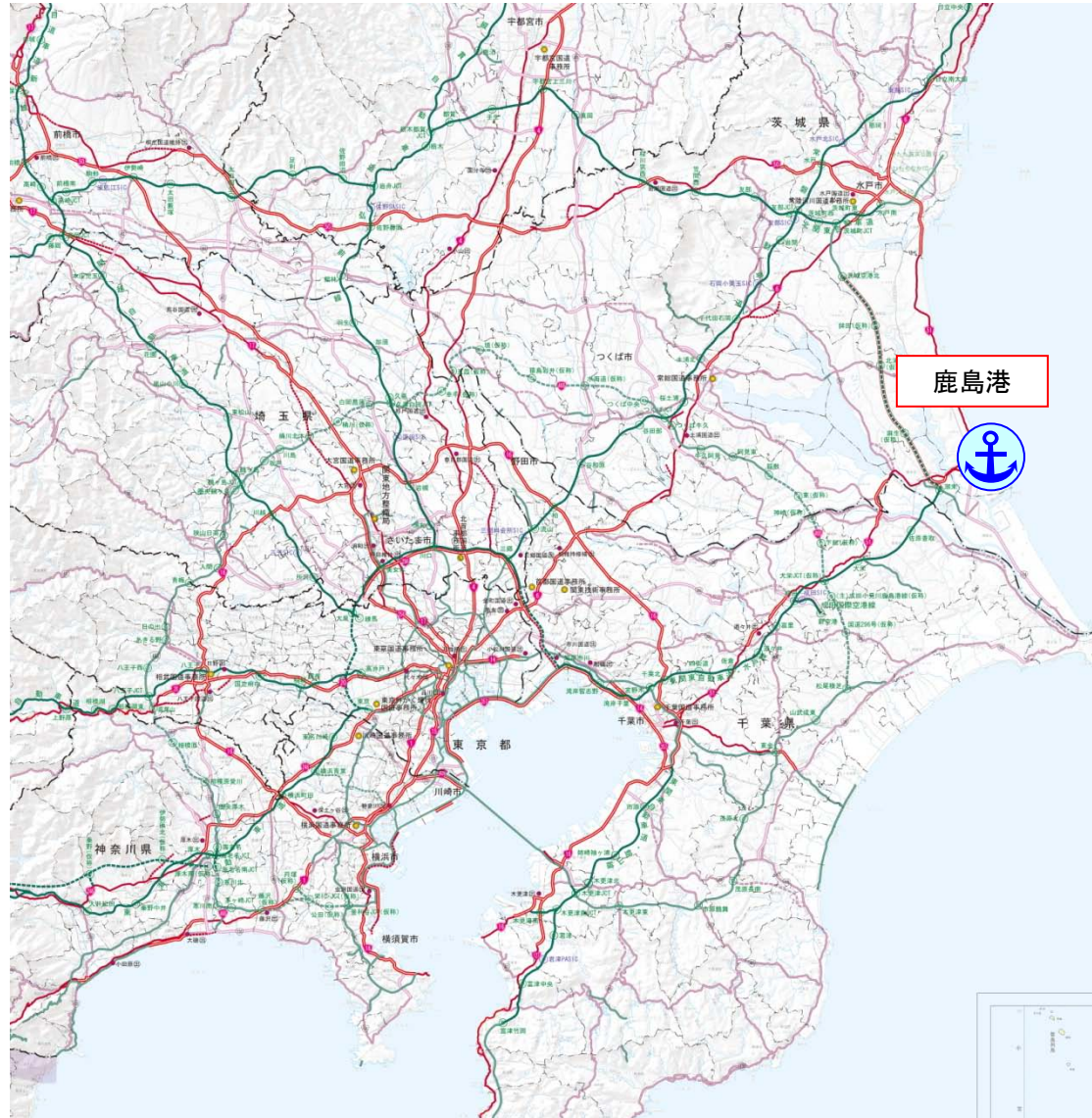
鹿島港外港地区 国際物流ターミナル整備事業

平成25年12月9日
国土交通省関東地方整備局

目 次

1.	鹿島港の位置図	1
2.	鹿島港の概要	2
3.	事業の目的と概要	5
4.	事業の進捗状況	6
5.	事業の必要性	8
6.	費用対効果分析	13
7.	施工上の工夫	28
8.	まとめ	30

1. 鹿島港の位置図



鹿島港外港地区
国際物流ターミナル整備事業
(再評価)

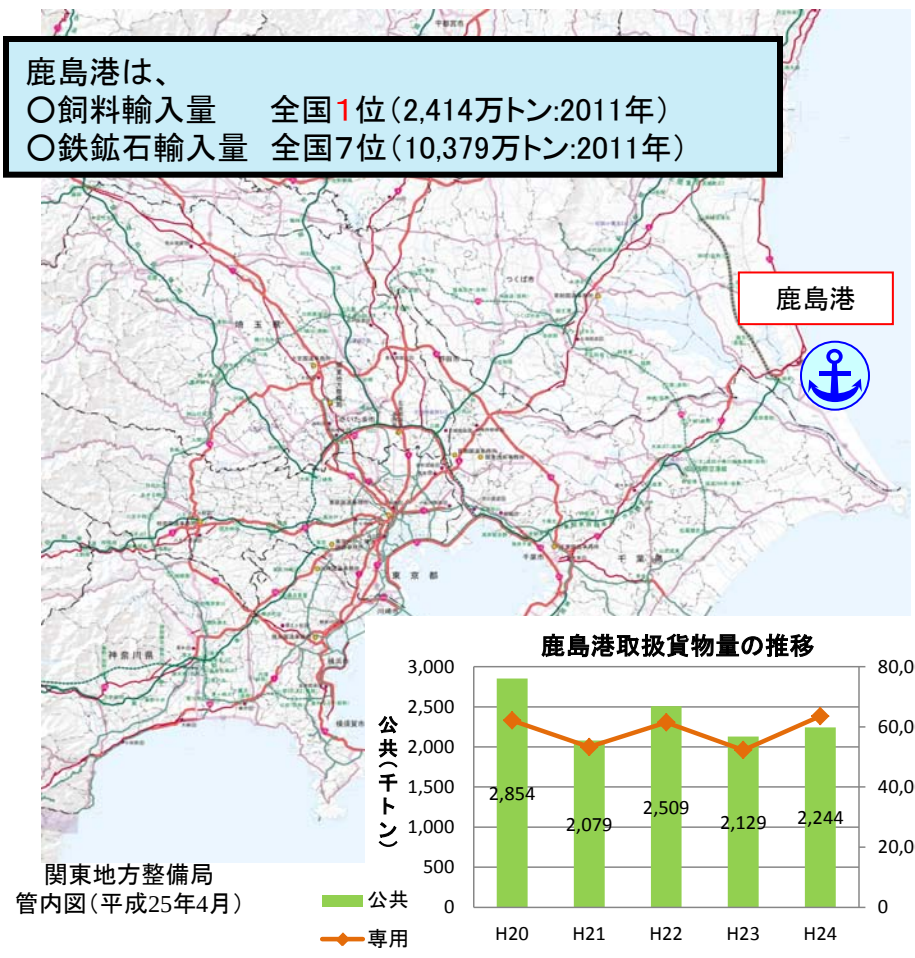
関東地方整備局管内図(平成25年4月)

2. 鹿島港の概要

(1)概況

○鹿島港は、日本を代表する工業生産拠点である鹿島臨海工業地帯の中央部に位置し、原材料や製品の海上輸送基地として、素材型基幹産業の国際競争力を支える工業港です。

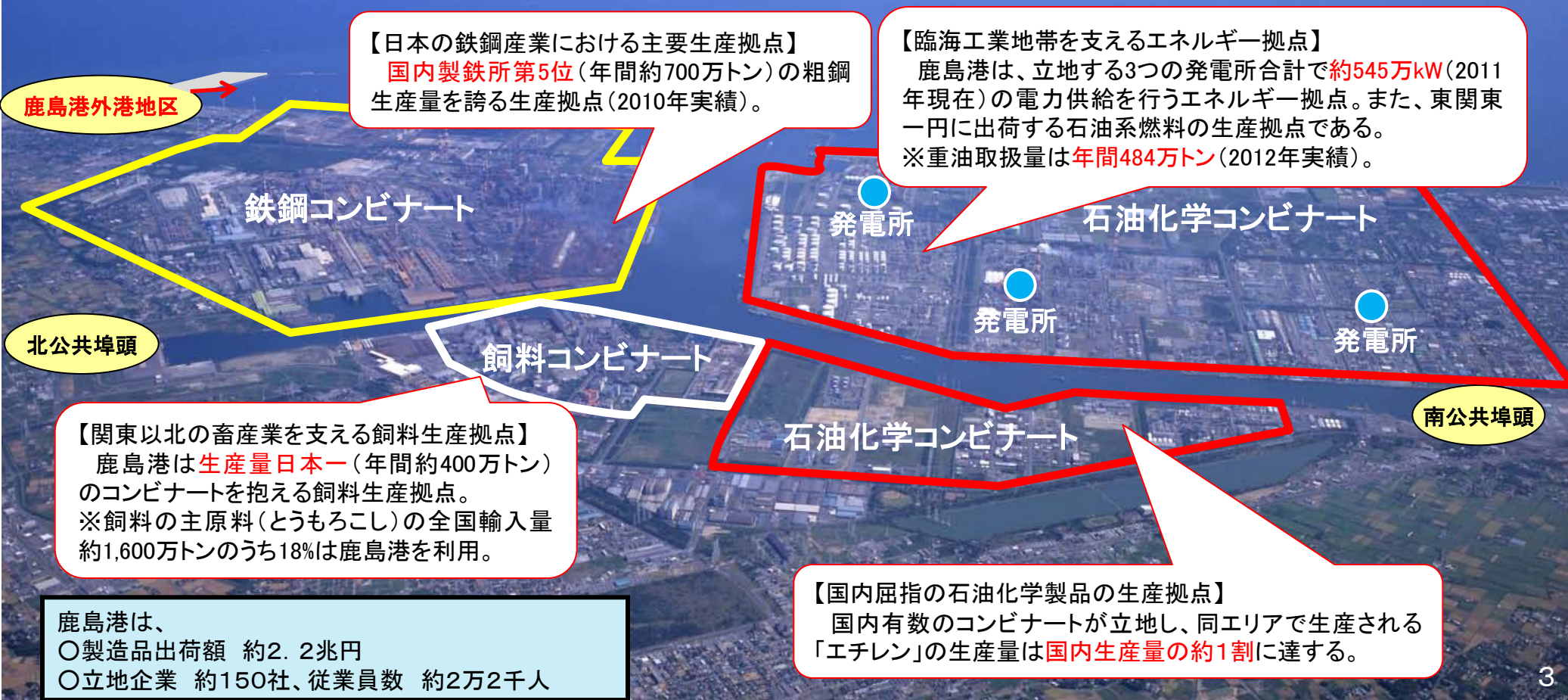
○東関東自動車道の開通などにより、鹿島港の利便性が向上し、それに伴い東京湾岸に立地していた企業の移転も増加しています。現在、首都圏中央連絡自動車道の整備も進められるなど鹿島港の利便性が更に高まっています。



2. 鹿島港の概要

(2) 企業の進出状況

- 鹿島港は、開港当初より金属・石油化学系産業が立地し、国内の鉄鋼及び石油化学製品の一大生産拠点として、日本の産業、経済を支える重要な役割を果たしています。
- さらに、臨海地区には発電所が多く立地し、首都圏をはじめとする広域への電力の供給拠点となっており、国民生活を支えています。
- また、飼料関係では、サイロ会社3社、飼料工場11社及び食品会社で構成される国内生産量第一位のコンビナートを形成し、関東以北の畜産業を支える穀物拠点としての役割を担っています。



