

## 港湾における繫離船作業の安全性向上に向けた取組等について

令和5年10月27日

港湾局技術企画課技術監理室

1. これまでの取組等

- ・港湾局では、これまで、繫離船作業のうち、陸上作業員が係留索を係船柱に掛け外しする作業を対象に係留施設の付帯設備等（係船柱、防舷材、車止め等）の整備において配慮すべき事項を検討。
- ・平成29年3月には、国土技術政策総合研究所において、「係留施設の付帯設備等の整備における繫離船作業の安全性向上への配慮事項に関する検討」を公表。  
平成30年に改訂した「港湾の施設の技術上の基準・同解説」において、係船柱の設置等の際には繫離船作業の安全性について考慮することが望ましい旨の内容を追加。
- ・また、重要港湾管理者等が出席する「重要港湾管理者等主幹課長会議」（令和5年1月16日）において、繫離船作業の安全性向上に向けた取組を周知。（別紙1 参照）

2. 繫離船作業に係る港湾分野の最近の動向等

## ○港湾における気候変動適応策の実装

港湾局では、現在、港湾における気候変動適応策の実装に向けて、港湾の施設の技術上の基準の部分改訂を含めた具体的な対応方針の検討を進めている。（別紙2 参照）

このうち、気候変動適応策を考慮した施設設計に関し、繫離船作業を含む港湾利用の観点から配慮すべき一般的な視点や関連する事例収集等の結果を国土技術政策総合研究所資料としてとりまとめ、公表予定。（別紙3 参照）

## ○係留索の最小切断荷重へのSOLAS条約改正の影響

係留避泊の安全性を高めるための検討の一環として、改正SOLAS条約（令和6年1月発効予定）に基づく係留索の最小切断荷重に関する検討を国土技術政策総合研究所において実施、同研究所資料として令和4年3月公表。（別紙4 参照）

- 岸壁に船舶が接岸・離岸する際の繫離船作業は、港湾利用を支える基礎的な作業である一方、何らかの要因により繫留ロープが切断した場合、作業員の人命にも関わる作業であることから、平成26年度、国土交通省港湾局では、日本繫離船協会・海事局と連携の上、繫離船作業の安全性向上・安定的な港湾利用を実現を目指し、『繫離船作業に係る安全問題検討会』を設置。

## ■ 繫離船作業に配慮した港湾施設の施工等事例 (係留索の引っかかりや潜り込みの防止に配慮した事例)



係船柱より陸側に車止めを配置



車止めと一体化した接岸灯の設置



潜り込み対策(チェーン)付きの  
受衝板付き防舷材の設置

### 【参考情報】

- ・「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成30年改訂)」において、係船柱の設置等の際には繫離船作業の安全性について考慮することが望ましい旨記載。
- ・「基準・同解説」及びその参考文献である「係留施設の附帯設備等の整備における繫離船作業の安全性向上への配慮事項に関する検討(国土技術政策総合研究所資料(平成29年3月))」において、繫離船作業の安全性の観点からの留意点や対応例を紹介。



(国土交通省HP)  
繫離船作業に係る安全  
問題検討会の開催状況



(国土技術政策総合研究所HP)  
係留施設の附帯設備等の整備に  
おける繫離船作業の安全性向上  
への配慮事項に関する検討

○『日本の気候変動2020 - 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 -』(文部科学省・気象庁)において、平均海面水位の上昇に加え、台風等による高潮や波浪の増大など、気候変動による日本沿岸への影響について、評価・報告されている。

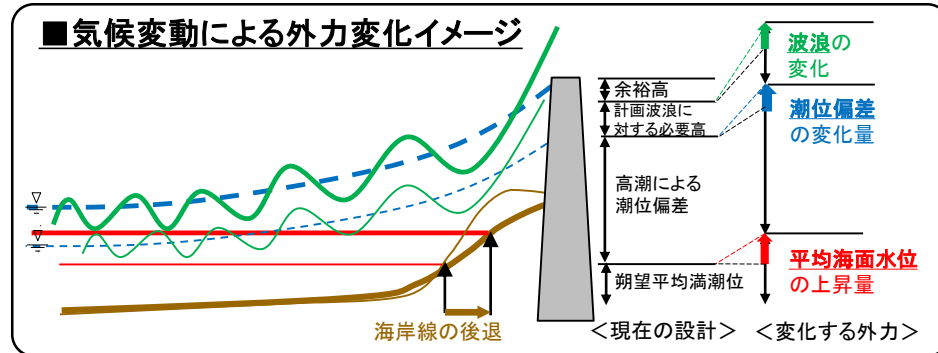
## 平均海面水位

・21世紀末(2081~2100年平均)における日本沿岸の平均海面水位は、20世紀末(1986~2005年平均)に比べて上昇する。

時期	2081~2100年平均(21世紀末)	
シナリオ	日本沿岸の平均海面水位の上昇量	世界の平均海面水位の上昇量
2°C上昇シナリオ(RCP2.6)	0.39 m (0.22~0.55 m)	0.39 m (0.26~0.53 m)
4°C上昇シナリオ(RCP8.5)	0.71 m (0.46~0.97 m)	0.71 m (0.51~0.92 m)

