

津波に強いマリーナのあり方  
検討委員会  
報告書

印刷日：平成 25 年 8 月 28 日

一般社団法人 日本マリーナ・ビーチ協会

# 目次

	ページ
第 1 編 津波に強いマリーナのあり方	1
1 諸言	1
1-1 背景、本書の位置づけ	1
1-2 対象とするエリア	2
1-3 対象とする津波	2
1-4 想定する津波高	3
1-5 津波の定義	4
1-6 津波に対する性能照査	4
1-7 漂流物となり得る対象	6
2 小型船舶流出による被害の状況	7
2-1 漂流する条件	7
2-2 被害の範囲	9
3 漂流の発生・拡大の防止	10
3-1 基本方針	10
3-2 漂流物の発生防止	12
3-2-1 浮棧橋係留方法の強化	13
3-2-2 船舶係船方法の強化	27
3-2-3 係船ロープの点検等または適正ロープの使用	34
3-3 船舶漂流による被害拡大防止	36
第 2 編 既存マリーナの被災事例	42
1 はじめに	42
2 被害状況	43
2-1 いわきサンマリーナ	43
2-2 銚子マリーナ	46
構成委員	49

## 第 1 編 津波に強いマリーナのあり方

### 1 緒言

#### 1-1 背景および本書の位置づけ

南海トラフ巨大地震による津波をはじめとした大津波発生時は、津波により港内に流出した小型船舶が障害となり、緊急物資や消費物資などの海上輸送のための港湾機能の維持・継続に支障をきたすことが懸念されている。

またその一方、東日本大震災での津波で、自船が流出・漂流等行方不明になったボートオーナーから「この様な大災害なので自船の流出・漂流はいたしかたないが、行方を知りたい。言うならば、行方不明者の遺体捜索と同じく、とにかく自船の一部でもいいので確認したい。」という声も多数あった。

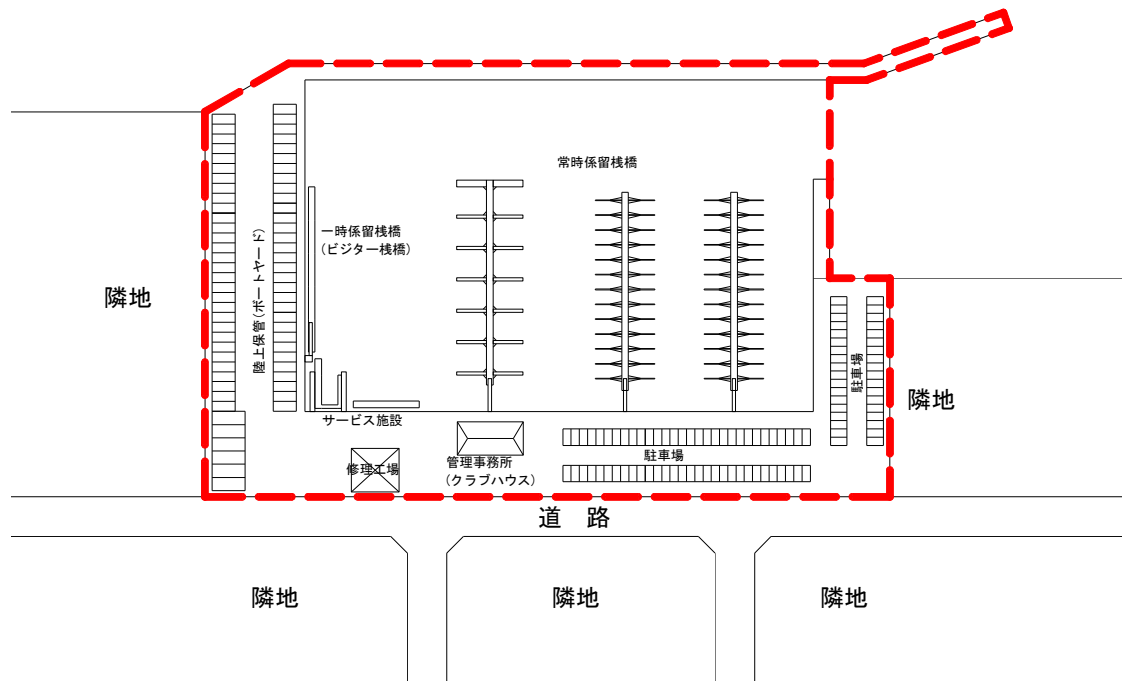
本書は、港湾における防災拠点の維持・継続への支障を回避・軽減させるため、プレジャーボート等の小型船舶（以下小型船舶と記す）の大規模地震津波による漂流・沈没を回避・軽減させるための方策について、船舶や浮桟橋などの完全なる保全を目的とはせず、相対的に津波に強いマリーナのあり方を提案する。

第 1 編では、東日本大震災の津波発生によるマリーナなどの被災状況を分析し、そこでの結果を踏まえて小型船舶係留施設からの津波による流出の防止・軽減対策を検討する。また、各対策で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

第 2 編では、東日本大震災の津波発生によって実際に被災を受けたマリーナの被災事例を取りまとめた。

### 1-2 対象とするエリア

対象とするエリアは、下図に示すようにマリーナ等小型船舶施設内とする。



図－1.1 対象とするエリア

### 1-3 対象とする津波

ターゲットとする津波は、国土交通省水管理・国土保全局海岸室、国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室が発行した「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」(平成 24 年 10 月)を参考にする。

平成 23 年 9 月 28 日に提言された、「中央防災会議・東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」報告においては、今後の津波対策を構築するにあたり、基本的に二つのレベルの津波を想定する必要がある。

一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する津波である。超長期にわたる津波堆積物調査や地殻変動の観察等をもとにして設定され、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波である。

もう一つは、海岸保全施設等によって津波の内陸への侵入を防ぐ上で想定する津波である。最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波である。

(1) 本書での検討対象とする津波

本書では、「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」記載の、後半「最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」を検討対象とする。

(2) 最大級の津波に対する本書の考え方

最大級の津波に対する対応策を行うことは、経済的に大きな負担となることは容易に想像できる。最大級の津波に関しては、ハード的な対策より、迅速な避難を優先する。

1-4 想定する津波高

想定する津波高は、自治体によって設定された、「最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」の津波高さを基本とする。しかしながら、「津波浸水想定の設定の手引き Ver.2.00」では、

「津波防災地位づくりに関する法律(平成 23 年法律第 123 号)」の第 8 条第 1 項において、都道府県知事は「津波浸水想定」(津波があった場合に想定される浸水の区域および水深)を設定することが規定された。

と記載されており、各種資料や高度なシミュレーションを用いて算出された「最大クラスの津波」を想定している。本書では、「最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波」の設定の記載は見受けられない。

参考として平成 25 年 3 月 7 日から気象庁が運用を開始した基準を添付する。

表 1.1 気象庁の津波警報・注意報の種類  
【気象庁ホームページより】

種類	発表基準	発表される津波の高さ		想定される被害と取るべき行動
		数値での発表 (津波の高さ予想の区分)	巨大地震の場合の発表	
大津波警報	予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合。	10m超 (10m<予想高さ)	巨大	木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれます。 ただちに海岸や川沿いから離れ、高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
		10m (5m<予想高さ≤10m)		
		5m (3m<予想高さ≤5m)		
津波警報	予想される津波の高さが高いところで1mを超え、3m以下の場合。	3m (1m<予想高さ≤3m)	高い	標高の低いところでは津波が襲い、浸水被害が発生します。人は津波による流れに巻き込まれます。 ただちに海岸や川沿いから離れ、高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
津波注意報	予想される津波の高さが高いところで0.2m以上、1m以下の場合であって、津波による災害のおそれがある場合。	1m (0.2m≤予想高さ≤1m)	(表記しない)	海の中では人(は速い流れに巻き込まれ、また、養殖いかだがり流失し)小型船舶が転覆します。 ただちに海から上がって、海岸から離れてください。