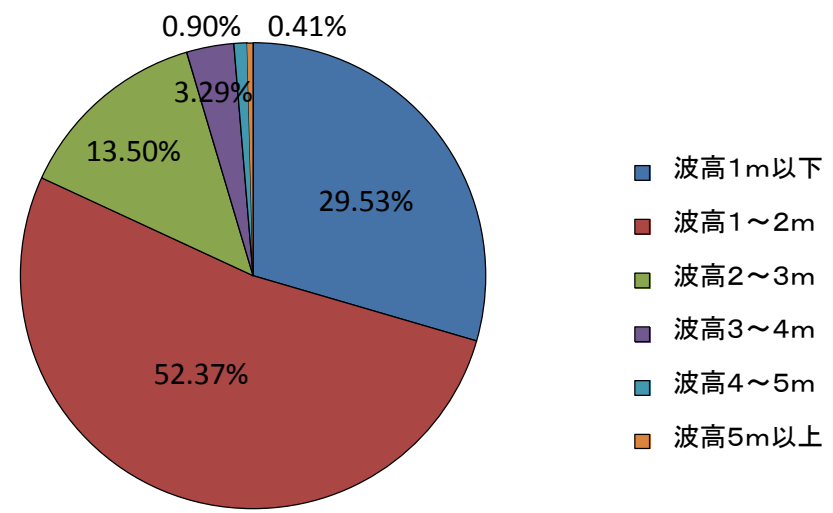
2. 鹿島港の概要

(3)海象条件

○鹿島港は、外洋に面した海象条件の厳しい港湾であり、多くの埠頭では、波浪の影響による荷役中止や緊急離岸等の対応を強いられています。

→ 波浪条件の厳しい鹿島港では、港内静穏度の確保が大きな課題です。

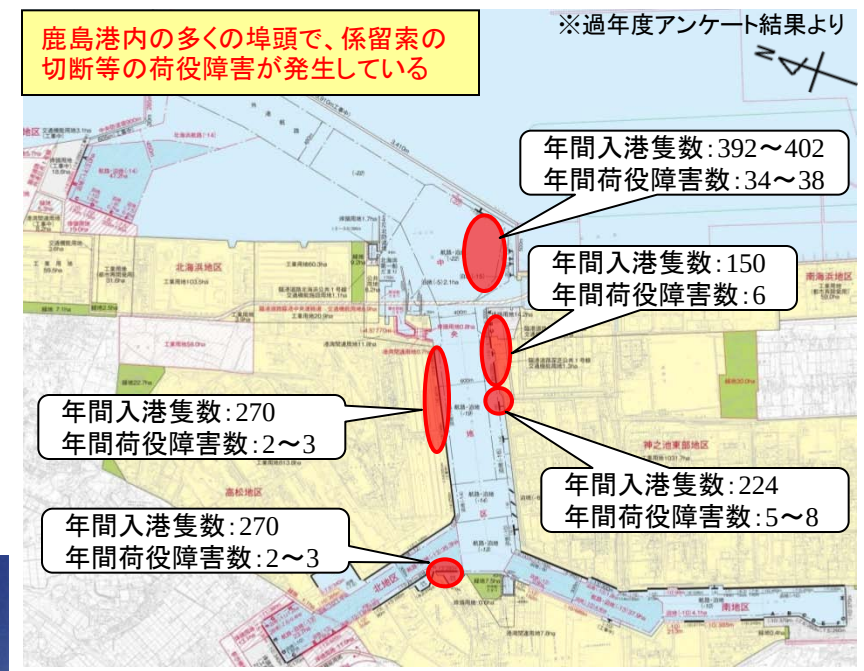
【鹿島港波高階級別出現頻度(年間)】



【荒天時の状況】



【鹿島港内の荷役障害発生件数】

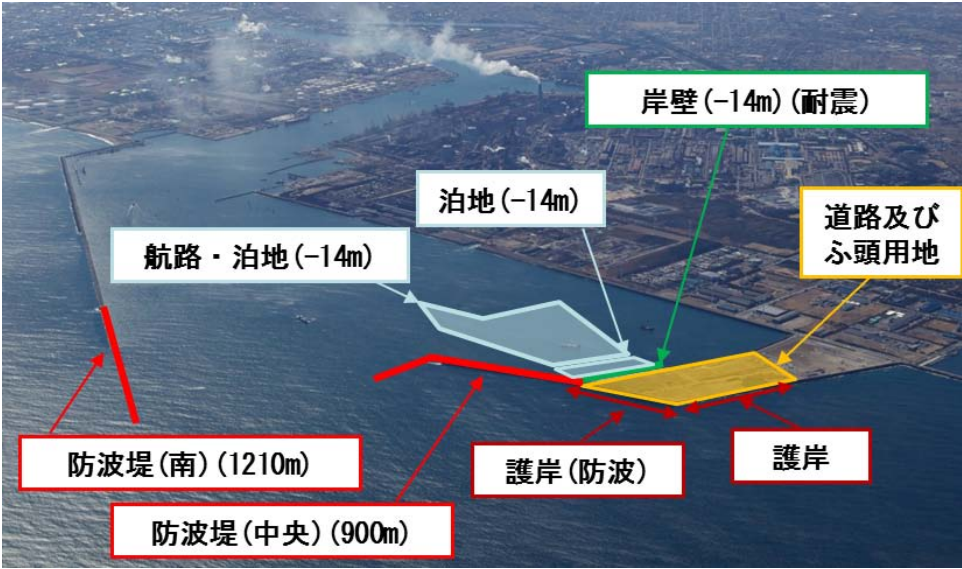


3. 事業の目的と概要

- ばら積み貨物船の大型化や既存岸壁の混雑緩和に対応するため、大水深岸壁(—14m)を整備します。
- それに伴い、厳しい海象条件である鹿島港では、港内静穏度を確保する必要があるため、防波堤を整備します。
- なお、防波堤を整備することにより、荒天時の避泊水域が確保されるとともに、漂砂による航路埋没も抑制されます。
- さらに、大規模地震時に背後圏への緊急物資拠点を形成するため、県南地域で初めての耐震バースとして整備します。

(2) 事業の概要

整備施設	岸壁(水深-14m)(耐震)、防波堤、航路・泊地、護岸(防波)、護岸、道路及びふ頭用地
整備期間	昭和56年度～平成40年度
事業費	980億円



【評価対象施設】

4. 事業の進捗状況

- 当事業は、下記方針のもと、段階整備を行ってきています。
- ・鹿島港は海象条件が厳しく、事業初期は、港内静穏度の確保のため、防波堤整備を重点的に進捗させました。
 - ⇒厳しい海象条件に対応するため、上部斜面堤の防波堤を開発し事業を実施しました。(H2年に開発)
 - ⇒漂砂の影響で航路埋没が発生。漂砂対策の検討の結果、港形を見直しました。(H18年度)
 - ⇒護岸(防波)が完了しました。(H21年度)
 - ⇒岸壁(－14m)が完了しました。(H24年度)
 - ↓ - ・防波堤整備の進捗により、港内に小型船舶3隻分の避泊水域が確保できます。(H28年度)
 - ・今後、更なる港内静穏の確保及び漂砂対策のため、防波堤整備を重点的に実施していく予定です。

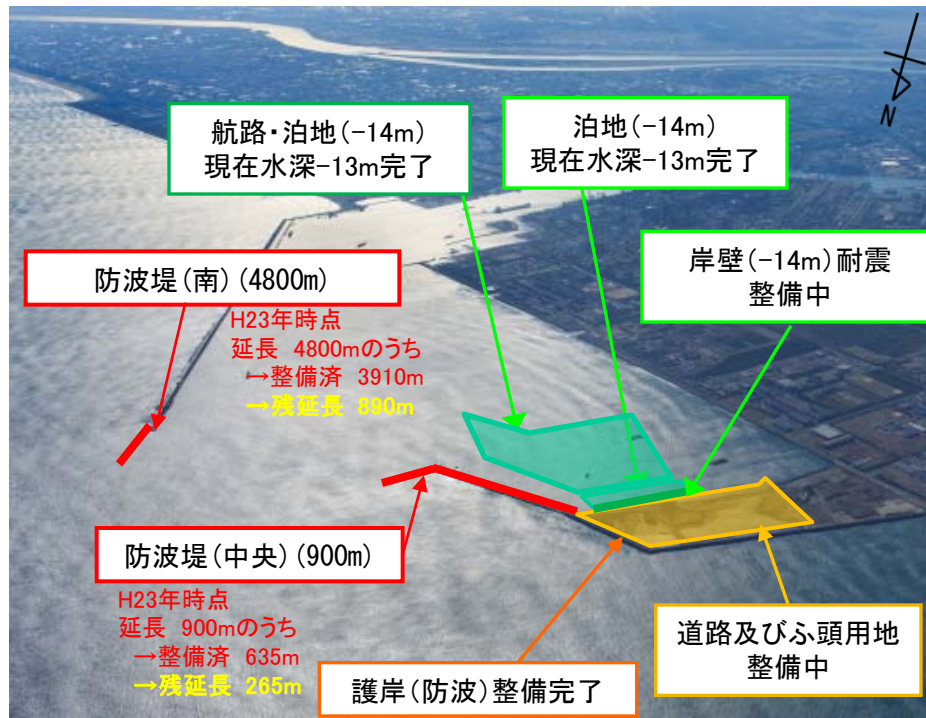
主要 対象施設	～H17年度	H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	H28 年度	H29 年度	H30 年度	H31 年度	H32 年度	H33 年度	H34 年度	H35 年度	H36 年度	H37 年度	H38 年度	H39 年度	H40 年度
防波堤 (中央)	H3～																							完了
岸壁(耐震) (-14m)	H5～							完了																(総延長:900m)
航路・泊地					着工							完了												
防波堤(南)	S56～																		完了	(総延長:4,800m)				
護岸(防波)	S60～				完了																			



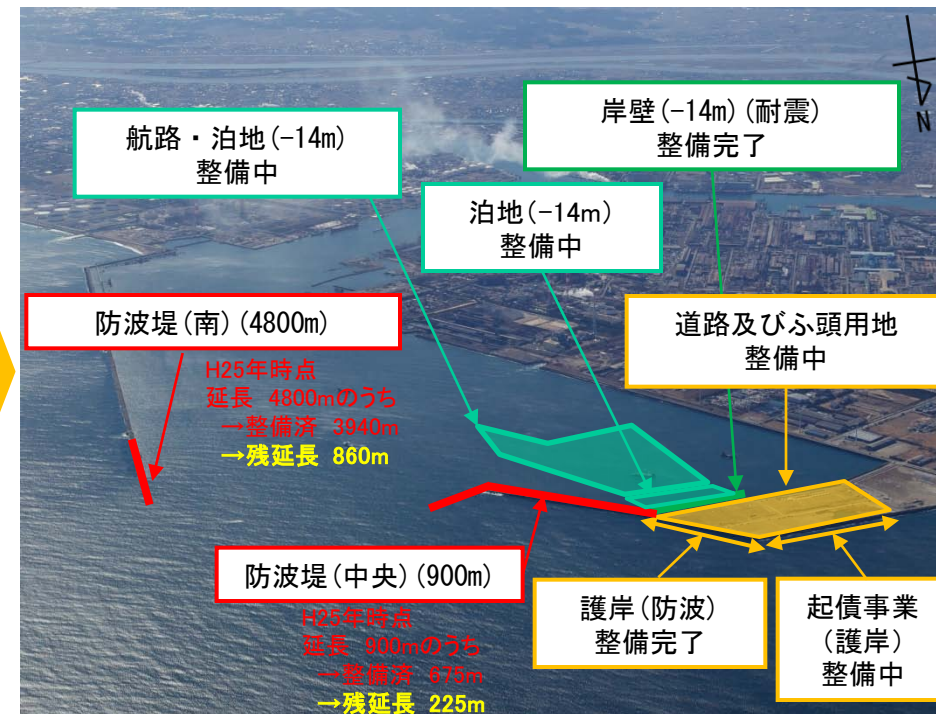
4. 事業の進捗状況

○前回事業評価(平成23年度)以降の進捗状況

- ・岸壁(-14m)、護岸(防波)の整備が完了しました。
- ・防波堤(中央)は、平成24年度末で総延長900mのうち、675mまで進捗しています。
- ・防波堤(南)は、平成24年度末で総延長4800mのうち、3940mまで進捗しています。



【平成23年時点：事業進捗率 47.3%】



【平成25年時点：事業進捗率 57.2%】

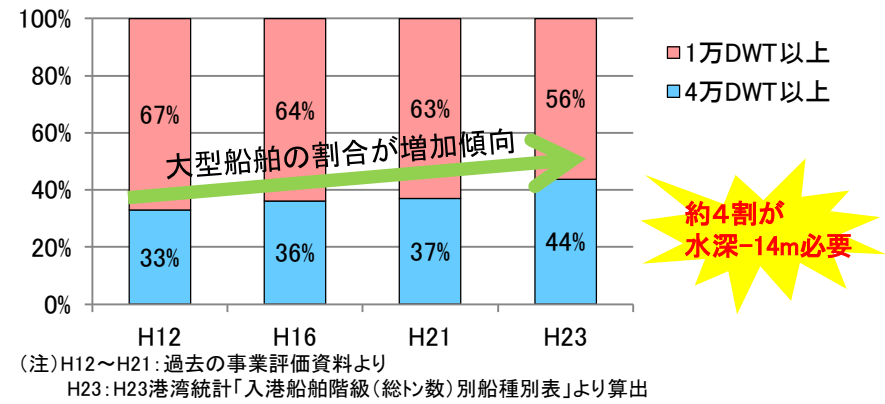
5. 事業の必要性

(1) 船舶の大型化への対応

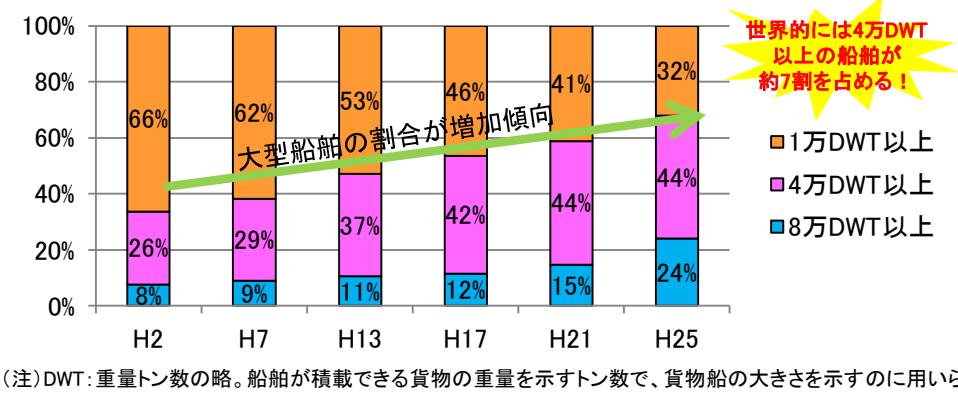
○鹿島港の大型船の入港船舶割合において、40,000DWT以上の船舶(必要水深-14m以上)が約4割を占めており、年々増加傾向です。(世界のバルク市場では40,000DWT以上の船舶が約7割を占めています。)