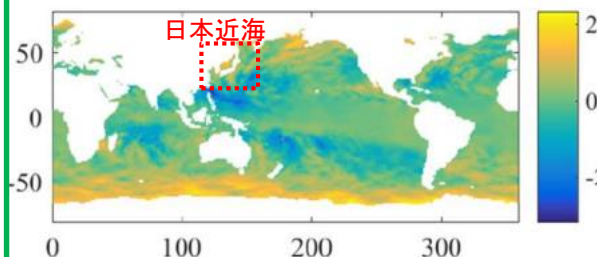
※出典: 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)「変化する気候下での海洋・雪氷圏に関するIPCC特別報告書」

## 気候変動による外力変化イメージ



## 波浪

・10年に1回の確率で発生するような波高に関して、多くの海域で増加すると予測される。

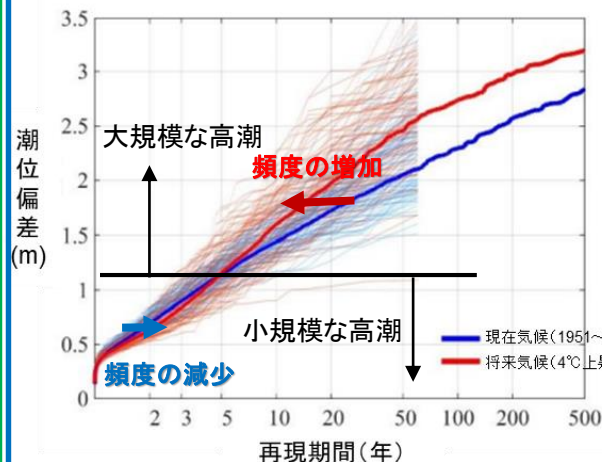


極端な波高(10年確率値)の将来変化(m)  
(将来変化量のアンサンブル予測間の平均値を21世紀末と20世紀末の値の差として表記している。)

※出典: CMIP5にもとづく地球温暖化による高波の将来変化のアンサンブル予測(森ら)(2017)に加筆

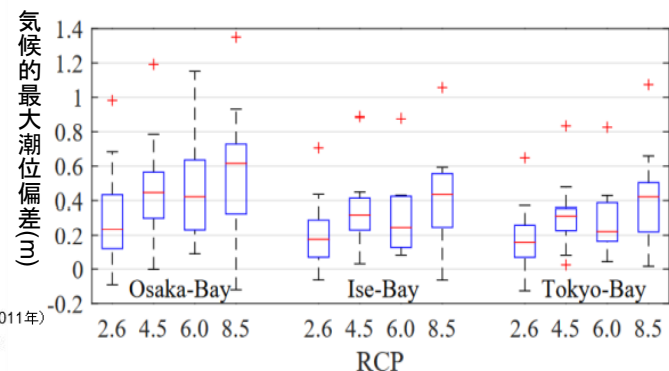
## 潮位偏差(台風等による高潮)

・小規模な高潮の発生数は減少するものの、大規模な高潮の発生頻度は増加する。



d4PDF をもとに算出した  
極端な潮位偏差の将来変化(大阪湾)

・東京湾、大阪湾及び伊勢湾の最大潮位偏差は大きくなる。



可能最大高潮モデルによる最大水位の将来変化量

※出典: 『日本の気候変動2020 - 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 - (詳細版)』(文部科学省・気象庁)に加筆

- 気候変動に適応した港湾の施設の建設・改良・維持を行えるよう、港湾の施設の技術上の基準(技術基準)を改訂(令和6年4月予定)
- 技術基準(基準告示)及び技術基準・同解説(解説)の改訂を想定(下記参照)

## 「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」(基準告示)改正の方向性(案)

<現状> 自然状況等の設定に関する個別規定(風、潮位、波など)等について規定。

<方向性(案)> 自然状況等の設定に関する個別規定(風、潮位、波など)において、現状、実測値又は推算値をもとに設定を行う規定であるところ、気象の状況及び将来の見通しを勘案して必要と認められる値も含めた設定を行う必要があるとの考え方を反映するよう、基準告示改正を行う。