平成 19 年港湾技術基準では、津波を以下に示すように定義している。

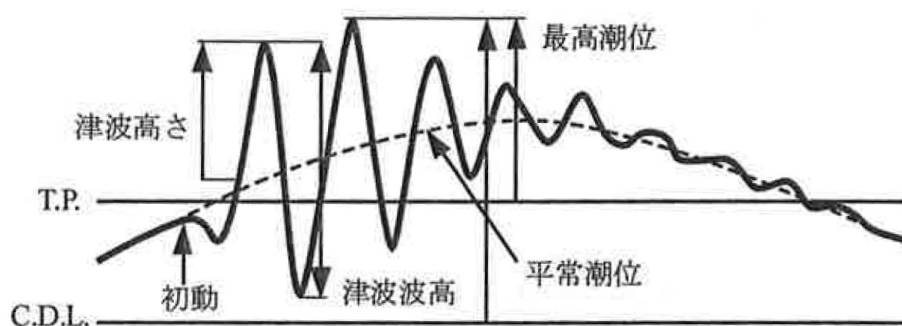


図 - 1.2 津波の用語

① 平常潮位（推定潮位）

平常潮位とは、津波が来襲しなかった場合の海面の高さであり、東京湾平均海面 T.P. 又は最低水面 C.D.L. を基準とした値で示す。

② 津波高さ

津波の来襲中に観測された海面水位から平常潮位を差し引いたものを偏差といい、その最大値を津波高さ又は最大偏差という。

③ 最高潮位

津波の来襲中に観測された潮位の最高値を最高潮位といい、東京湾平均海面 T.P. 又は最低水面 C.D.L. を基準とした値で示す。

④ 遡上高

陸上又は施設に津波が遡上した高さを東京湾平均海面 T.P. 又は最低水面 C.D.L. を基準とした値で示したものを遡上高という。

### 1-6 津波に対する性能照査

平成 23 年マリーナ設計マニュアルでは、津波に対する設計照査について、以下のように記載している。

#### マニュアル記載

浮棧橋の性能照査に当たって、津波の作用を考慮する場合は、周囲の状況、経済性等を考慮して適切な方法で性能照査を行うものとする。

また参考として以下の補足事項が示されている。

- (1) 一般に、マリーナの施設は、比較的小規模あるいは軽微な個々の施設で構成されており、ハード対策を行うことには限界がある。ハード対策のみの対応は、社会通念上、経済性・時間的にも非現実的であり、ソフト対策をあわせて講じることが重要である。
- (2) 津波発生時には、利用者の避難・安全確保、プレジャーボート等の個人資産の防護はもとよりマリーナ施設の流出による二次災害の発生の防止に努

めることが肝要である。

このことから、施設計画に当っては、避難場所の確保、利用者への早期情報伝達システムの確保、浮棧橋等の流出防止対策等について検討を行うことが望ましい。

(3)津波による作用を考慮して、二次災害発生防止のためのハード対策を行う場合は、「津波漂流物対策施設設計ガイドライン(案)、平成21年5月」を参考にすることができる。

(4)浮棧橋の流出防止対策として、杭天端高について津波高を考慮して設定する方法、流出防止のための設備等を設置する方法などがある。前者については、津波高を数値シミュレーションにより算定した高さあるいは、ハザードマップ等を活用して朔望平均満潮位に浸水深を加えた高さより高くする等の方法が考えられる。

(5)「震度階、津波ごとの被害の様相および実例 中央防災会議事務局 中央防災会議東南海、南海地震に関する専門調査会(第13回)」によると、表-5.2の通り、漁船に関しては、津波高が2mを超えると被害が出始め、養殖筏に対しては、津波高が3mを超えると筏の流失・破壊・沈没、または他の筏と衝突といったことが発生するとある。

これらを参考に、津波に対するマリーナの浮棧橋の対策として、施設の経済性等も考慮し、津波高さ3m程度を目安としてハード、ソフトの対策を考慮することも考えられる。

表-1.2 津波高ごとの被害の様相

津波強度		0	1	2	3	4	5
津波高 (m)		1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	津波は沖では認められないが、岸辺近くで急に盛り上がる	沖でも水の壁のように認められ、時にその先端が崩れ波砕波となる。第2波以降が先行する波の引きと出会うと、巻き波砕波となる	形態は左にほぼ同じだが、先端が砕波する率が増える	どんな場所でも、潮汐に似たような水面上昇下降を示すことはない。第1波が巻き波砕波となる		
	急斜面	速い潮汐のよう	早い潮汐のようで、時としてその先端に砕波する短周期波を伴う				
音響		-		全面砕波による連続音(海鳴り、暴風雨)	浜での巻き波砕波による大音響(雷鳴。遠方では認識されない)	崖に衝突する大音響(遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)	
木造家屋		部分的被害(～2m)		全面破壊(2m～)			
石造家屋		持ちこたえる(～3m)		(事例資料なし) 全面破壊(7m～)			
鉄筋コンクリート・ビル		持ちこたえる(～5m)		(事例資料なし) 全面破壊(20m～)			
漁船		-		在来船(エンジンのないもの)、動力船(大型でエンジンつき)ともに被害が出始める	被害率50%程度(小型船より大型の動力船の方が被害を受けにくい。防波堤が整備された狭い漁港内では複雑な流れの発生により大型船ほど操船が困難で衝突機会が増える場合がある)	被害率100%	
防溺林	被害	被害は軽微			部分的に被害を受ける		
	効果	漂流物を阻止できる。下生えが密であれば流勢も緩和できる			漂流物を阻止する効果はある。下生えが密であれば流勢を緩和するものの、林帯に表土洗掘などの被害が発生		
養殖筏		流速が1m/sを超える場合は被害が発生する		被害が発生(筏が現位置から流失・破壊・沈没、または他の筏と衝突)			

### 1-7 漂流物となり得る対象

災害時に漂流物となり得る対象は、概ね下表に示すものが想定され、災害時には被害が甚大となる恐れがある。マリーナに適正に係留・保管されている船舶においても、係船・保管の仕方(もやいのロープが細い、結び方が不十分など)によっては危険物となる可能性は十分ある。

表-1.3 漂流物の対象例

対象	名称	懸念事項
船舶	モーターボート (小)	 喫水が浅いため、漂流すれば広範囲に被害が及ぶ可能性がある。
	モーターボート (大)	 船体重量が大きいため、漂流すれば破壊力は大きい。
	ヨット(セーリングクルーザー)	 キールの影響で横転した状態での漂流が予想され、マストやキールが鋭利なため、深刻な被害につながる可能性がある。
設備	浮棧橋	 係留杭からの抜脱やチェーンの破損による漂流が予想される。また重量物であるので、破壊力は大きい。
	船台	 特に車輪が付いた船台は流される可能性が高い。
	重機(牽引車・フォークリフト等)	 重量物であり、その破壊力は大きい。



## 2 小型船舶流出による被害の状況

### 2-1 漂流する条件

被災状況を分析した結果、津波発生時に発生する小型船舶流出による最終被害は主に衝突や沈船があるが、すべては流出がきっかけとなっていることが判明した。

小型船舶の流出を防止・軽減させることが被害防止上必要となるが、流出を誘発する津波高は、小型船舶の保管の種類によって異なる。

下図に保管状況毎の流出する津波高の条件を下表にまとめる。

表-2.1 流出する津波高さ

保管の種類	概略図	流出する条件
海上係留 (浮棧橋)		浸水深 $D >$ 杭天端高
係船岸直接係留 (槍付け等 <sup>1)</sup> )		浸水深 $D >$ 岸壁高 + 船舶喫水
陸上保管	船台に乗っている状態 	浸水深 $D >$ 船台高さ + 船舶喫水
	船台から落下した状態 <sup>2)</sup> 	浸水深 $D >$ 船舶喫水