○背後企業から必要水深-14m級の大型船舶の就航ニーズがあるものの、鹿島港においては、既存公共岸壁の水深が最大で-10mであるため、東京港等の利用を余儀なくされる等の非効率な輸送を強いられています。

【鹿島港の入港船舶割合(10,000DWT以上)】



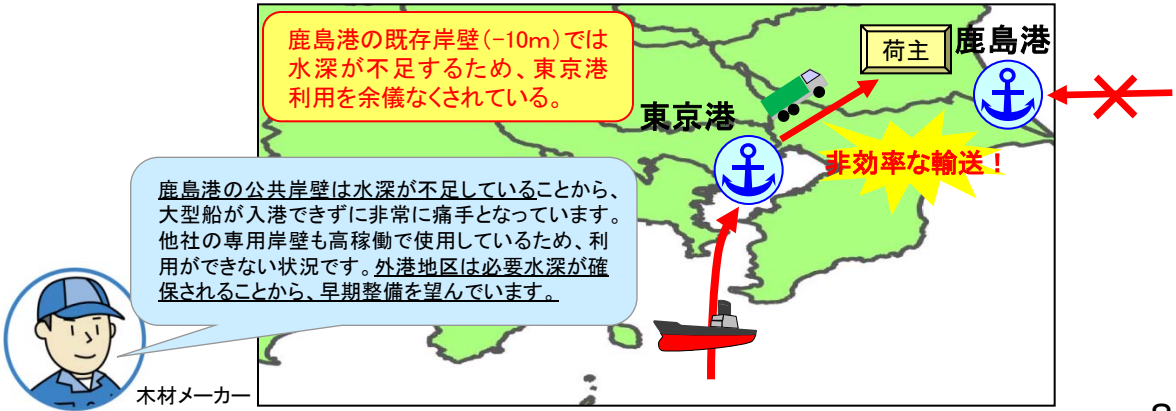
【世界のバルク船の動向(10,000DWT以上)】



【鹿島港の公共ふ頭の状況】



【鹿島港背後企業の輸送状況事例】



5. 事業の必要性

(2) 港内の静穏度および避泊地の確保

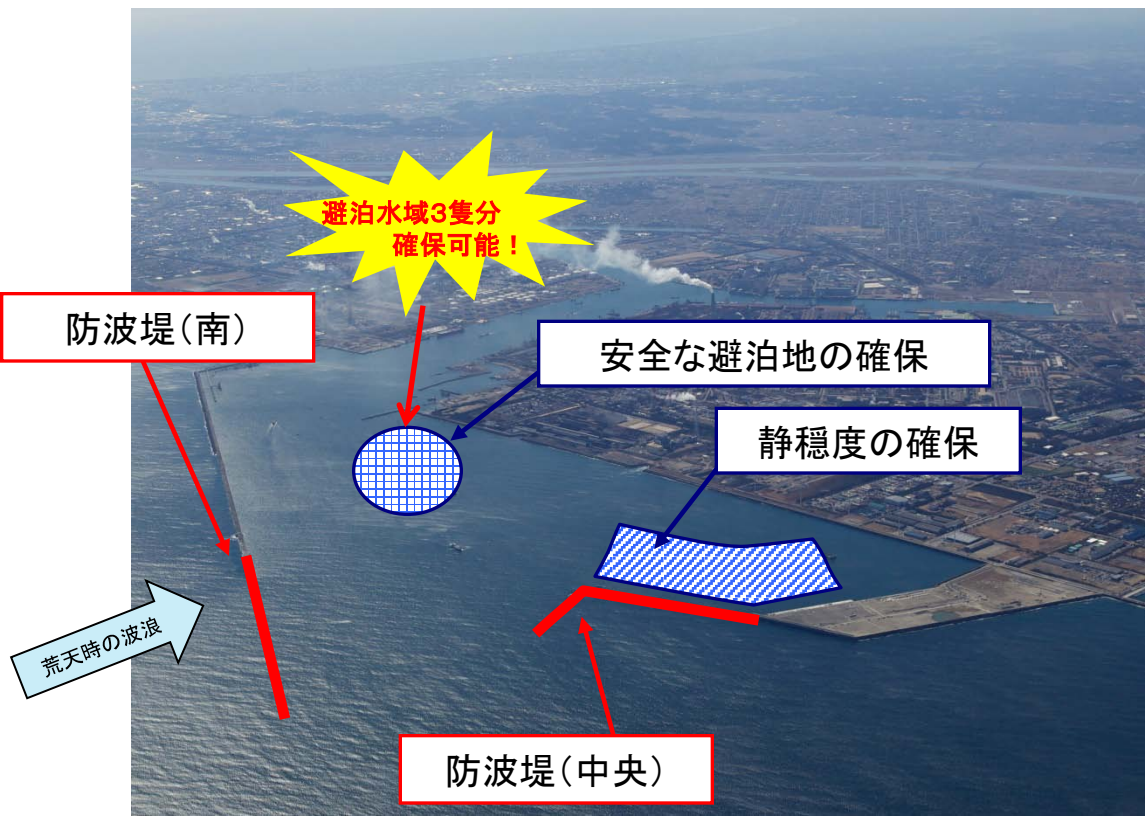
○鹿島港外港地区は太平洋に面し、海上輸送における地理的優位性を有しているものの、外洋からの波浪の影響を受けやすい環境にあります。このため、防波堤整備により港内静穏度を確保することが重要です。

○平成19年3月に鹿島港湾関係者により「鹿島港船舶航行安全の手引き」が策定されるなどソフト面での取り組みは進んでいますが、平成19年から24年までの間に36回の避難勧告、9回の海難事故が発生しており、船舶の安全確保のため、港内の避泊地の確保が必要となっています。

【過去の実難事故発生事例】

No.	発生年月日	種類
1	平成8年9月14日	強風により他船に衝突
2	平成10年1月15日	低気圧の影響により走錨※、浅瀬に乗揚げ
3	平成10年2月21日	天候悪化により走錨、他船に衝突
4	平成10年2月21日	天候悪化により走錨、他船に衝突
5	平成10年2月21日	天候悪化により走錨、浅瀬に乗揚げ
6	平成11年3月8日	強風により走錨、浅瀬に乗揚げ
7	平成18年10月6日	強風により走錨、防波堤に乗揚げ
8	平成18年10月24日	強風により防波堤に衝突後、浅瀬に乗揚げ
9	平成18年10月24日	強風により航行困難となり浅瀬に乗揚げ
10	平成20年12月27日	入港着岸時、強風に圧流され、係留中の他船に衝突
11	平成21年4月21日	入港着岸時、強風に圧流され、係留中の他船に衝突
12	平成21年5月3日	乗員を防波堤に下ろす際、圧流され船首が防波堤に接触
13	平成21年7月10日	出港のため離岸中、強風に圧流され岸壁に接触
14	平成21年12月9日	出港のため離岸中、強風に圧流され岸壁に接触
15	平成22年3月20日	出港のため離岸中、強風に圧流され灯浮標に接触
16	平成22年3月24日	入港着岸時、強風に圧流され、岸壁に接触
17	平成22年3月28日	船溜りから出港時、強風に圧流され船溜り防波堤に接触
18	平成22年9月23日	船溜りから出港時、強風に圧流され岸壁に接触

【鹿島港外港地区の防波堤整備と静穏域の関係】



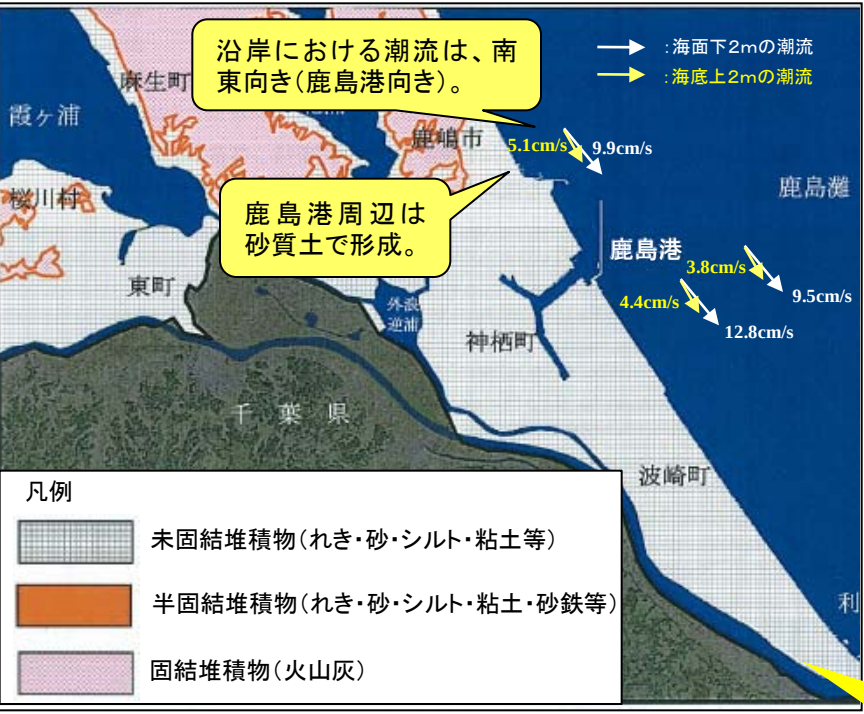
※走錨: 船が錨(いかり)を投じたまま、流されること。

5. 事業の必要性

(4) 沿岸漂砂対策

- 鹿島港では、沿岸漂砂により外港航路の埋没が深刻な問題となっています。漂砂対策として、防波堤(中央)を整備することにより、航路埋没を抑制します。(埋没量 15万m3/年 → 5.7万m3/年に抑制)
- これにより、航路の維持浚渫コストの削減が図られます。

【鹿島港周辺の地質及び潮流】



資料: H19.3 港湾計画資料

【鹿島港外港地区の防波堤(中央)による沿岸漂砂対策】



※港形の見直しにより、供用期間中(50年)にわたって当初の約3倍の埋没抑制効果が発現。

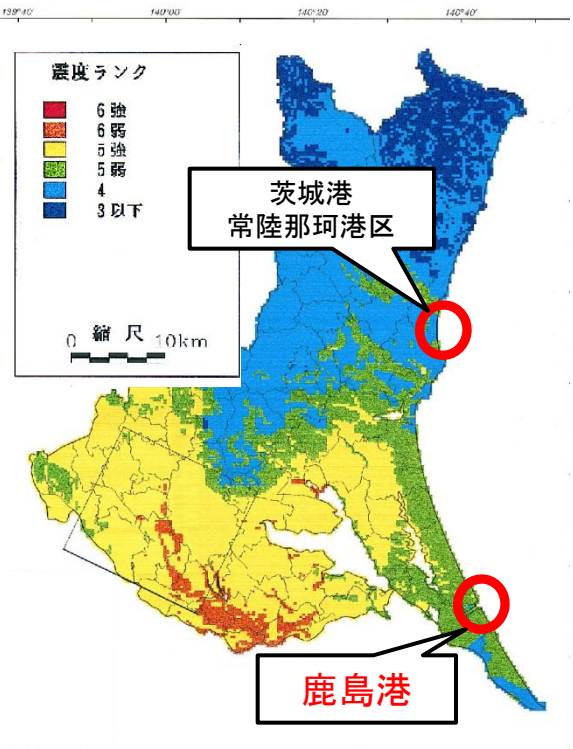
10

5. 事業の必要性

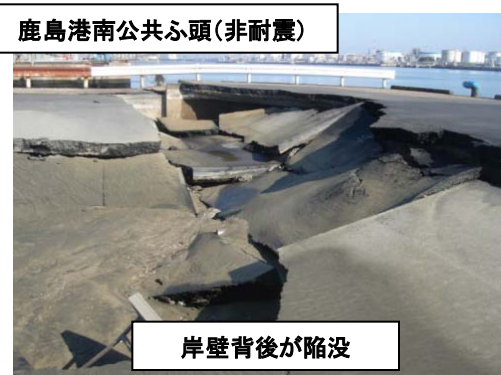
(5) 大規模地震発生時における物資輸送拠点の形成

- 茨城県地域防災計画において、当該エリアに最も大きな被害を及ぼす地震動として「南関東直下地震(M7級)」が位置付けられ、高い確率での発生が見込まれています(※今後30年以内に発生する確率70%程度)。
 - 現在、茨城県南部には、耐震強化岸壁が整備されていない状況であります。
 - 岸壁(-14m)が、耐震強化岸壁として整備されることにより、震災時の緊急物資輸送の拠点としての機能が期待されています。
- ※東日本大震災において、茨城県内の通常岸壁は殆ど被災しましたが、茨城港常陸那珂港区の耐震強化岸壁が直後に利用可能な状態であったことから、震災時における県南部の防災拠点として鹿島港の耐震強化岸壁が期待されます。