## 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(解説)改訂の方向性(案)

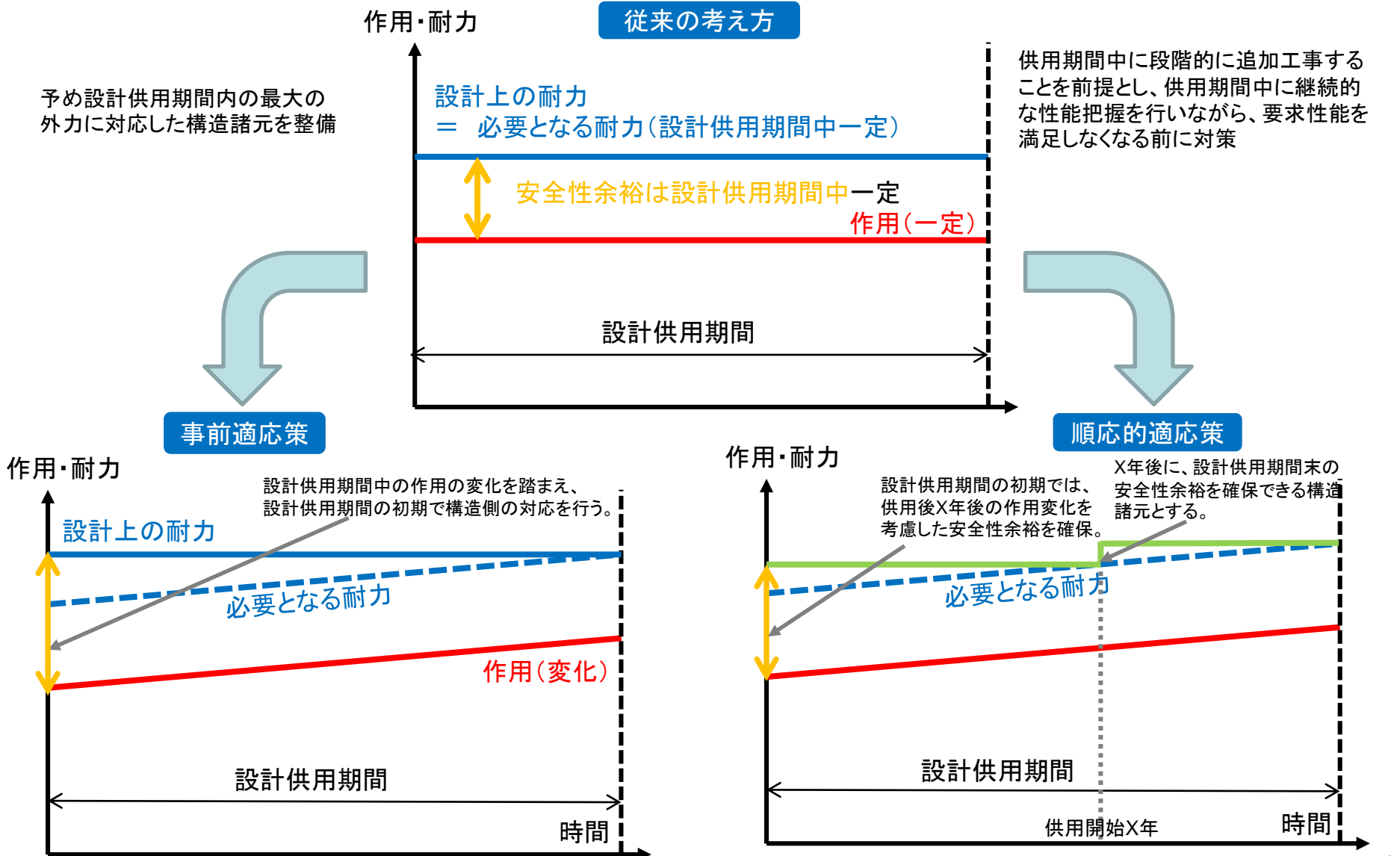
<現状> 港湾の施設の建設、改良、または維持を行う際に参考となる技術情報や標準的と考えられる検討項目や検討手法の例を掲載。気候変動に関連する解説として、「平均海面水位の長期変動」についての研究動向や対応策について掲載。

<方向性(案)>

- ・気候変動適応策の実装に関する総論の明記。  
⇒作用変化を考慮した要求性能\*の考え方、「事前適応策」、「段階的適応策」の考え方
- ・設計供用期間中の作用変化に関する具体的な設定方法について追記。
- ・設計供用期間中の作用変化に対する具体的な適応策等について追記。(外郭施設、係留施設など)
- ・既存の港湾の施設の現在気候および将来気候に対する保有性能等の検討について追記。
- ・気候変動による作用変化等を踏まえた、施設の継続的な性能照査の必要性について追記。

# 気候変動に伴う外力の変化を考慮した港湾の施設の設計の考え方

第7回港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会  
 (令和5年9月29日) 資料2-1抜粋  
 港湾における気候変動適応策の実装方針(案) (骨子) P.11