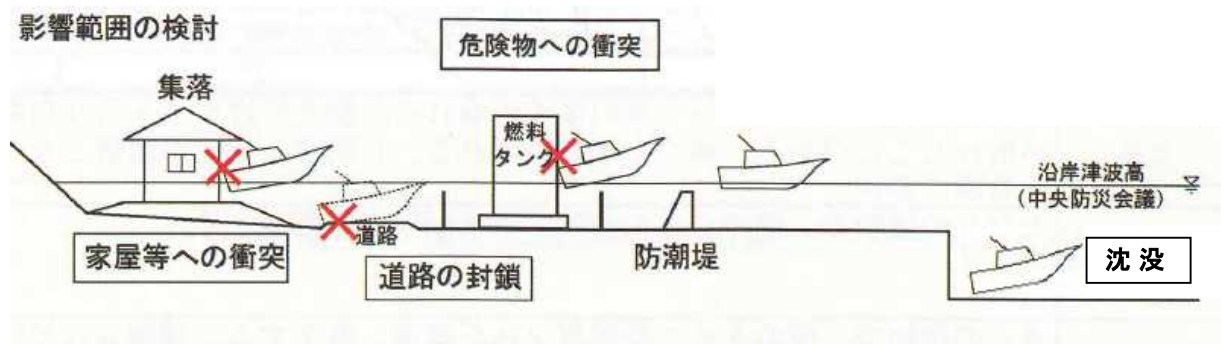
- 1) 係船岸檣付け方法における流出条件は、係船ロープ（もやい）の破断やアンカーの走錨がない場合である。
- 2) 通常状態では、陸上のアンカーとの間をラッシング（固縛）処理を行っておらず「船台に乗っているだけ」の状態である（ラッシングを行うのは、台風など暴風前が多い）。そのため、地震時に船台から落下するケースが考えられる。落下する地震の震度は、以下の表より「**5強**」以上と想定できる。一方、東日本大震災における、福島県いわき市の「いわきサンマリーナ」では、震度7でも船台から落下しなかったという報告もある。

表－2.2 気象庁震度階級関連解説表(抜粋)

震度階級	屋外の状況
0	
1	
2	
3	電線が少し揺れる。
4	電線が大きく揺れる。歩いている人も揺れを感じる。自動車を運転していて、揺れに気付く人がある。
5弱	窓ガラスが割れて落ちることがある。電柱が揺れるのがわかる。補強されていないブロック塀が崩れることがある。道路に被害が生じることがある。
5強	補強されていないブロック塀の多くが崩れる。据え付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。多くの墓石が倒れる。自動車の運転が困難となり、停止する車が多い。
6弱	かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。
6強	多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。
7	ほとんどの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されているブロック塀も破損するものがある。

## 2-2 被害の範囲

小型船舶が流出した際の被害の範囲を下図に示す



図－2.1 被害の範囲

津波来襲時には、海側から陸側に向けて被害が広がる。例えば、東日本大震災では、漁港に設置されていた漁船用燃料タンクが破壊され、流出した油に引火し大火災を発生させ、多くの人々が犠牲となった。逆に引き波時には、陸側から海側に向けて被害が広がる。自動車や瓦礫が海に流され、港の機能に障害を与え回復に時間を要した。

### 3 漂流の発生・拡大の防止

#### 3-1 基本方針

津波を考慮したマリーナ保管艇の対策としては、①船舶漂流の発生防止、②船舶漂流による被害拡大の防止を基本方針とする。

#### 基本方針

- ① 船舶漂流の発生防止
- ② 船舶漂流による被害拡大の防止

東日本大震災に伴う津波災害においても、マリーナ保管艇は災害時に漂流物となった。



写真－3.1 津波で流される船舶(上：寄せ波、下：引き波)  
(いわきサンマリーナ)

その立地条件から、両マリーナとも背後地への影響は少なかったが、岩手県や宮城県では、漁船や大型船舶が陸域奥深くまで漂流したことが報道されており、船舶の漂流が背後地に与える影響は深刻なものとなり得ることは明らかになった。



写真－3.2 陸上に漂流した漁船

このため、マリーナにおける日頃からの取り組みと併せて、災害に備えた新たな設備の改良・増築等が不可欠となる。

災害に配慮したマリーナの保管艇対策としては、保管艇の漂流化を未然に防止すること(漂流物の発生防止)、また保管艇が漂流物化した際の被害を最小限に留めること(漂流物による被害拡大の防止)が基本方針となる。

### 3-2 漂流の発生防止

船舶漂流の発生を防止するための視点は、大きく分けて2つある。一つは設備面からの視点であり、もう一つは係留船舶からの視点である。設備面の対策では係留杭の延伸や流出防止機器の設置などの係留手段の強化を、保管船舶での対策は、船舶自体の漂流対策の強化を基本とする。

#### 漂流の発生防止策

- ① 浮棧橋係留方法の強化
- ② 船舶係留方法の強化

3-2 漂流発生防止	P12
3-2-1 浮棧橋係留方法の強化	P13
① 係留杭の機能強化	P14
1) 係留杭の延伸	P15
2) 浮棧橋の抜け防止材の設置	P20
② 浮棧橋の流出防止機器の設置	P23
1) 弾性係留索の設置	P23
③ 浮棧橋係留方法強化の概算工事費比較	P26
3-2-2 船舶係留方法の強化	P27
① 海上保管艇の漂流防止対策	P27
1) 係船金物(クリート)の増設	P27
② 陸上保管艇の漂流防止対策	P29
1) 係船環の新設	P29
2) 弾性係留索の新設	P32
3-2-3 係船ロープの点検等または適正ロープの使用	P34

図-3.1 漂流防止策サイトマップ

### 3-2-1 浮棧橋係留方法の強化

浮棧橋は海上係留で最も一般的な係留設備である。東日本大震災の津波被災を受けたマリーナの被災状況から「浮棧橋が係留杭から抜けさえしなければ、ここまで被害の拡大は無かった。」という分析結果が得られた。

その結果から、①係留杭を延伸し浮棧橋が杭から抜け出さないようにする。  
②係留杭に抜け防止部材を取付け、浮棧橋が杭から抜け出さないようにする。  
③流出後に漂流しないようにアンカーを設置するという3案を提案する。



写真－3.3 浮棧橋が流出したマリーナ(上)と流出を免れたマリーナ(下)

### ①係留杭の機能強化

マリーナの係留杭は、潮位変動をベースにその天端高さを設計し、風荷重と波力を同時に作用させた外力をベースに杭径や肉厚・材種・本数を設計し、浮棧橋のフレームの強度をベースに配置設計を行っており、津波にともなう水位変動や流速は考慮していないのが現状である。

強化対策として、この水位上昇を考慮し既存杭の延伸を行い杭天端高さ上げる。あわせてこの津波による流速を考慮し、作用荷重を再度検討し係留杭の増設や打ち替え等を行えば発生が抑止される。しかし、こういった対策には膨大な工事費用が発生し、また営業中のマリーナでのこのような追加工事を長期間に渡り行うことは、利用者への不満に繋がり、またマリーナ経営への悪影響も懸念される。そこで、低コストで可能な限り「漂流物の発生防止」を試みるという視点から、次の様な提案を行う。

#### 提案

既存係留杭の流出防止機能を高める。

- 1) 既存係留杭の延伸
- 2) 既存係留杭先端に浮棧橋抜け防止部材を設置



## 1) 係留杭の延伸

### i) 概要

係留杭天端高を高くして、浮棧橋の流出を抑制するという考え方であるが、本提案は、既存係留杭を延伸し天端高を高くする手法であるため、延伸にともなう強度検討やたわみの検討が必要となる等、技術的な課題は残る。ここでは「流出を防止する」という基本的な機能のみに着目する。また、延伸量の算定には、以下の考え方を参考にすることが出来る。

$$L_E = (\text{想定津波高}) + \alpha$$

ここに、 $L_E$ : 延伸後の杭天端高 (C.D.L.m)