【南関東直下地震の震度分布】



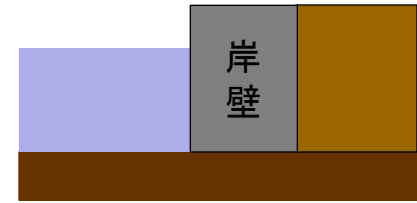
【東日本大震災による港湾施設の被災状況】



【整備効果イメージ】

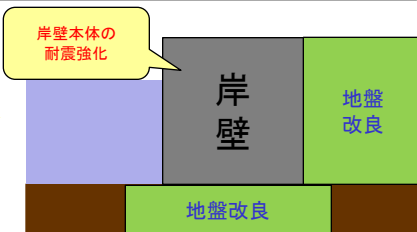
・非耐震岸壁

75年に1回の地震では利用可能だが、300～500年に1回発生する地震では利用できない



・耐震強化岸壁(耐震化イメージ)

300年～500年に1回発生する最大規模の地震時でも震災直後から利用可能。



耐震強化岸壁は
震災直後に利用が可能！

出典: 資料: 茨城県地域防災計画(震災対策計画編)(平成22年2月)

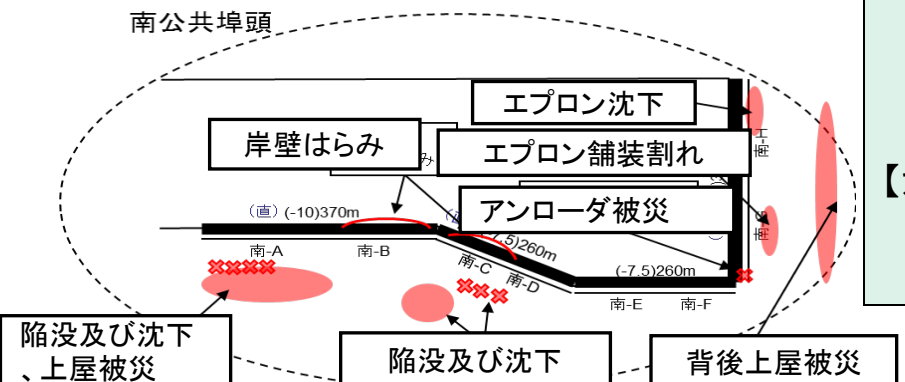
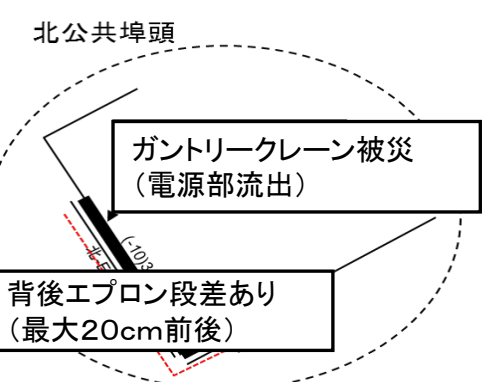
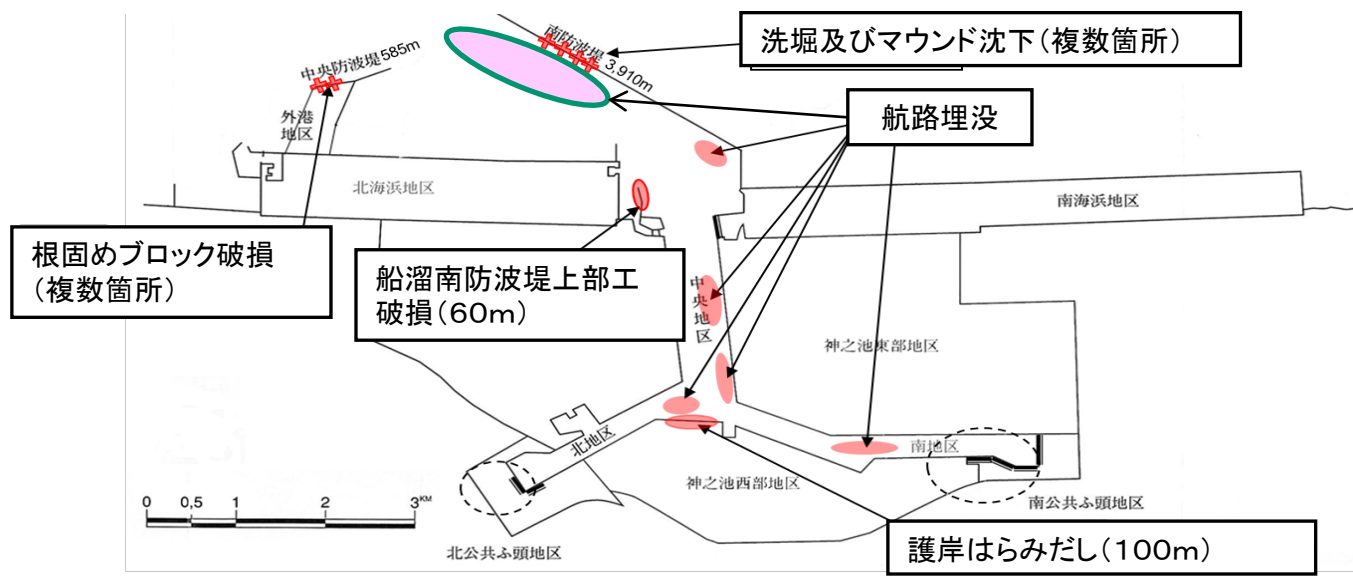
出典: 国土交通省港湾局
耐震強化岸壁整備プログラム(H18.3)

5. 事業の必要性

(参考)東日本大震災における被災状況

○ 東日本大震災では、地震動による岸壁の損傷、液状化によるふ頭用地や臨港道路の陥没等に加え、津波による港内への大量の土砂堆積等が発生したため、鹿島港全体にわたって大きな被害が生じました。

○ そのため、航路が完全復旧するまでには約2年程度、全ての岸壁が応急復旧するまでに約1年程度かかり、長期に渡って物流機能が制限され、鹿島臨海工業地帯に立地する多くの企業の生産活動にも支障となりました。



- 【岸壁】**
- ・被害が少なく使用可能な岸壁から応急復旧を開始
 - H23.3 北ふ頭－C岸壁
 - 南ふ頭－D,E,F,G岸壁
 - H23.7 北ふ頭－D、E岸壁
 - H23.8 南ふ頭－H岸壁
 - H23.10 南ふ頭－A,B岸壁
 - H24.1 南ふ頭－C岸壁
- 【航路・泊地】**
- ・H24.5 中央航路、南航路において元の航路幅・水深を確保
 - ・H25.1 外航航路において元の航路幅・水深を確保
- 【ガントリークレーン】**
- H24.3.16 利用再開

6. 費用対効果分析

(1) 便益

- 「港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル」及び「港湾投資の評価に関する解説書2011」に基づき以下の便益を計上しています。
 - ① 通常時の輸送コスト削減便益
新規ターミナル整備により、鹿島港外港地区における大型船舶輸送が可能となり、輸送コストが削減されます。
 - ② 海難の減少便益
港内に静穏水域を確保することにより、荒天時に安全な避泊を行うことが可能となり、海難による損失を回避できます。
 - ③ 維持浚渫費用の削減便益
防波堤(中央)の整備により、沿岸漂砂による航路埋没を抑制し、維持浚渫土量を縮減することができます。
 - ④ 震災時の輸送コスト削減便益
耐震強化岸壁の整備により、震災時の緊急物資及び一般貨物の輸送コストを削減することができます。
 - ⑤ 残存価値(ふ頭用地・防波堤)
本プロジェクトで整備したふ頭用地及び防波堤は供用終了時で清算されると仮定し、その売却額を便益として計上します。

(2) 費用

- 本プロジェクトに係る事業費、維持管理費を計上します。

(3) 分析条件・ 結果

	今回評価(H25)	前回評価時点(H23)
基準年次	平成25年度	平成23年度
事業期間	昭和56～平成40年度	昭和56～平成31年度
分析対象期間	供用後50年間	供用後50年間
事業費	980億円	738億円
総便益B(割引後)※	1,585億円	1,664億円
総費用C(割引後)※	1,201億円	1,049億円
費用便益分析(B/C)	1.3	1.6
経済的内部収益率(EIRR)	5.0%	5.8%

※割引後は社会的割引率等を考慮した値。

6. 費用対効果分析

■事業全体

項目	内容	金額		B／C	EIRR
便益(B)	輸送コストの削減の効果(外貿バルク貨物)	715億円	総便益 1,585億円	1.3	5.0%
	海難の減少便益	638億円			
	維持浚渫費用の削減便益	209億円			
	輸送コスト削減の効果(耐震強化岸壁)	11億円			
	埠頭用地・防波堤の残存価値	13億円			
費用(C)	事業費	1,198億円	総費用 1,201億円	1.3	5.0%
	維持管理費	3億円			

■残事業

項目	内容	金額		B／C	EIRR
便益(B)	輸送コストの削減の効果(外貿バルク貨物)	715億円	総便益 1, 534億円	4. 9	32. 5%
	海難の減少便益	638億円			
	維持浚渫費用の削減便益	168億円			
	埠頭用地・防波堤の残存価値	13億円			
費用(C)	事業費	313億円	総費用 316億円		
	維持管理費	3億円			

6. 費用対効果分析

(4)便益の計測 ～通常時の輸送コスト削減便益（外貿バルク貨物）～

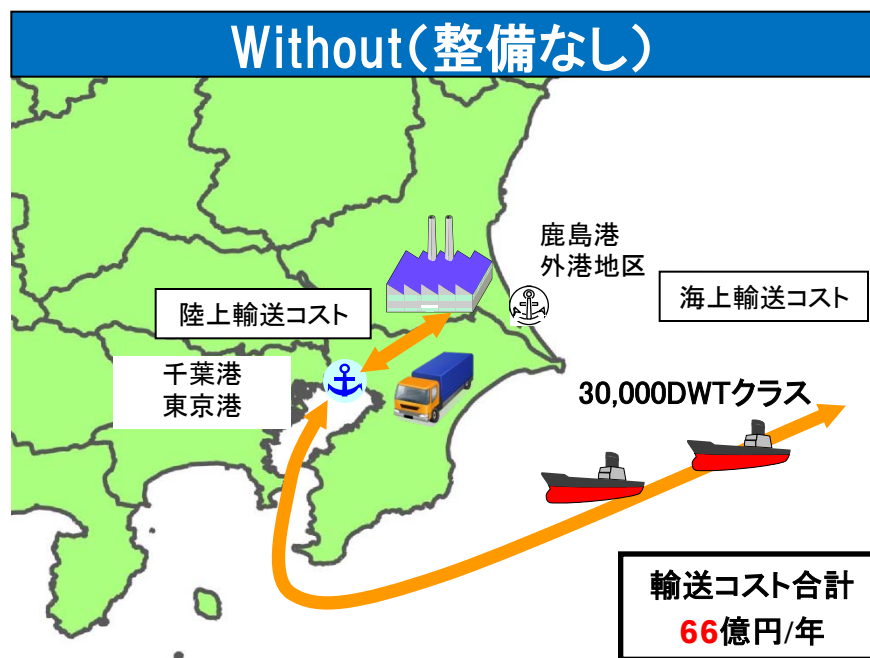
○ With(整備あり)とWithout(整備なし)の輸送コストを算出し、その差を便益として計上します。

With(整備あり)

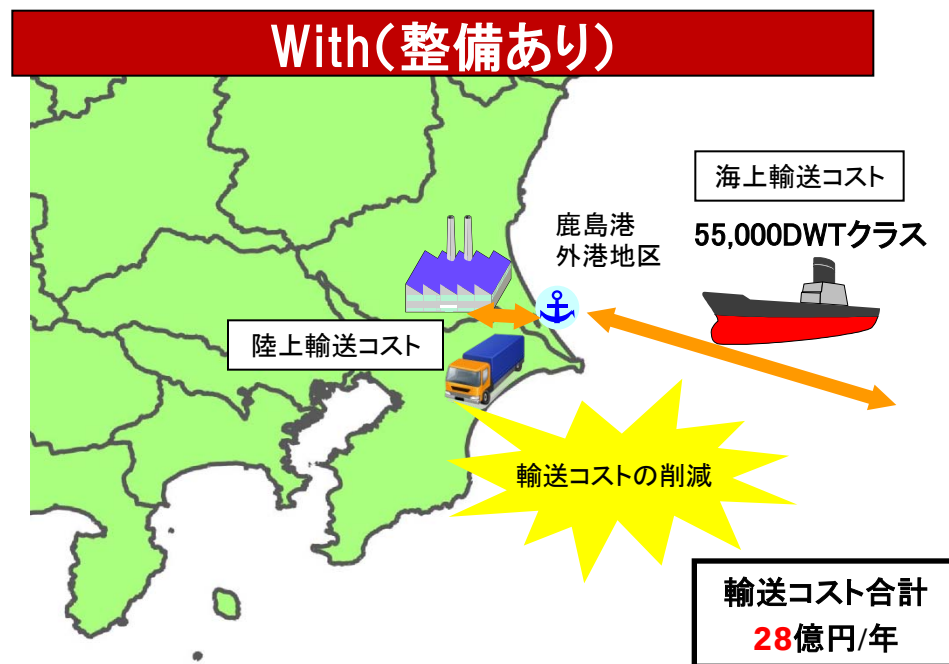
背後圏～鹿島港外港地区～相手港の輸送ルートにおいて、船舶の大型化を考慮の上、陸上輸送コスト、海上輸送コストを算定します。