# 港湾利用影響に配慮した 気候変動適応策の検討について

---

国土技術政策総合研究所  
港湾・沿岸海洋研究部

## 1. 検討の必要性

気候変動対策のための施設設計を考えるにあたっては「港湾利用への影響」を想定しておく必要がある。

## 2. 検討の最終目標

・平均海面水位上昇を中心的な外力とし係留施設の「供用性」に関する以下の影響を検討する。

1) 平均海面水位上昇による港湾利用への影響

2) 気候変動適応策の例示とそれによる港湾利用への影響

## 3. 当面の対応

・気候変動適応策を考慮した施設設計に関し、港湾利用の観点から配慮すべき一般的な視点や関連する事例収集等

・当面の対応として、国土技術政策総合研究所資料(国総研資料)をとりまとめ、発刊する予定。

## 平常時：海面水位上昇⇒船舶と岸壁とのインターフェースへの影響



1. 係船作業  
(係船柱・フェンダー)
2. 船内荷役
3. 船用品等の物資、  
船員やギャング等の移動、  
バンカリング、陸電供給等

コンテナ船のオペレーションイメージ(出展：PIANC WG135 Report)

将来的に海面水位上昇＋高潮 ⇒ターミナルの浸水



## 平常時：海面水位上昇⇒船舶と岸壁とのインターフェースへの影響



1. 係船作業  
(係船柱・フェンダー)
2. 乗客の乗降
3. 船用品等の物資、  
船員等の移動、  
バンカリング、陸電供給等
4. エプロンでの物品の  
仮置き

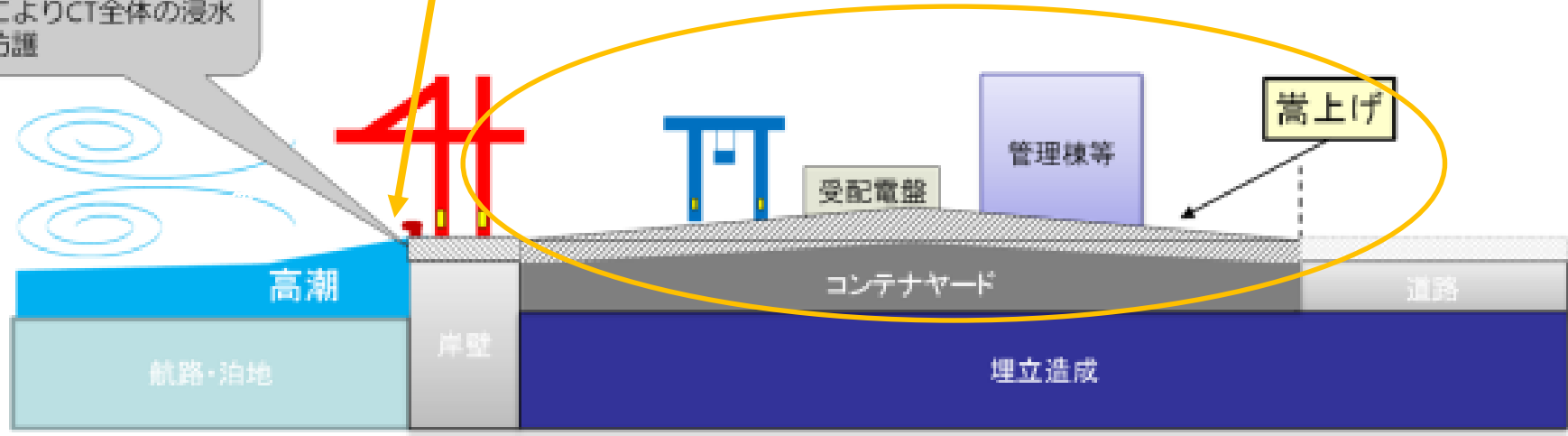
クルーズ船のオペレーション  
(出展：PIANC WG152 Report)