$\alpha$ : 余裕高 (一般に1.0m)

余裕高は当該マリーナの特性、対象プレジャーボートの種類等を考慮して適切に定める必要があるが、一般には浮棧橋の乾舷を約 0.5m、本来の余裕高を 0.5m とし、両者あわせて 1.0m とする場合が多い。

延伸に用いる素材として、樹脂材や FRP 材などの軽量の素材から、既設杭と同じ素材(鋼管)など、様々な素材が考えられる。今回被害を受けた銚子マリーナは、数年前に樹脂材による杭の延伸を行ったが、津波により破損。2012年度(平成 24 年度)に行った今回の災害復旧工事では、樹脂材による延伸は見送られ、鋼管による延伸が採用された。

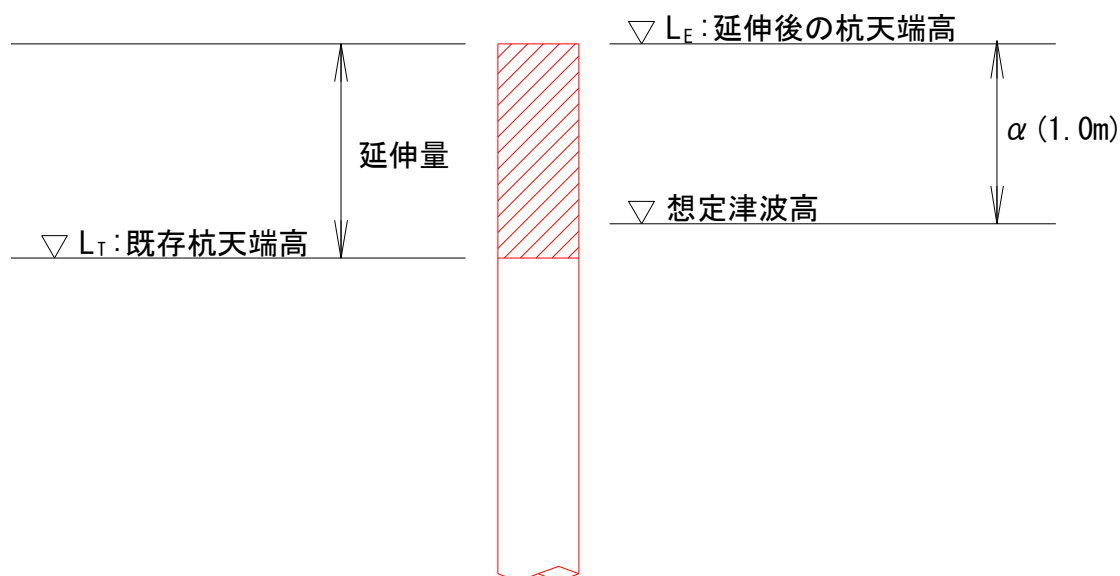
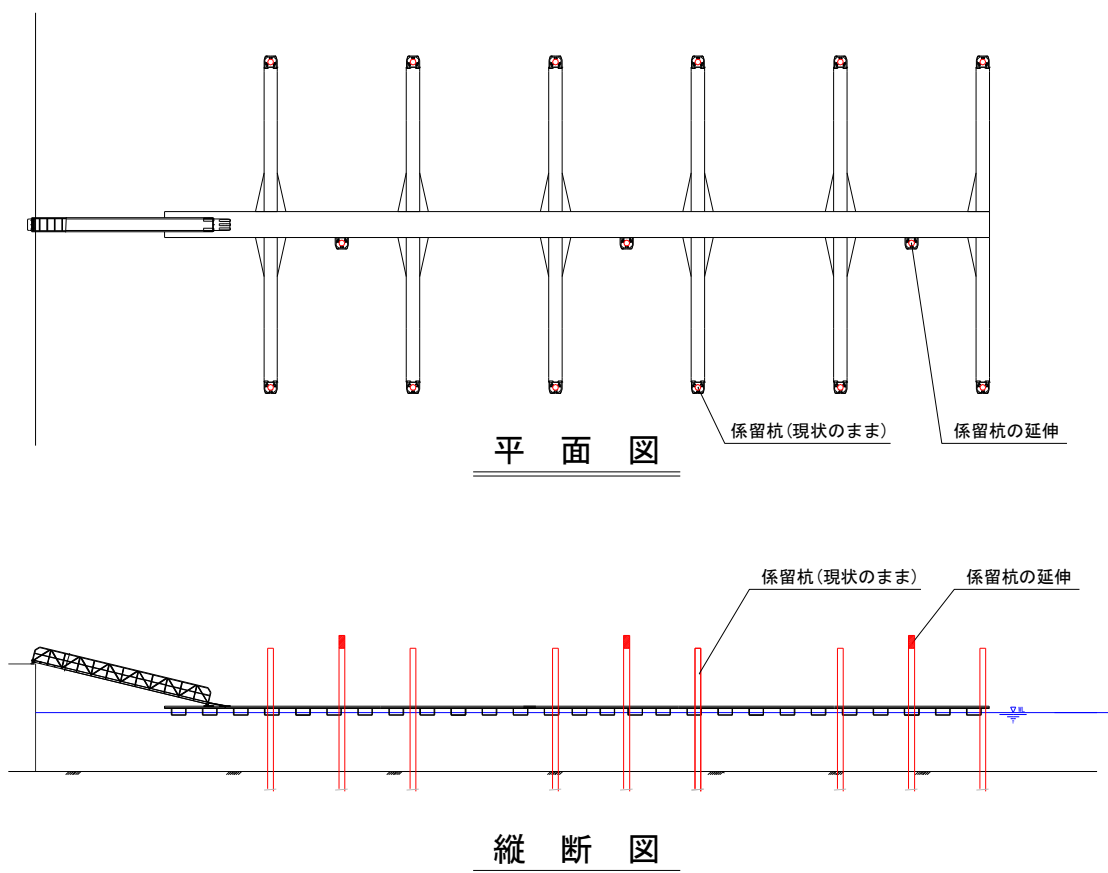