Without(整備なし)

背後圏～代替港～相手港の輸送ルートにおける、陸上輸送コスト、海上輸送コストを算定します。



単年度便益:38億円/年
(Without-With)



総便益:715億円/50年間
(割引後)

6. 費用対効果分析

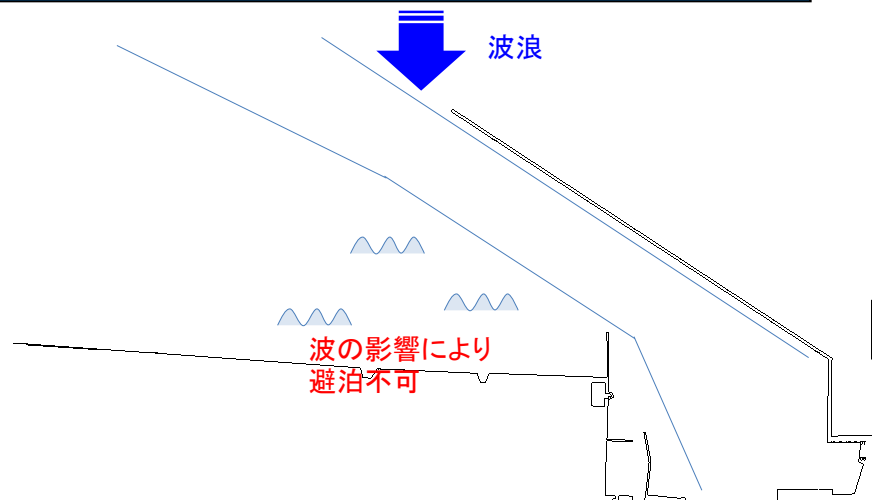
(5) 便益の計測 ～ 海難の減少便益 ～

○ With(整備あり)の海難回避額を便益として計上します。

With(整備あり): 港内に確保される静穏水域に避泊可能な船舶隻数、年間荒天回数及び損失回避額を算定します。

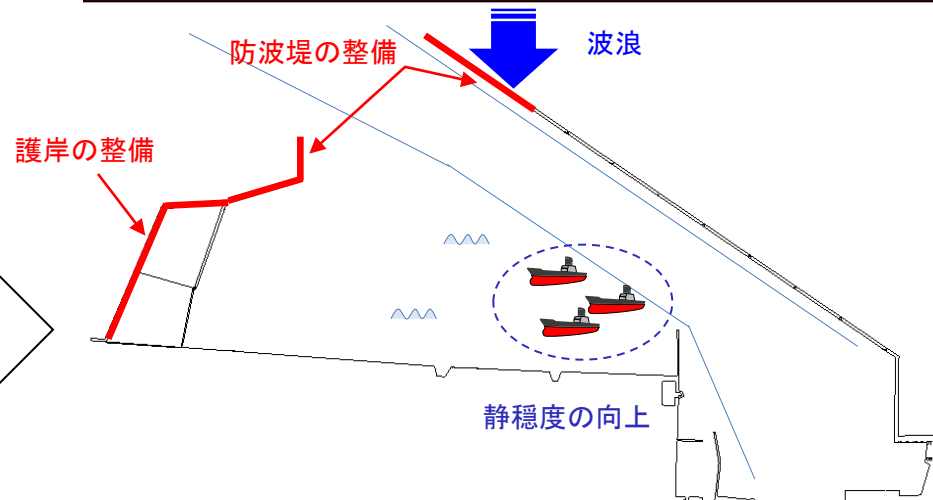
Without(整備なし): 避泊可能な静穏水域はありません。

Without(整備なし)



荒天時の避泊可能隻数: なし

With(整備あり)

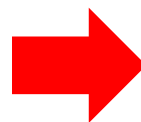


荒天時の避泊可能隻数: 3隻

※過去の実績から年間荒天回数を年間7回と設定

単年度便益: 31億円/年

(Without-With)



総便益: 638億円/50年間

(割引後)

6. 費用対効果分析

(6)便益の計測 ～維持浚渫費用の削減便益～

- With(整備あり)とWithout(整備なし)の維持浚渫コストを算出し、その差を便益として計上します。
(外港航路への漂砂流入量と浚渫費用の関係から維持浚渫コストを算定します)

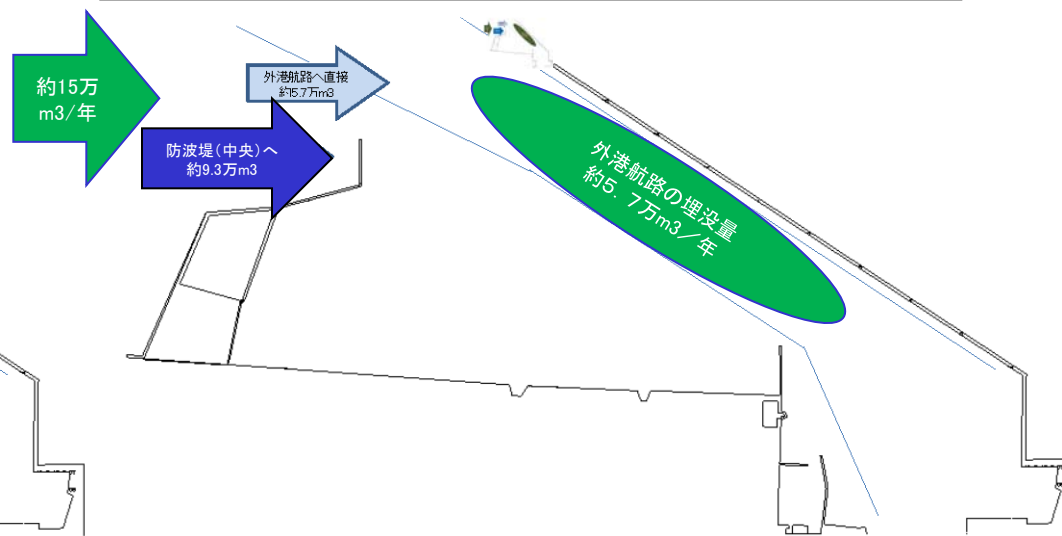
Without(整備なし)



外港航路への漂砂の流入量:15.0万m³/年

単年度便益:13億円/年
(Without-With)

With(整備あり)



外港航路への漂砂の流入量:5.7万m³/年

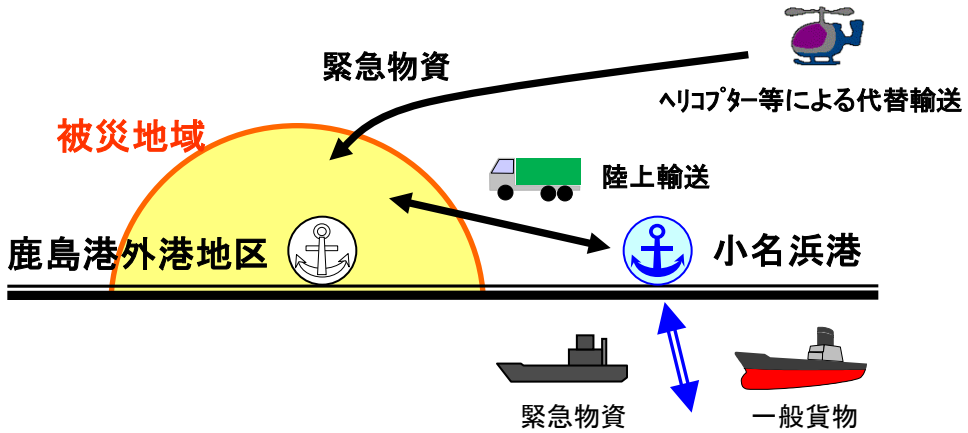
総便益:209億円/50年間
(割引後)

6. 費用対効果分析

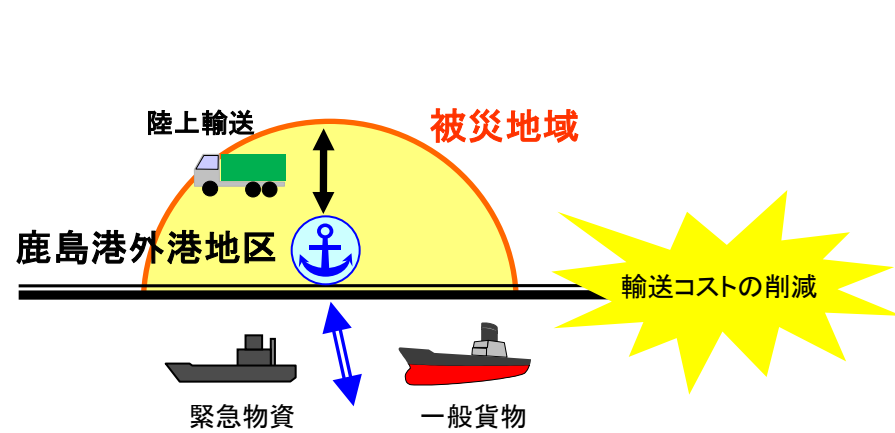
(7)便益の計測 ～ 災害時の緊急物資・一般貨物輸送コスト削減便益～

- With(整備あり)とWithout(整備なし)の輸送コストを算出し、その差を便益として計上します。
- ①被災直後～1ヶ月後まで(緊急物資)
 - 【With(整備あり)】 → 鹿島港外港地区から緊急物資輸送先までの輸送コストを算定します。
 - 【Without(整備なし)】→被災地域外から緊急物資輸送先までのヘリコプターやトラックによる輸送コストを算定します。
- ②被災1ヶ月後～2年後まで(一般貨物)
 - 【With(整備あり)】 → 背後圏～鹿島港外港地区の輸送ルートにおける、陸上輸送コストを算定します。
 - 【Without(整備なし)】→ 背後圏～小名浜港の輸送ルートにおける、陸上輸送コストを算定します。

Without(整備なし)

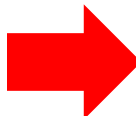


With(整備あり)



【参考】地震発生確率考慮前
単年度便益: 50億円／年
(Without－With)

単年度便益: 0.6億円／年 ※1
(Without－With)



総便益: 11億円／50年間 ※1
(割引後)

※1 地震発生確率考慮後

6. 費用対効果分析

(8) 事業費増加の要因

事業内容の変更に伴い、下記の理由により事業費が増加しました。

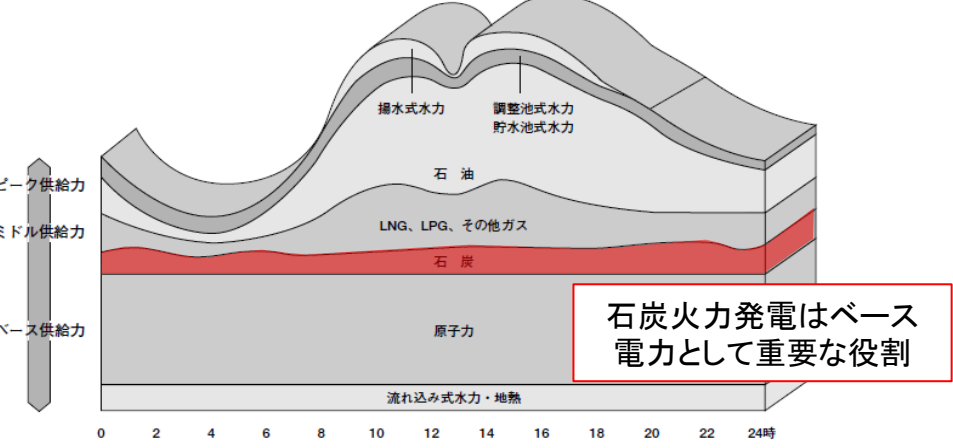
	変化の要因	増減額
防波堤	・長周期波対策のための防波堤の延伸等	+ 226億円
その他	・背後ふ頭用地整備費用の追加	+ 15億円
合計		+ 241億円