将来的に海面水位上昇＋高潮 ⇒ターミナルの浸水

## 岸壁等の嵩上げ(新規整備時・既設改良時)

海面水位上昇量を見越した高さで整備することによりCT全体の浸水を防護

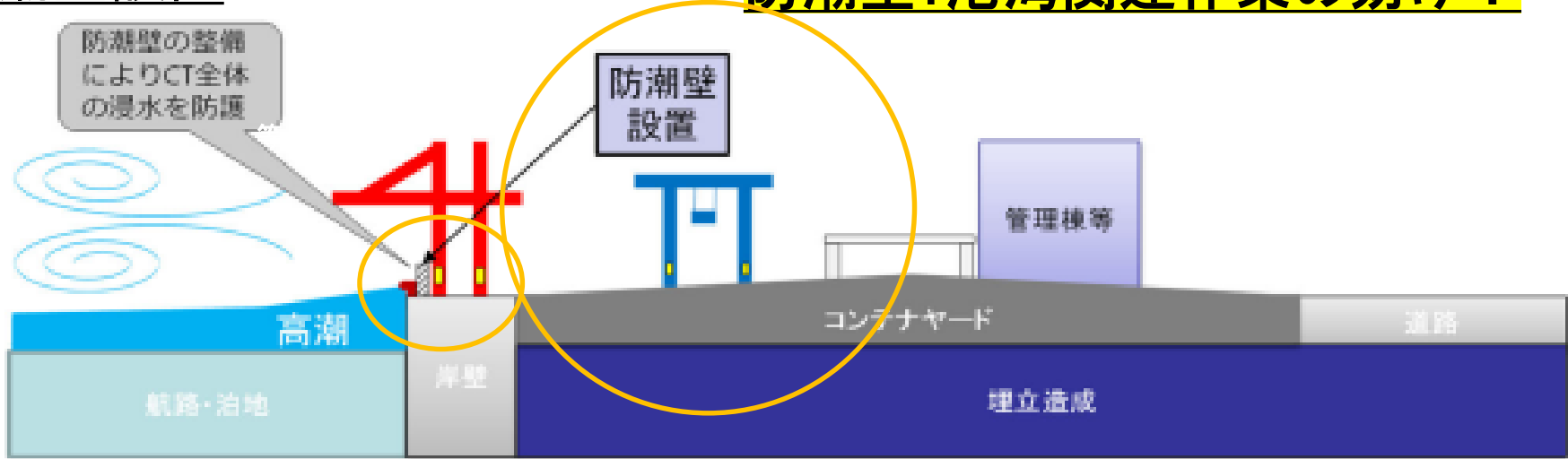
水位が上がる前の嵩上げ・・・低潮位時の荷役等への影響？



## 防潮壁設置

防潮壁：港湾関連作業の妨げ？

防潮壁の整備によりCT全体の浸水を防護



このような「港湾利用への影響」について情報収集・整理し、基本的な考察を加えてとりまとめる方向で検討中。

## 1. 利用者ヒアリング

- ・主要な船種の港湾利用関係者（船社等）  
（コンテナ、クルーズ、RORO/フェリー、バルク、一般貨物船）
- ・**係船作業関係者ヒアリング（繋離船協会）**

## 2. 既存の関連事例調査

- ・嵩上げ事例・・・神戸港
- ・**防潮壁設置事例・・・神戸港、高松港、海外港**

## 3. 海外文献収集・整理

- ・PIANCガイドライン
- ・気候変動MP
- ・その他文献

## 4. 今後の対応での配慮事項

## 繋離船作業の特徴

- ・人力作業中心
  - ・係船索の破断や転落等による事故
- 岸壁法線際に十分なクリアランスを確保することが必要



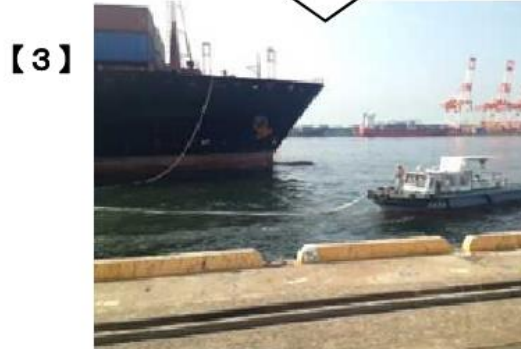
\*大型船は岸壁前（約30～50m）で係留索（ファーストライン）を海面近くまで下ろしてくる。それを作業船は受け取る