図 - 3.2 係留杭の延伸例

係留杭の延伸は、全ての杭を対象とすることが望ましいが、数本のみ延伸に留める考え方もある。

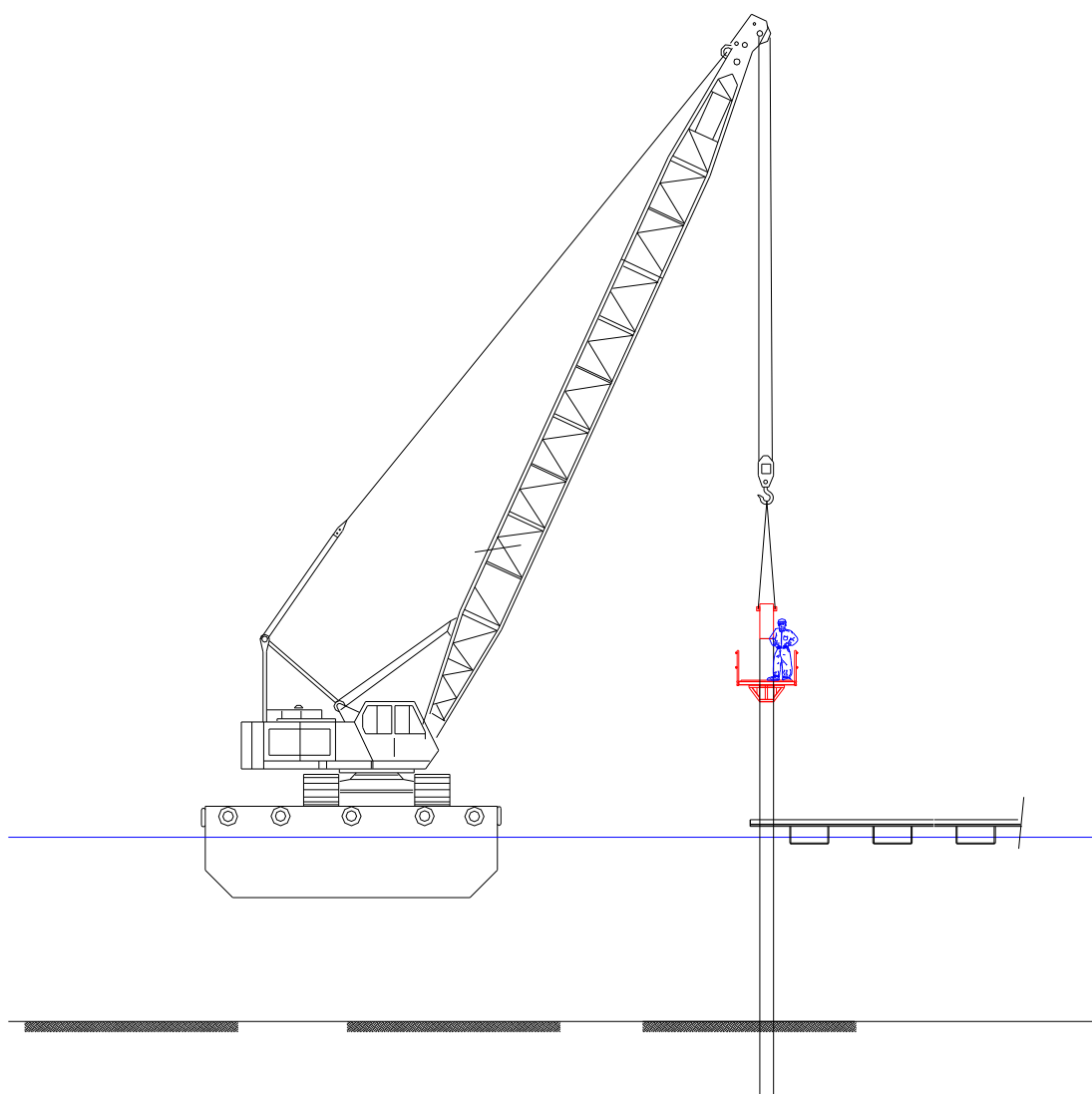


図－3.3 係留杭の延伸本数の設定例

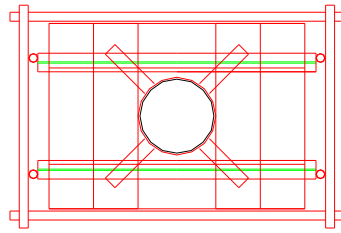
## ii) 施工方法

鋼管による延伸を採用する場合、施工はクレーン作業が基本となる。当該マリーナの港口や補助航路幅は、クレーンの選定に大きく影響を与えるため、施工計画の策定および積算に際し十分な検討が必要となる。

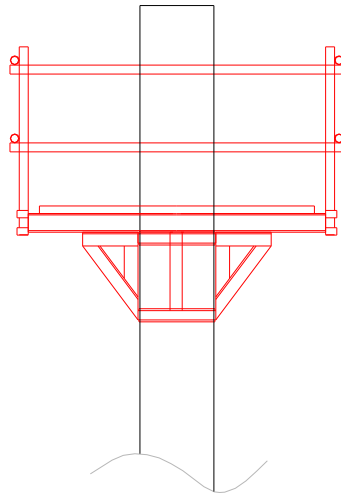
また、現状の杭天端高によるが、安全作業には足場の設置が前提となる。



図－3.4 係留杭の延伸施工例

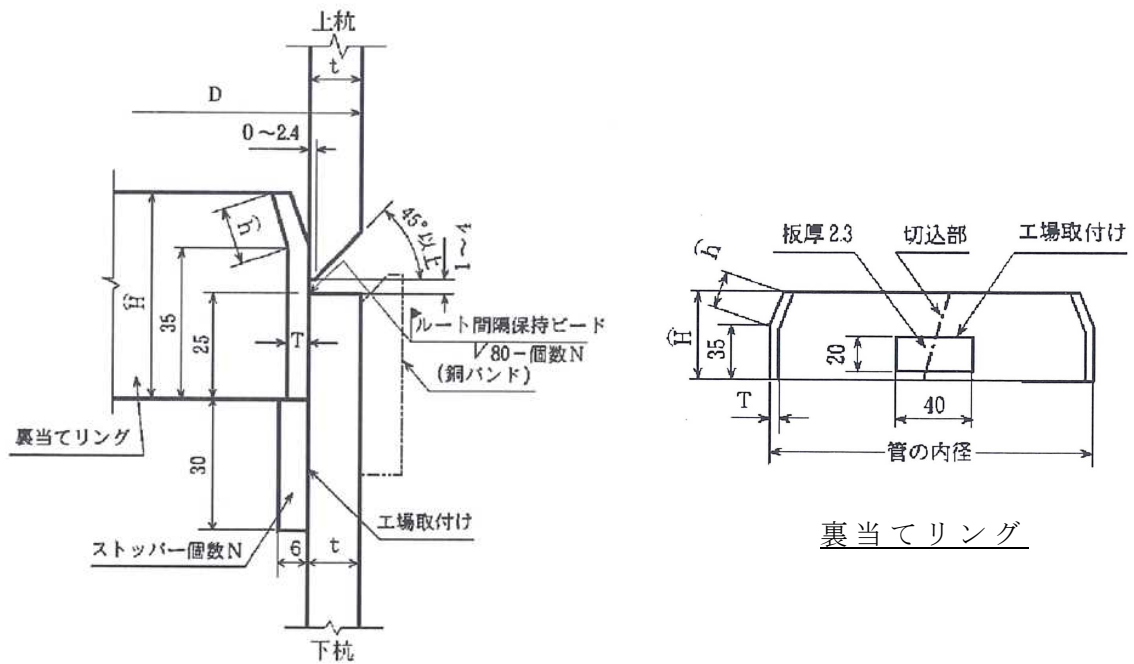


平面図



側面図

図 - 3.5 足場施工例



注) ルート間隔保持ビードに替えて、スペーサーを用いてもよい。

図 - 3.6 現場円周溶接継手(鋼管杭・鋼矢板技術協会より)

### iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

#### [施工条件]

- 鋼管:SKK400 φ400 x 12t x L=1.0m 重量 115kg
- 海上施工によるアーク溶接(手動)横向
- クレーン付台船(引き船): 50t 吊り(運 6h)
- 1日の作業量: 係留杭 2本分

表-3.1 係留杭の延伸施工概算工事費

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	鋼管杭材料	各種エキストラ考慮	2	本	70	140	現着価格
2	溶接工	裏当てリング含む	2	本	260	520	足場損料・ク レーン・引船 運転含
3	重防食工	溶接部重防食	2	本	135	270	
4	杭キャップ工	取付け	2	ヶ	65	130	
5	計					1,060	
6	経 費		30	%		318	
7	合 計					1,378	
8	1本当たり					689	