6. 費用対効果分析

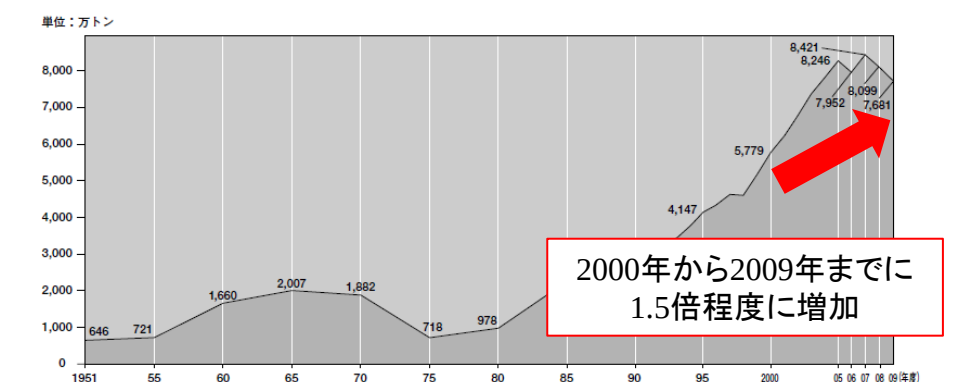
(9) 事業費増加の背景(社会的なニーズ)

- 石炭火力発電は、原子力発電に次ぐベース電源として、2,500億kW/年を発電しており、8,500万トン/年の石炭を消費しています。
- 東日本大震災後に原子力発電所が相次いで稼働停止となったことを受け、逼迫する電力需要に対応するため、火力発電所の発電量を増加させて対応しています。
- 石炭火力発電についても、燃料費が安いこと、安定的な燃料確保が可能であること等のメリットがあり、各電力会社でも発電量を増加させています。また、民間の電力卸売事業者の参入も進むことが予定されています。
- こうした動きに対応するため、鹿島港においても、安定的な石炭輸入を早期に確保することが必要となっています。

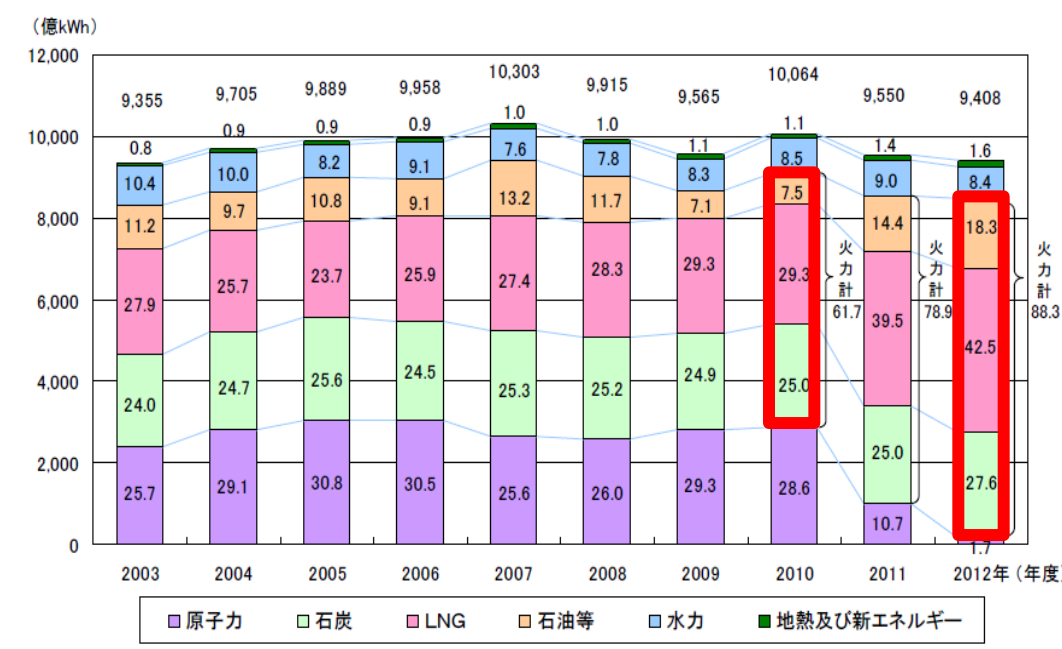
日本における電力のベストミックス(電気事業連合会資料)



発電用石炭の消費量の推移(電気事業連合会資料)



日本の電源別発電電力構成比(電気事業連合会資料)



東日本大震災前後の発電量の比較

- 火力発電(全体) 6,200億kW/年→8,300億kW 35%増加
- 火力発電(石炭) 2,500億kW/年→2,600億kW 4%増加

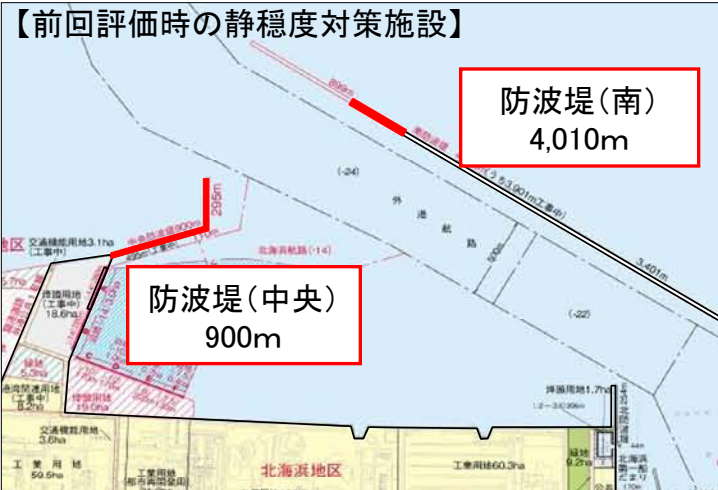
6. 費用対効果分析

(10)事業費増加の要因(防波堤:長周期波対策)

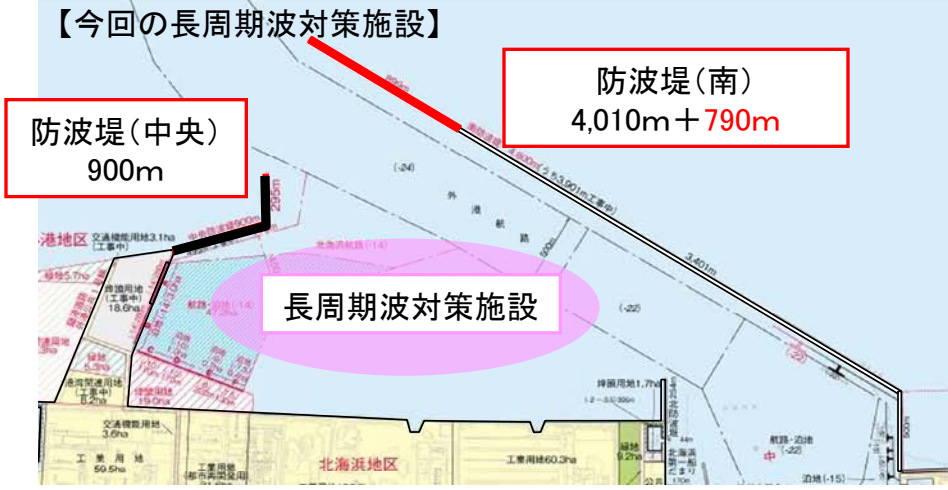
【約226億円増額】

- 厳しい海象条件である鹿島港における、海難事故の発生要因となる「風波」による影響を極力減らし、船舶の安全航行を確保することが重要であり、風波からの防護を最優先として、防波堤整備を進めてきました。
- 一方で、船舶が岸壁で荷役するためには、風波だけでなく、長周期波に対する静穏度の確保も重要ですが、現状の防波堤延長で改めて長周期波に対する稼働率を検証したところ、73%に留まっており、不十分な状況です。
- そのため、防波堤(南)を790m延長するとともに、長周期波対策施設を整備し、長周期波に対しても97.5%の稼働率を確保することで、船舶の安全航行と荷役効率化の両方を確保します。

港 形	防波堤延長		稼働率	
	中央	南	風波	長周期波
前回評価時港形	900m	4,010m	97.5%	—
平成24年末 (現況)	675m	3,940m	—	73%
平成40年末 (港湾計画港形)	900m	4,800m	—	97.5%



前回(H23)評価時
風波に対しては、稼働率97.5%を確保しています。
長周期波に対しては、おおむね稼働率73%となっています。



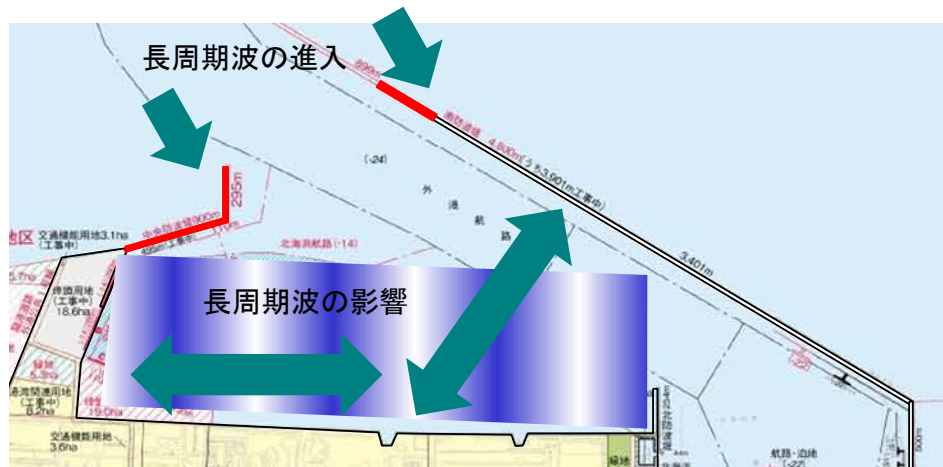
今回(H25)評価時
風波に対しては、稼働率97.5%を確保しています。
長周期波に対しても、この対策で稼働率97.5%を確保出来る見込みです。

6. 費用対効果分析

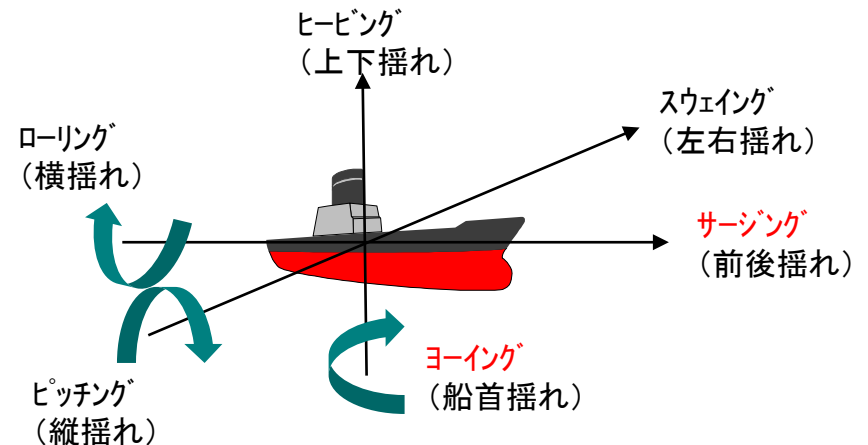
(参考一) 長周期波とは

- 長周期波は、通常の波浪(風波)よりも周期が長い波高で、風波の周期は数秒から20秒程度であるのに対して、30秒から300秒周期の波で、波高が10cm程度でも荷役障害を起こす恐れがあり、目視では確認が困難な波です。
- 外洋に面した港湾においては、長周期波の影響を受けやすい状況になっています。
- 荷役時の影響は、サージング(前後揺れ)やヨーイング(船首揺れ)などの船体動揺によって、係留索の破断や、揺れによる荷役機械を使用できないなどの障害が生じます。
- このため、防波堤を延伸することにより、港内の長周期波の影響を抑制する必要があります。