\*作業船は係留索を甲板上で受け取ると速やかに向きを変えて移動する。

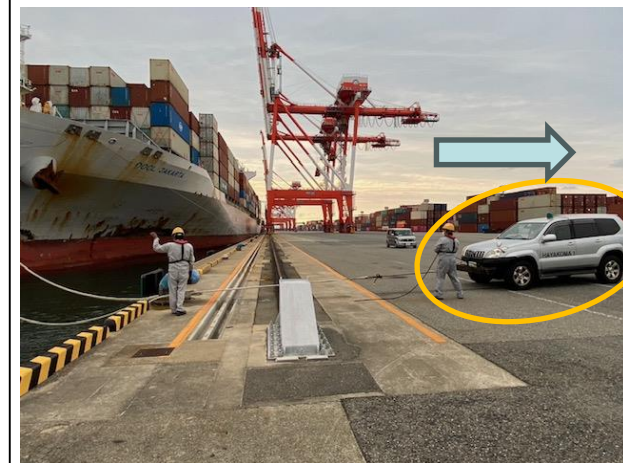


\*陸上で待つ繋離船作業員に係留索を手渡す。



\*作業船は、本船の係留索を繰り出してくる乗組員の動作や、本船の動きを注意しながら、所定の係留柱近くまで移動する。

## 車両で引き上げる場合



## 頂いたご指摘事項

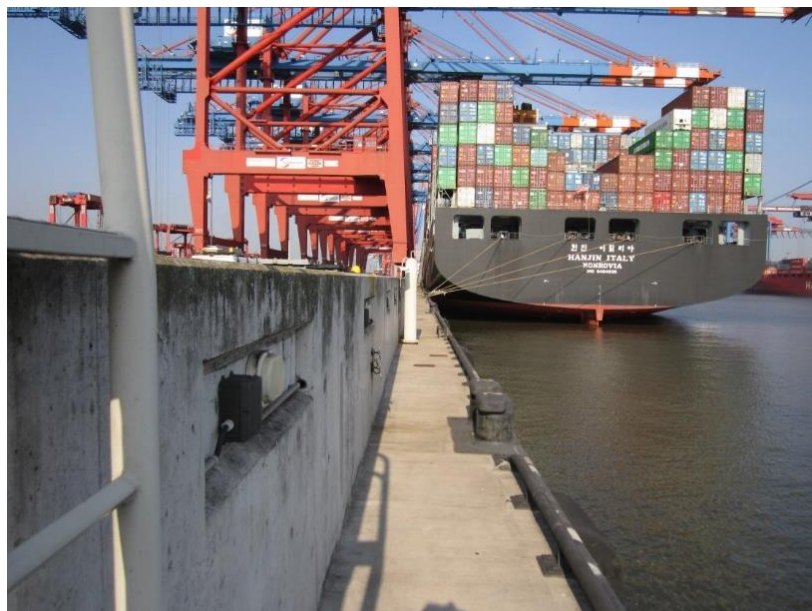
- 依然として繫離船作業における事故リスクがある。特に係船索の破断による事故リスクに注意が必要である。
- 作業を急ぐ必要がありまた寄港回数が多いコンテナ船について相対的に事故リスクが高い。
- 平均海面水位上昇そのものによる作業への影響はない。
- 気候変動適応策を講じた場合でも、十分にスペースを確保することが作業の安全性の確保の上で重要。
- 防潮壁設置より、スペースの確保がしやすい嵩上げの方が望ましい。
- 防潮壁設置の場合には、緊急時の作業員退避や作業そのものの容易性、車両の利用等について配慮が必要。



## 【状況】

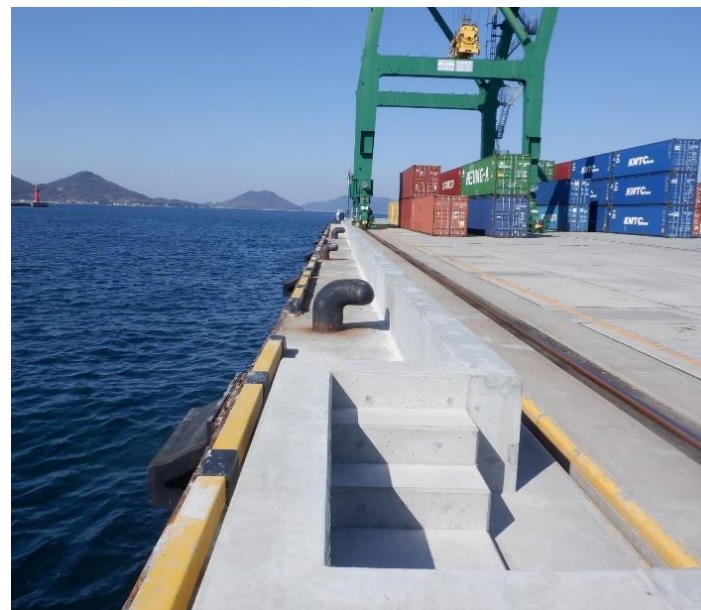
- ・岸壁法線際に  
0.2~1.5mの防潮壁を設置。
- ・利用面での配慮  
開口部設置、階段式アクセス
- ・当該地区では本船荷役はすでにされておらず、係船バースとしての利用が主。

## 本船荷役を行っているコンテナターミナルでの設置事例



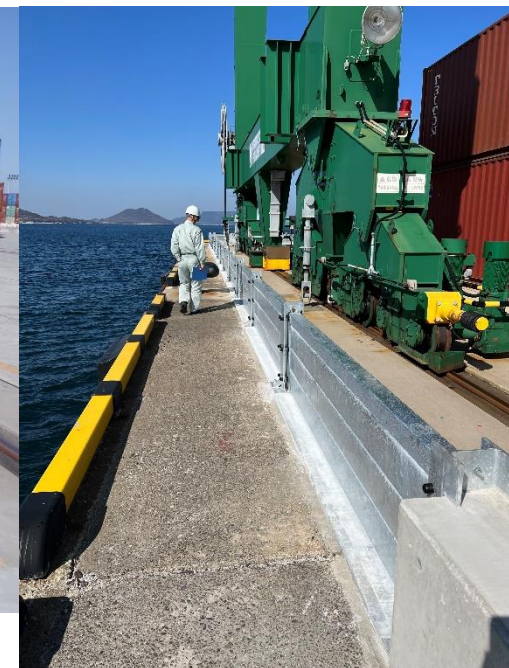
ハンブルグ港の事例

- 岸壁法線と壁との間が狭い
- 陸閘を設置し、係留作業  
海側からの荷役機械搬入に配慮



高松港の事例

- 要所に階段を設け、作業員に配慮
- 一部可動式
- 壁の高さが比較的低い(75cm)