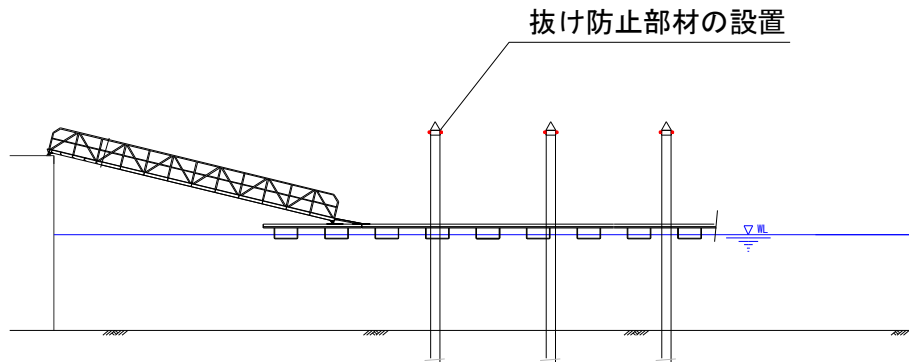
## 2) 浮棧橋の抜け防止材の設置

### i) 概要

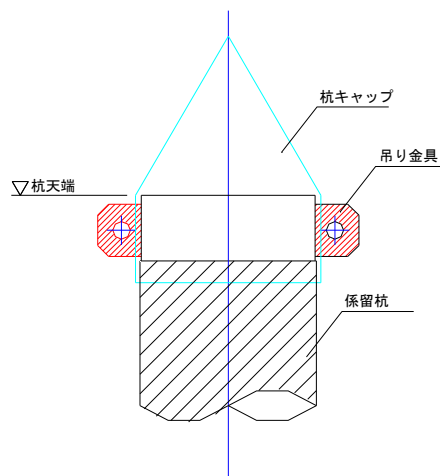
本対策は、既存係留杭の先端部に、抜け防止の部材を溶接等により設置して、流出が抑制出来るという考え方である。例えば、係留杭打設時に取り付けられ、打設後に撤去される「吊り金具」のような部材がそれにあたる。

本対策についても、浮棧橋の浮力による「杭の引抜き力」の技術的な検討が必要となるが、係留杭の延伸と同様「流出を防止する」という基本的な機能のみに着目する。

新設の係留杭の場合、打設後にこの「吊り金具」の撤去を行わず、現場で被覆塗装を行えば、非常に安価な工事価格で抜け防止の効果が期待できる。しかし、既存の係留杭に取付けの場合、足場設置が必要となり、比較的高価な工事価格となる可能性があるが、杭延伸より安い工事費で全ての係留杭に設置することも可能であると考えられる。即効性や経済性を考慮し、数本のみはこの抜け防止材を設置する方法もある。



### 縦断図



### 吊り金具の例

図－3.7 係留杭の抜け防止材例(吊り金具)

## ii) 施工方法

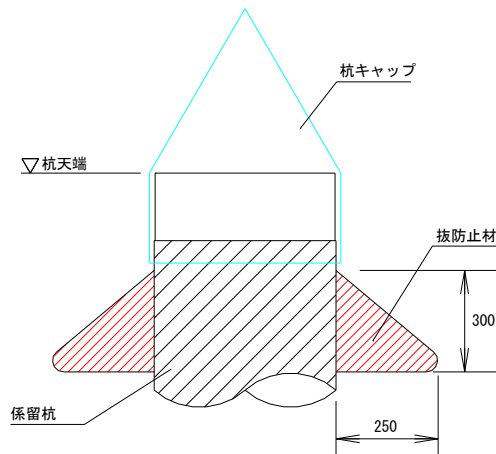
ここでは、既存の係留杭に新たに「抜け防止材」を設置する方法を記述する。抜け防止材自体は重量物ではないが、足場の設置を行う場合、原則クレーン作業となる。クレーン作業となる場合、「係留杭の延伸」同様、当該マリーナの作業条件の確認など、施工計画の策定および積算に際し十分な検討が必要となる。足場の設置イメージは、図－3.2 係留杭の延長施工例図が参考となる。

### iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

#### [施工条件]

- 抜け防止材 1 枚：SS400 300 x 250 x 22t 重量 26kg
- 海上施工によるアーク溶接(手動)横向
- クレーン付台船(引き船)：50t 吊り(運 6h)
- 1 日の作業量：係留杭 2 本分



図－3.8 係留杭の抜け防止材例

表－3.2 浮棧橋の抜け防止材施工概算工事費

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単 価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	抜防止材		4	枚	15	60	現着価格
2	溶接工		4	枚	130	520	足場損料・クレーン・引船運転含
3	重防食工	溶接部重防食	2	本	130	260	
4	杭キャップ工	取付け	2	ヶ	65	130	
5	計					970	
6	経 費		30	%		291	
7	合 計					1,261	
8	1 本当たり					631	



## ②浮棧橋流出防止機器の設置

鋼管杭で係留された浮棧橋は、水位（潮位）に追従して上下するが、津波により係留杭より抜け出した場合には、小型船舶と同様に流出し漂流をはじめ。東日本大震災でもこのような漂流現象が見られ、その後衝突・沈没などの被災につながった。浮棧橋の漂流が防げれば小型船舶の漂流防止に役立つものと思われる。

ここでは、弾性係留索により浮棧橋自体の流出を防止する対策を提案する。

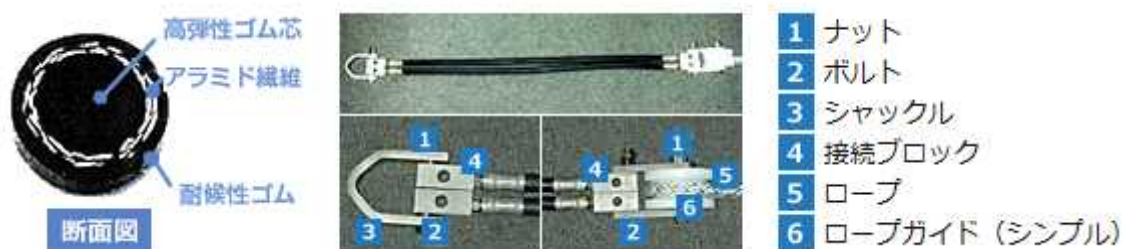
### 提案

弾性係留索の追加設置を行う。

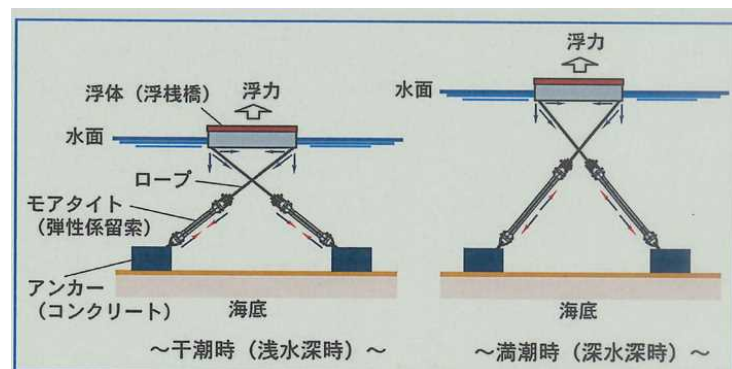
### 1)弾性係留索の設置

#### i)概要

弾性係留索は図－3.8に示すようなゴムを基本部材として作られた係留索であり、図－3.9のように緊張状態で浮棧橋を係留させることが本来の使用方法である。



図－3.9 弾性係留索の一般構造図  
(メーカーホームページより)



図－3.10 弾性係留索による浮棧橋係留  
(メーカーパンフレットより)

弾性係留索の最大の特徴は、弾性体で出来ているため、チェーンと比べて衝撃力のエネルギー蓄積量が大きく、破断に対して大きい耐力を持っていることであり、これは津波来襲時の最初の衝撃を吸収することが可能性があるという特性を持っている。さらに、浮棧橋の係留杭からの抜脱が発生した場合においても、この弾性体の特徴により漂流防止が可能かと推測される。

設置数は、主棧橋長に対し 20～30m 程度に 1箇所を目安とする。

- ・弾性係留索を図-3.11のように通常時は緩めた状態で浮棧橋とつないでおく。

- ・津波により浮棧橋が鋼管杭から抜け出した際に、弾性係留索が浮棧橋を繋ぎ止め、流出を防止する機能が働く。(図-3.12)