【長周期波の発生イメージ】



【長周期波による船体動揺のイメージ】

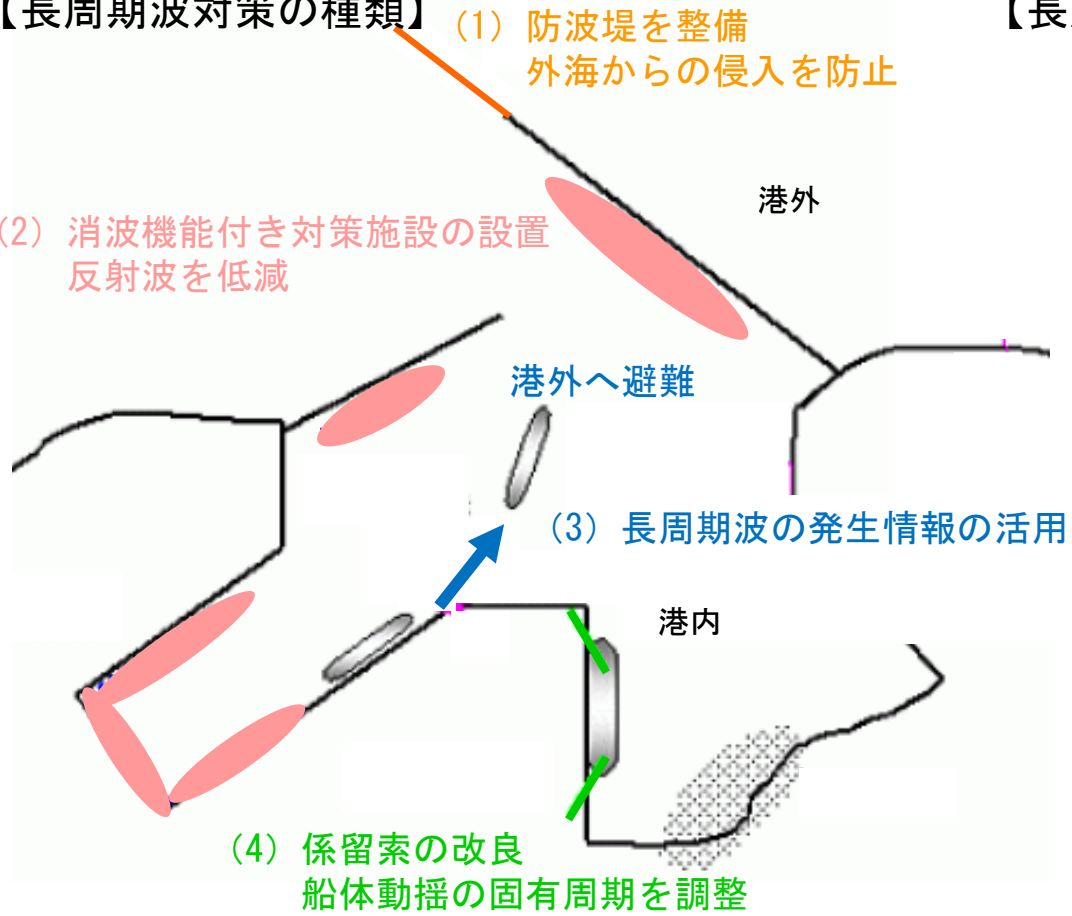


6. 費用対効果分析

(参考-2) 長周期波対策について

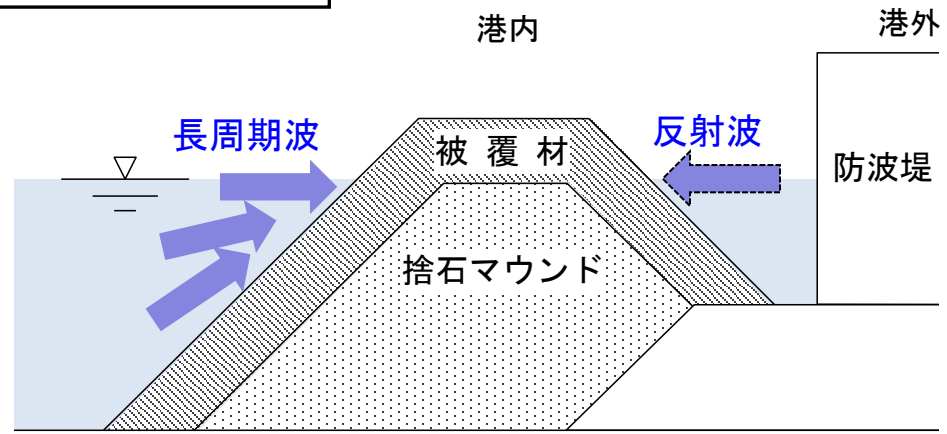
- 長周期波の対策としては、防波堤延伸や消波機能を有する対策施設の設置、係留索の改良が考えられます。
- 特に、消波機能を有する対策施設については、防波堤の内側に被覆材と捨石マウンドからなる傾斜堤を設置し、流速の減衰による反射率の低減、渦によるエネルギー減少、位相差による反射波を減衰させることが有効で、すでに秋田港、苫小牧港などで実績をあげています。

【長周期波対策の種類】



【長周期波対策(消波機能付き対策施設)のメカニズム】

従来工法(干出型)



- ◆傾斜堤の消波メカニズム
- 傾斜堤の空隙により流速を低減させて波浪を減衰させることで反射波を低減させる。
- 渦を発生させてエネルギーを低減させる。
- 遊水部により反射波間の位相差をつけて相殺する。

6. 費用対効果分析

(参考一3) 全国での主な長周期波対策の事例

- 長周期波については、特に外洋に面した港で発生が顕在化しています。
- 長周期波対策については、海象条件や地形などの地域特性により、大きく左右されるため、シミュレーションや水理模型実験により検討を重ね、慎重に対策を講ずることが必要です。
- 平成19年以降、秋田港等で長周期波対策の整備が実施され、データが蓄積され始めているところです。

長周期波対策の事例

苦小牧港
H18頃～ 配置・構造検討
H20～ 捨石傾斜堤（干出型）の整備

秋田港
H16～H24 配置・構造検討
H19～H23 捨石傾斜堤（干出型）の整備

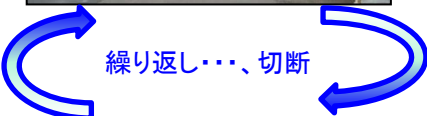
清水港
H24 構造検討

境港
H16～H23 配置・構造検討
H22 試験的に傾斜堤整備

常陸那珂港
H20 配置・構造検討
H21～H22 捨石傾斜堤（干出型）の整備

被害事例

●係留索の弛緩・緊張状況



●動揺による接岸・離岸の繰り返し



大きな音を立てて、防舷材を押しつぶしている！！

6. 費用対効果分析

(参考一4) 鹿島港における長周期波対策の課題

① 既存の対策断面

- ・秋田港などでは、水理模型実験や経済性を踏まえ捨石傾斜堤構造が採用されています。
- ・但し、海象条件の厳しい鹿島港では、防波堤からの越波が生じるため、切欠部の洗掘などの被災が懸念され、当該工法の適用は困難な状況です。
- ・そのため、新たな対策の検討が必要でした。

② 没水型斜面堤の開発 (H22～H25)

- ・既存工法(捨石傾斜堤)とは異なり、水面下に構造物を設置し、長周期波を減少させる、「没水型斜面堤」が実用化されました。

【没水斜面堤の特徴】

- ・越波に対する安定性が向上
- ・対策断面の小型化によるコスト縮減(約2割程度)
※6,000千円/m(従来工法) → 5,000千円(新工法)

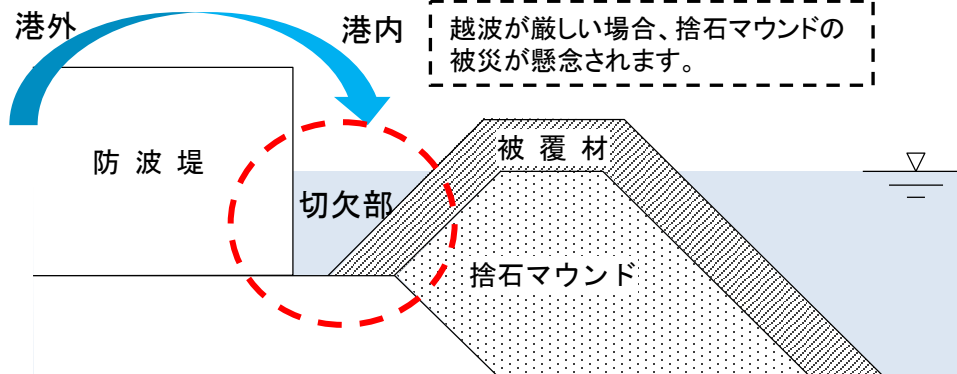
・没水型斜面堤の開発により、鹿島港における長周期波対策が可能となり、具体的な設計や事業化が可能となりました。

今回の再評価において長周期波対策を追加

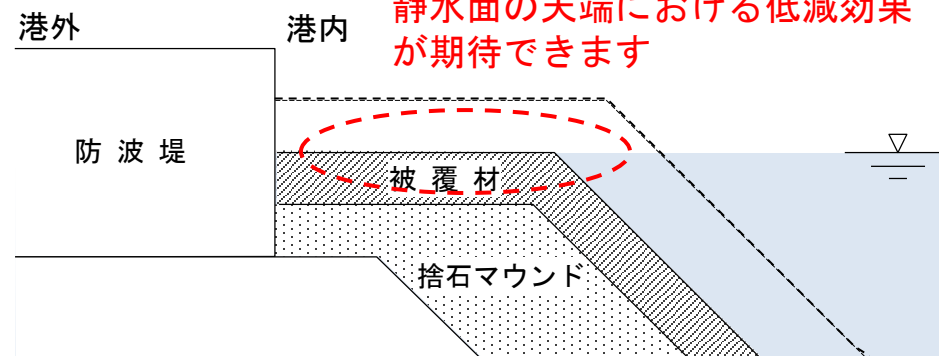


【鹿島港の防波堤越波状況】

従来工法(干出型)



今回工法(没水型)



6. 費用対効果分析

(参考一5) 鹿島港における長周期波対策の効果

【現況港形】（中央防波堤 675m、南防波堤 3,940m）

○現況港形では、外港地区岸壁前面で波高比2.0以上となり、以下のような荷役障害が発生します。

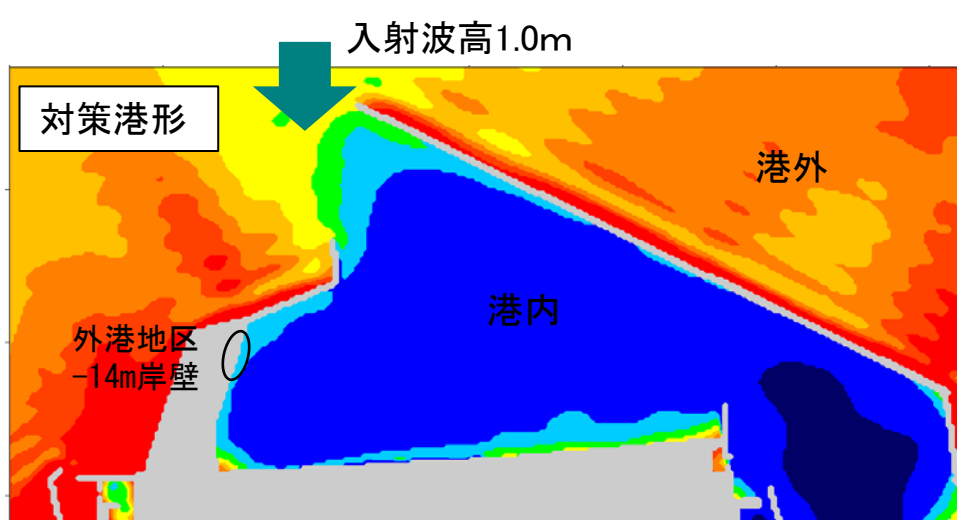
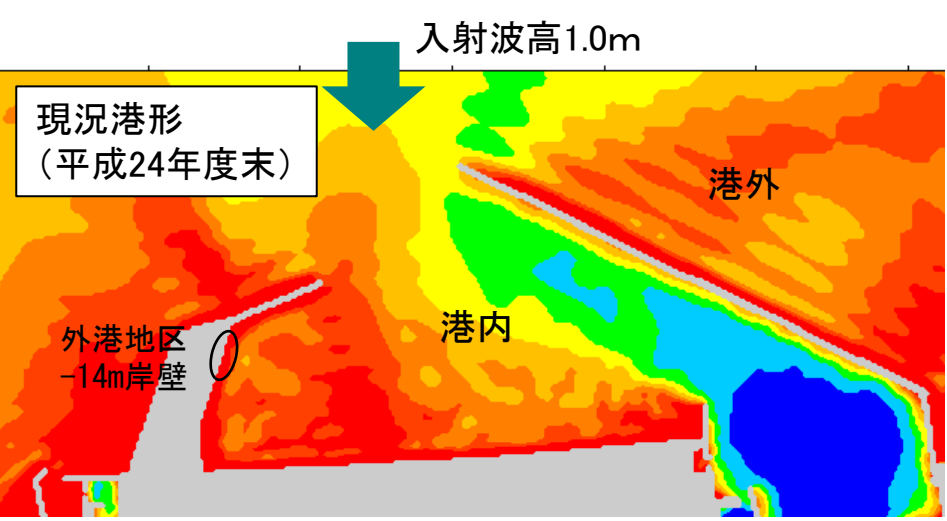
- ・係留中の大型船舶が大きく動揺することにより荷役作業の中止が生じます。
- ・係留された船舶のロープが切断されることや、作業中の人身事故など、最悪の場合、切断ロープの直撃による死亡事故も懸念されます。
- ・船体動揺により、防舷材の損傷や、岸壁及び、船体の損傷が発生します。

【対策港形】（中央防波堤 900m、南防波堤 4,800m、長周期波対策施設）

○長周期波対策の実施により、外港地区岸壁前面の長周期波に対する荷役稼働率97.5%を満足することが可能となります。

○また、長周期波に対する静穏度が向上することで、荷役障害を回避することが出来るため、港湾労働者の安全を確保できるとともに、荷役作業の中断を回避し、安定した荷役作業が可能となります。