港湾利用を阻害しない防潮壁

・・・船種の相違も踏まえさらに検討していく必要がある

## 取り組みの方向性

港湾利用の対象船種等の相違も踏まえ、係留施設の関係者が連携して適切な気候変動適応策について検討していく必要があると考えられる。

### (取り組みの例)

- ・関係者参画の下での具体のターミナルでのケーススタディによる影響評価
- ・新しい技術に関する検討  
例：港湾利用（繫離船作業や荷役等）と気候変動対策の両立に配慮したターミナルレイアウト並びにその運用に関する検討



# 改正SOLAS条約の発効に伴う 係留索の最小切断荷重に関する検討について

国土技術政策総合研究所 港湾・沿岸海洋研究部  
港湾施設研究室

# 1. 検討の背景

2020年11月：国際海事機関（IMO），第102回海上安全委員会（MSC102）

係船設備に関するSOLAS条約の改正・その適用を2024年1月1日とする旨が承認  
改正事項として、船舶側で準備する係留策の最小切断荷重の規定が含まれる

2016年：国際船級連合（IACS）

係留策の最小切断荷重および本数に関するIACS Rec.No10<sub>(Rev.3)</sub>を制定

【以降、本資料では新規則といい、これまでの規定を従来規則という】

本情報提供の内容

- （1）改正SOLAS条約の発効（新規則の導入）に伴う係留策の最小切断荷重に関する変更
- （2）新規則の導入に伴う影響

# 2.改正SOLAS条約の発効（新規則の導入）に伴う 係留策の最小切断荷重に関する変更

## 従来規則

- 艀装数に基づき係留索の最小切断荷重、本数、長さを決定。（下表に当てはめて算出）

(旧) 鋼船規則C編 表C27.1より

艀装記号	艀装数		係留索		最小切断荷重 (kN)
	を超え	以下	本数	長さ(m)	
A1	50	70	3	80	34
A2	70	90	3	100	37
A3	90	110	3	110	39
A4	110	130	3	110	44
A5	130	150	3	120	49

— 中略 —

N1	9400	10000	14	200	735
N2	10000	10700	15	200	735
N3	10700	11500	16	200	735
N4	11500	12400	17	200	735
N5	12400	13400	18	200	735
O1	13400	14600	19	200	735
O2	14600	16000	21	200	735

## 新規則

- 艀装数 ≤ 2,000 : 旧規則と同様の算出方法（係留索の最小切断荷重を約10%増加）。
- 艀装数 > 2,000 : 船側投影（側面）面積をベースに最小切断荷重、本数を決定。

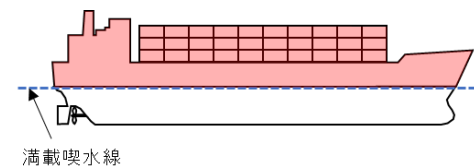
### 係留索の最小切断荷重、本数の算出フロー



表 C27.2 艀装数が 2,000 以下の船舶に対する係留索

艀装記号	艀装数		係留索		
	を超え	以下	数	長さ	切断荷重
A1	50	70	3	80	37
A2	70	90	3	100	40
A3	90	110	3	110	42
A4	110	130	3	110	48
A5	130	150	3	120	53
— 中略 —					
F1	1220	1300	4	180	309
F2	1300	1390	4	180	336
F3	1390	1480	4	180	352
F4	1480	1570	5	190	352
F5	1570	1670	5	190	362
G1	1670	1790	5	190	384
G2	1790	1930	5	190	411
G3	1930	2000	5	190	437

投影面積の例



※艀装数2,000の船舶の諸元  
コンテナ船：約15,000DWT  
タンカー：約25,000DWT

### 3.新規則の導入に伴う影響（試算対象・方法）

「港湾の施設の技術上の基準・同解説（H30）」における船舶の主要な諸元標準値に記載されている  
 コンテナ船、タンカー、貨物船、フェリー、旅客船の最小切断荷重を新規則にて試算。

#### 試算対象とした対象船舶

	DWT		DWT		DWT		GT		GT
コンテナ船	10,000	貨物船	1,000	タンカー	1,000	フェリー	6,000	旅客船	3,000
	20,000		2,000		2,000		10,000		5,000
	23,000		3,000		3,000		15,000		10,000
	27,000		5,000		5,000		20,000		20,000
	30,000		6,000		10,000		-		30,000
	40,000		10,000		15,000		-		50,000
	50,000		12,000		20,000		-		70,000
	60,000		15,000		30,000		-		100,000
	100,000		18,000		50,000		-		130,000
	140,000		30,000		70,000		-		160,000
	165,000		40,000		90,000		-		-
	185,000		50,000		100,000		-		-
	200,000		55,000		150,000		-		-
	-		70,000		300,000		-		-
	-		90,000		-		-		-
	-		120,000		-		-		-
-	150,000	-	-	-					
-	200,000	-	-	-					
-	250,000	-	-	-					
-	300,000	-	-	-					
-	400,000	-	-	-					