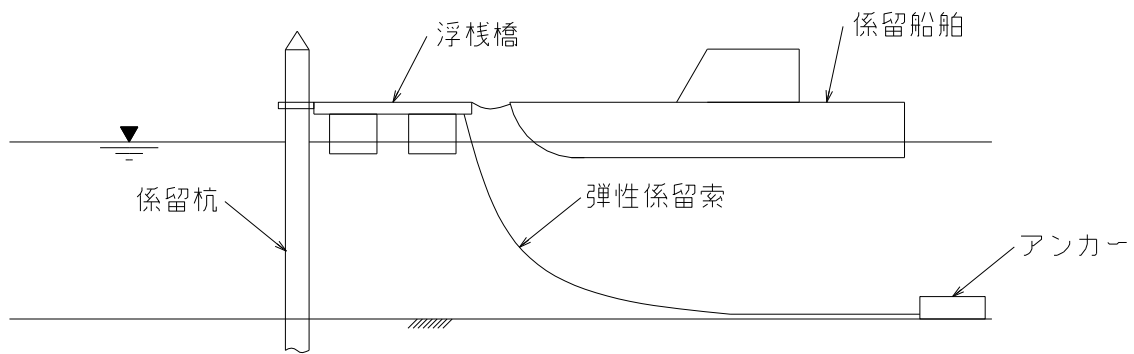


図-3.11 弾性係留索による流出防止対策

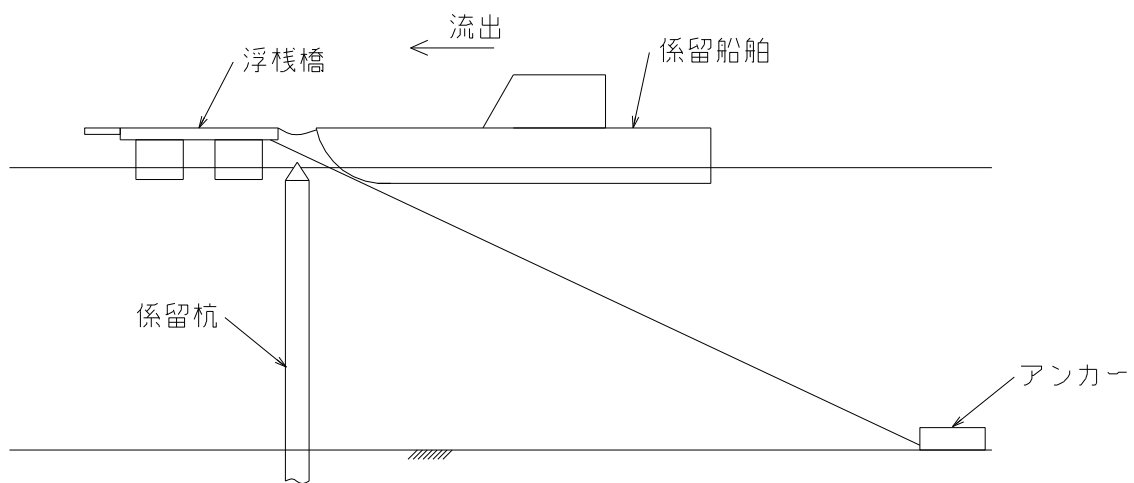


図-3.12 浮棧橋流出後の状態

## ii) 施工方法

弾性係留索自体は重量物ではないが、コンクリート製のアンカーの設置はクレーン作業となる。クレーン作業となる場合、「係留杭の延伸」同様、当該マリーナの作業条件の確認など、施工計画の策定および積算に際し十分な検討が必要となる。

## iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

### [施工条件]

- 弾性係留索 1 基当たり：本体(4 連 x 2m)+ロープ(5m)
- コンクリートアンカー：2m x 2m x 1m 気中重量 9.8ton
- アンカー据付：本体ブロック運搬据付 陸海一貫方式
- クレーン付台船(引き船)：50t 吊り(運 6h)
- 1 日の作業量：4 箇所

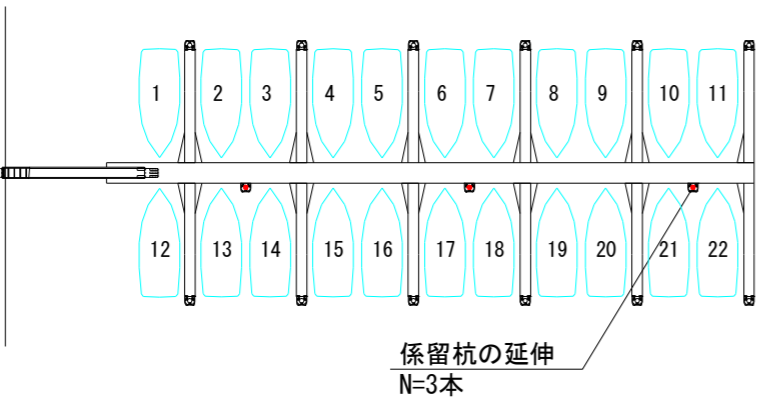
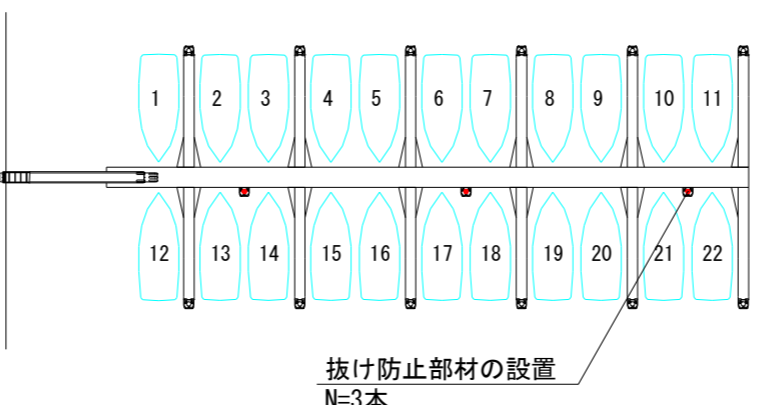
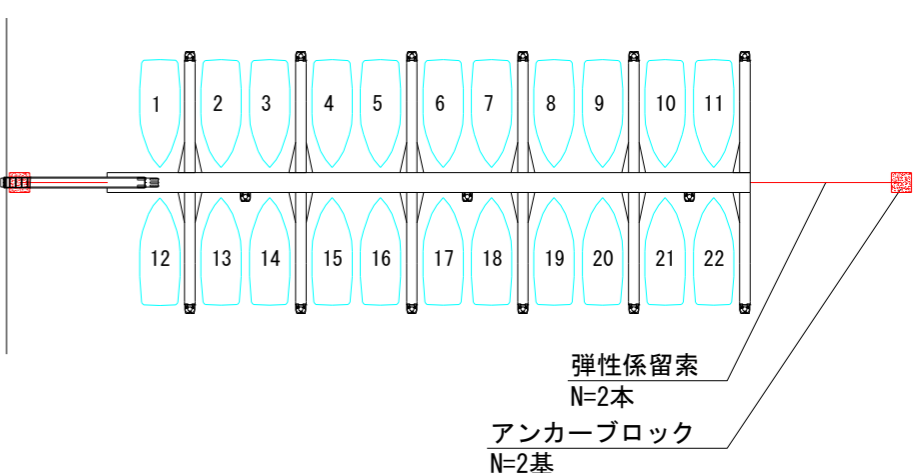
表－3.3 弾性係留索施工概算工事費

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単 価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	弾性係留索	取付け金物含	4	基	320	1,280	現着価格
2	アンカー	方塊ブロック	4	ヶ	120	480	
3	弾性係留索設置		4	基	22	88	潜水士・クレーン・引船運転含
4	アンカー据付		4	ヶ	210	840	
5	計					2,688	
6	経 費		30	%		806	
7	合 計					3,494	
8	1 箇所当たり					874	