【長周期波の波高比分布】



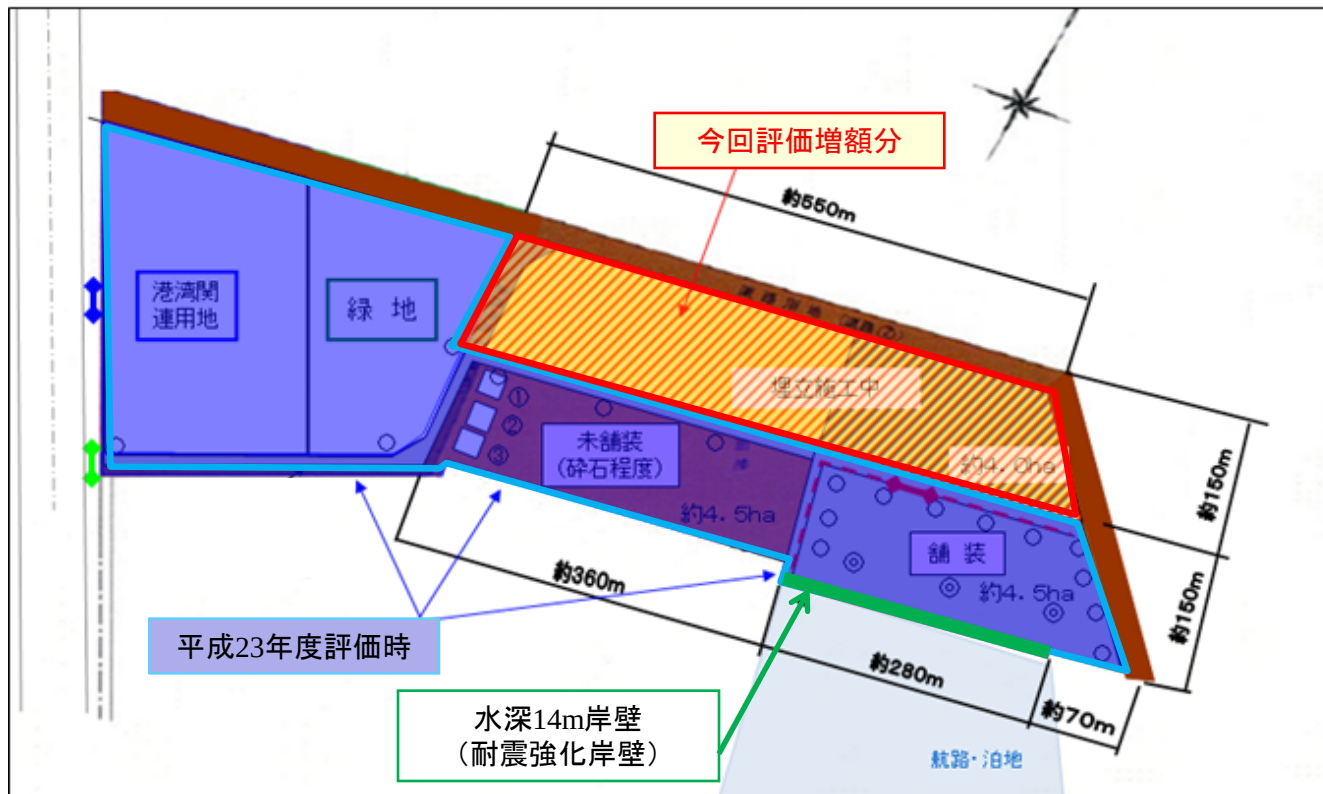
※波高比: 入射波高を1.0mとした場合の比率を表します。
※出現頻度の高いENE方向の計算結果を代表として示しています。

6. 費用対効果分析

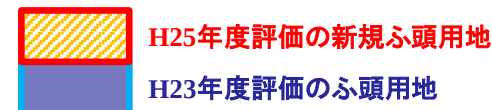
(11) 事業費増加の要因(ふ頭用地)

【約15億円増額】

○平成23年度再評価時では、直轄工事で整備される岸壁1バース(-14m)の背後地のための整備計画でしたが、震災以降、逼迫するエネルギー需要に対応するため石炭等の取扱量の増加が見込まれることから、背後のふ頭用地の整備も必要となり、事業費が増額となりました。



【外港地区ふ頭用地 配置図】



7. 施工上の工夫

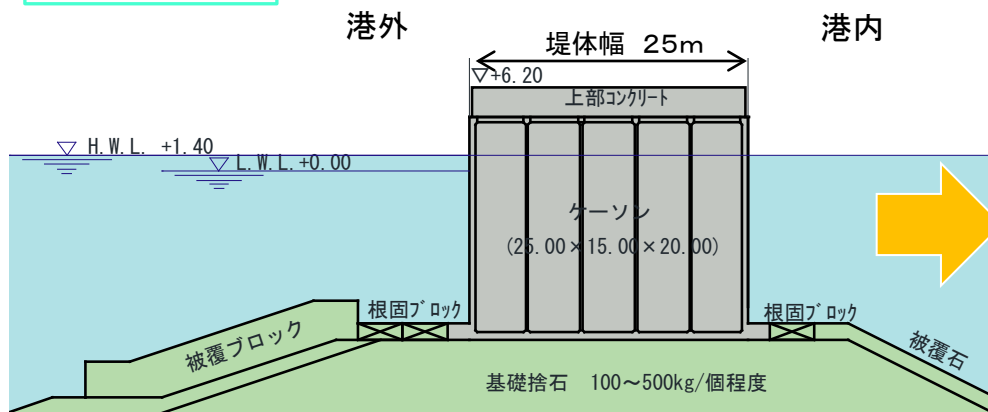
(1)コスト縮減や代替案立案等の可能性の視点【これまでの実績】

【上部斜面堤による堤体幅のスリム化】

○高潮の影響により、据付け後の防波堤の被災経験を踏まえ、防波堤ケーソンの形状を、波を直接受ける「直立堤」から、水平波力を軽減するとともに、抵抗力に転換して**堤体幅をスリム化する「上部斜面堤」**を採用し、**4割程度のコスト縮減**を図っています。

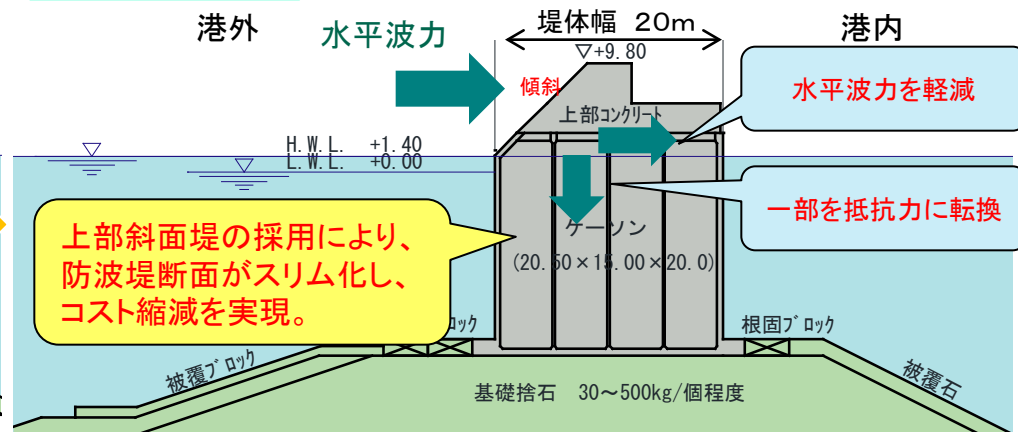
【上部斜面堤の採用】

直立堤



ケーソン製作費: 9,800千円/m

上部斜面堤



ケーソン製作費: 6,100千円/m

38%縮減

7. 施工上の工夫

(2)コスト縮減や代替案立案等の可能性の視点【今後の検討】

【今後の縮減策の検討①:長大ケーソン採用による据付費の削減、堤体幅のスリム化を検討】

○波浪条件の厳しい鹿島港では、防波堤ケーソンの据付に必要な連続3日の静穏日の確保が容易でなく、防波堤の据付費が割高となります。通常のケーソンでは1函の延長が15m程度ですが、延長を30m程度の長大ケーソンとすることで、**据付費の縮減や、施工期間の短縮**による便益の早期発現が可能となることが想定されます。

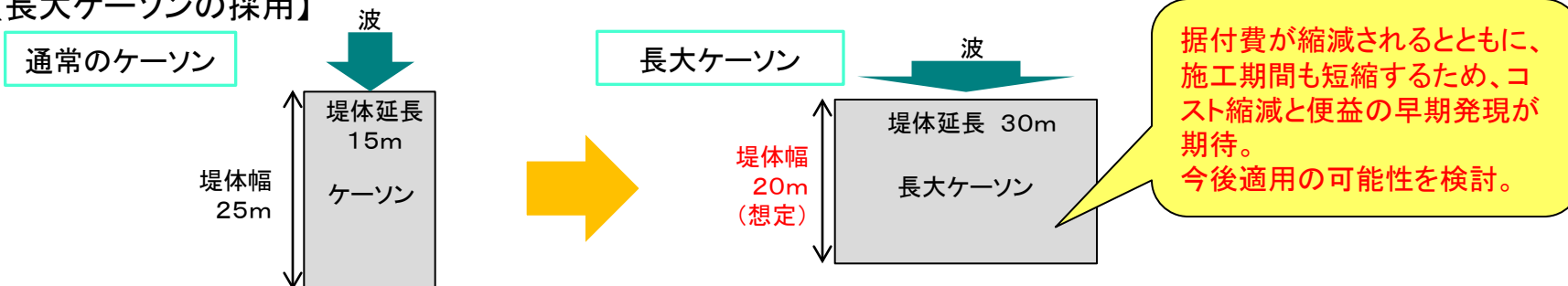
○長大ケーソンを採用することで、波力を受ける面が幅広いため1函に作用する力が分散し、**堤体幅のスリム化**が想定されます。

【今後の縮減策の検討②:中詰材の高比重化による堤体幅のスリム化】

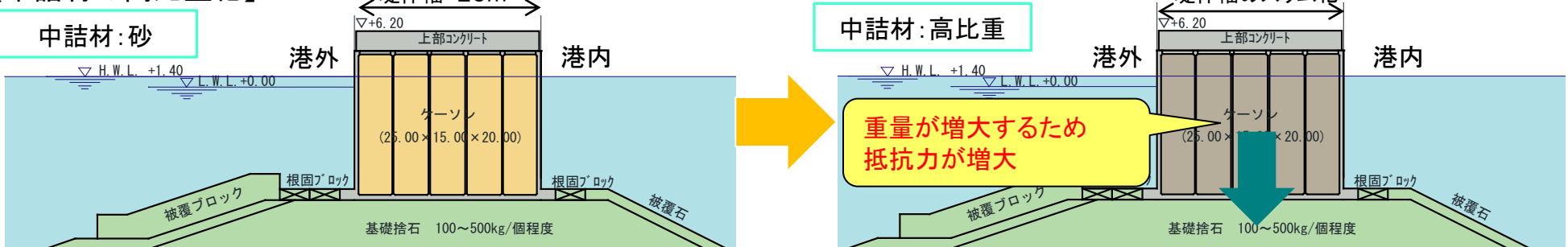
○ケーソンの中詰材として使用する砂(単位体積重量 18kN/m^3)を高比重の材料を採用することで、波力への抵抗が増大するため、堤体幅のスリム化が想定されます。

○高比重の材料の候補として、副産物(銅スラグ:単位体積重量 20kN/m^3 程度)などが想定されており、材料費も含めて、**副産物使用によるコスト縮減**を検討します。

【長大ケーソンの採用】



【中詰材の高比重化】



8. まとめ

(1) 事業の必要性等に関する視点

- ・岸壁の整備により、大型船舶への対応が可能となり、背後の荷主等事業者の物流効率化が図られます。
- ・防波堤(中央・南)の整備により、港内の静穏度が確保され、船舶の安全な航行、荷役及び荒天時の港内避泊が可能となります。
- ・防波堤延伸により、荷役障害を軽減し、効率的かつ安全な岸壁利用が可能になります。
- ・大規模地震時の物流輸送拠点として、地域住民の生活を支えることができます。

(2) 事業の進捗の見込みの視点

- ・昭和56年に事業採択。長周期波の影響等による稼働率低下を改善するため、防波堤延伸等の整備を行うことによる事業量の増加に伴い、事業期間を9年延伸しました。(平成40年度事業完了予定です)
- ・護岸(防波)(平成21年度)、岸壁(－14m)(平成24年度)の整備が完了しました。

(3) コスト縮減や代替案立案等の可能性の視点

【コスト縮減】

- ・防波堤のケーソン等について、経済的な工法を検討することでコスト縮減を図ります。

【代替案の立案】

- ・事業の中心的施設である岸壁(－14m)の整備は完了しています。今後、防波堤及び航路泊地の整備を残すのみとなっており、今後の施設利用の必要性などを勘案すると、残事業の執行が最も効率的と考えられます。

(4) 都県・政令市への意見聴取(結果)

- ・鹿島港外港地区の水深14m耐震強化岸壁は、本年4月に暫定水深13mで供用開始したが、近年の船舶の大型化や、港内静穏度の確保、航路埋没、長周期波などに対応するためには、引き続き航路・泊地の浚渫や防波堤の延伸整備を継続する必要がある。
- ・また、当該岸壁は鹿島港唯一の耐震強化岸壁であり、外港地区が災害時の緊急物資輸送拠点としての役割を担うとともに、首都圏直下地震の際には東京湾諸港の代替港となることが期待されていることから、事業の継続は妥当と考える。
- ・このため、より一層のコスト縮減を図りながら、早期完成に向け事業を推進されたい。

(5) 対応方針(原案)

- ・上記より、本事業は「継続」が妥当であると考えます。