算定に必要となる艀装数や船側投影面積を  
 既検討\*の回帰式によって推定

\*港湾技研資料No.348「船舶の主要寸法と力学的諸量の関係」、  
 港空研資料No.1395「船舶の平行舷長さおよび受風面積に関する統計解析」



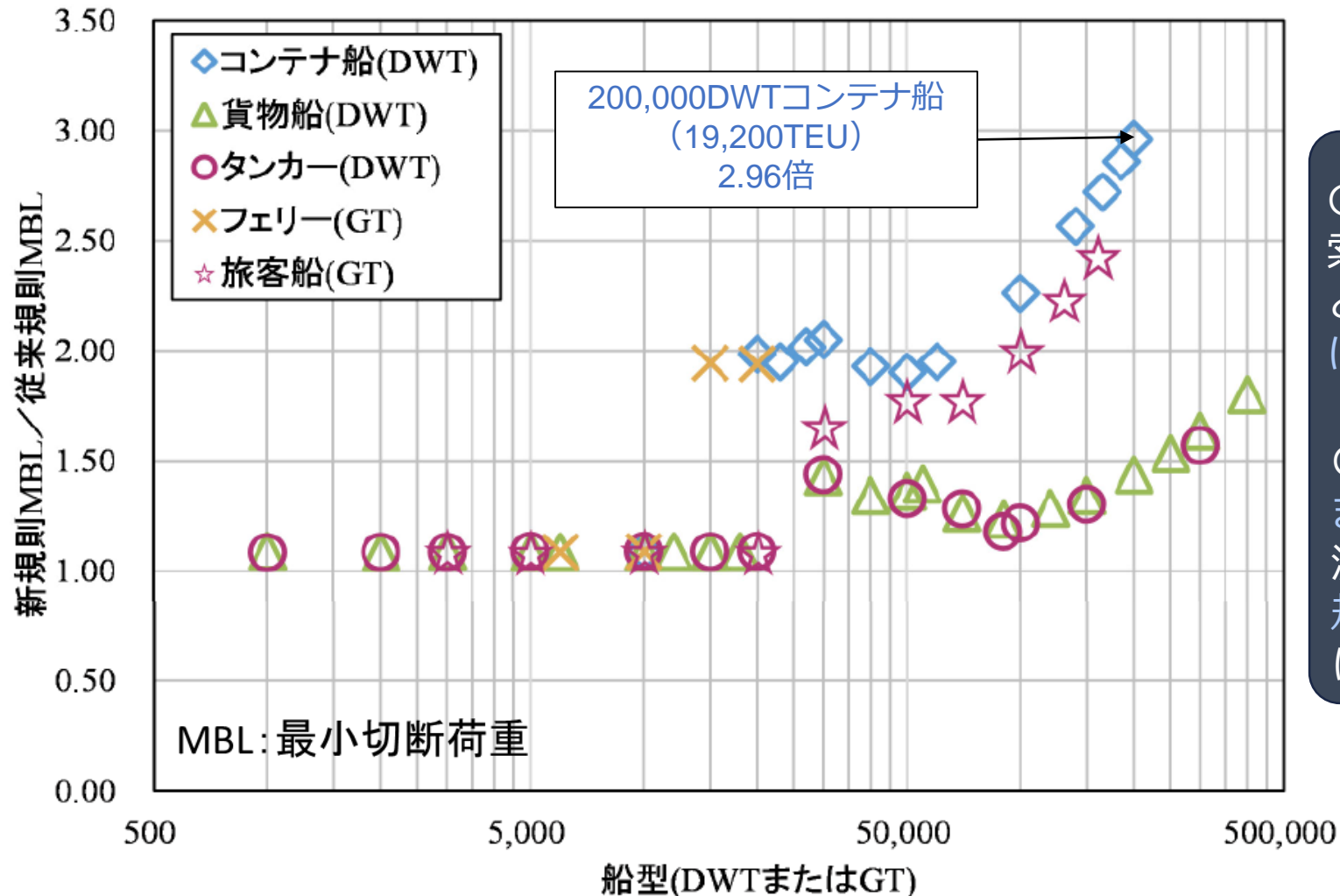
艀装数や船舶投影面積から、**新規則**に提案  
 されている式によって**最小切断荷重**を算定



従来規則における最小切断荷重に対する、  
**新規則の値を比較**

## 4.新規則の導入に伴う影響（試算結果・まとめ）

- 全ての船型において最小切断荷重は増加。また、コンテナ船や旅客船などの船側投影面積が大きい船舶ほど最小切断荷重が増加。
- コンテナ船では従来規則の係留索より最大3倍程度、最小切断荷重が増加する結果が得られた。



○ 通常の係留時（風対応）では、係留索を破断する限界張力まで利用しないことから、通常利用（荒天時含む）の場合には、問題とはならない。

○ しかし、仮に係留策の張力を最大限まで利用する可能性がある場合（例：津波時係留）は、係船柱に作用する力は新規則の適用により増加が見込まれることに注意。