③浮棧橋係留方法強化の概算工事費比較

ある係留棧橋をモデルとし、1隻あたりの概算工事費の比較を行う。

表-3.4 1隻あたりの概算施工費の比較例

対策案	係留杭の機能強化		浮棧橋流出防止機器の設置
	係留杭の延伸	浮棧橋の抜け防止材の設置	弾性係留索の設置
平面図	 <p>係留杭の延伸 N=3本</p>	 <p>抜け防止部材の設置 N=3本</p>	 <p>弾性係留索 N=2本 アンカーブロック N=2基</p>
保管隻数	22隻	22隻	22隻
施工費	延伸する係留杭の本数：3本 施工単価：689千円/本 施工費：3本 x 689千円 = 2,067千円	設置する係留杭の本数：3本 施工単価：631千円/本 施工費：3本 x 631千円 = 1,893千円	設置数：2基 施工単価：874千円/本 施工費：2基 x 874千円 = 1,748千円
1隻あたりの整備費用	2,067千円 / 22隻 = 94.0千円/隻	1,893千円 / 22隻 = 86.0千円/隻	1,748千円 / 22隻 = 79.5千円/隻

### 3-2-2 船舶係船方法の強化

船舶の漂流防止対策として、浮棧橋に関する対策を前述したが、浮棧橋の流出を防ぐことが出来たとしても、船舶自体が流出し漂流する可能性が残る。

#### ① 海上保管艇の漂流防止対策

##### 1) 係船金物(クリート)の増設

###### i) 概要

プレジャーボート用浮棧橋の係船金物(クリートやビット等)は、通常、風荷重と波力が船舶に同時に作用するものとして外力を求め設計を行っており、津波の来襲時における流速が船舶に作用するという状況は想定していない。そこで係船金物自体および取付けボルト等の強度アップの他に、設置数を増加させ係船金物 1 基当たり作用する荷重の分散を図るという手法が考えられる。しかしながら、船側の係船装置(クリート等)が災害時の外力に対応し得る強度を有していないことが多いことも実態である。そのため、大規模な外力が作用した際は、船側から破綻して漂流することも想定される。

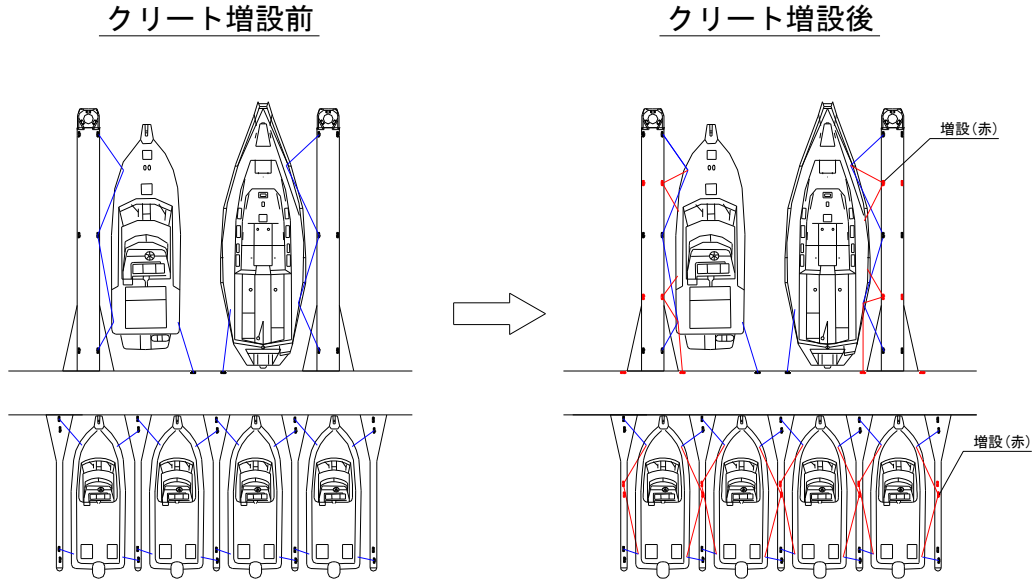
一方、福島県いわき市の「いわきサンマリーナ」では、東日本大震災で被災したプレジャーボートを確認したところ、船体のクリートに損傷がなく、係留ロープが破断している例もあった。

#### 提案

係留装置(クリート・ロープ等)の強化・増設

## ii) 施工方法

既存の浮棧橋や係船ビームに係船装置を増設するため、比較的容易な作業での施工となる。



図－3.13 クリートの増設例

## iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

### [施工条件]

- 船舶1隻当たりの増設数：3基(クリート)
- 1日の作業量：40～50基

表－3.5 クリート増設施工概算工事費

No	名称	内容	数量	単位	単価 (千円)	価格 (千円)	備考
1	係船装置	クリート	40	基	15	600	現着価格
2	設置費		40	基	1	40	
3	計					640	
4	経費		30	%		192	
5	合計					832	
6	1基当たり					21	

## ②陸上保管艇の漂流防止対策

### 1)係船環の新設

#### i)概要

陸上保管艇は、船台に単純に置かれている状態で保管されていることが通常である。この様な状況で津波による水位上昇が発生し、ボートヤードが浸水した場合、船台上の船舶は簡単に浮き上がり漂流が始まる。これは、津波の被災を受けたマリーナでも目撃されており、この浮上漂流が始まれば被害の防止は困難となる。



写真－3.4 一般的な陸上保管状況

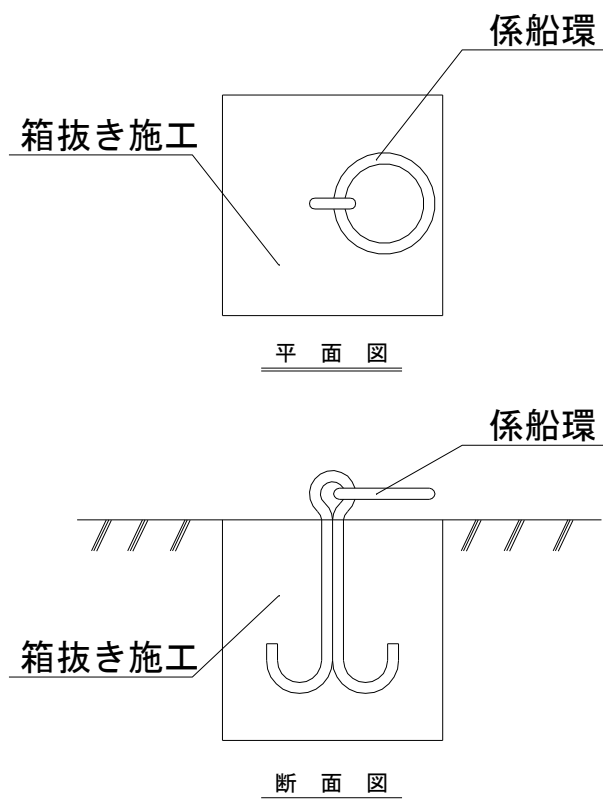
こうした陸上保管艇においては、ボートヤードに係船環等を増設し、日常的に船舶をロープ等固縛することにより、漂流防止対策を講じることが望ましい。



写真－3.5 係船環とロープによる固定例

## ii) 施工方法

一般的にボートヤードはコンクリート舗装を施工していることが多い施工はコンクリートカッター等で箱抜きを行い、係船環の設置を行う。



即効性や経済性から、雌ネジタイプのあと施工アンカーを打設し、アイボルトと組み合わせる方法もある。



写真-3.6 雌ネジタイプのあと施工アンカー(左)とアイボルト(右)  
(メーカーホームページより)



### iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。

#### [施工条件]

- 既存コンクリート強度：Fc21N/mm<sup>2</sup>
- 固定ロープ：1隻当たり 8m
- 雌ネジタイプのアト施工アンカー：M16（SUS製）
- アイボルト：M16(SUS製)
- 設置数：1隻あたり 4ヶ
- 対象艇：10m 艇モーターボート
- 1日施工量：10隻分

表－3.6 雌ネジタイプアンカーの施工概算工事費

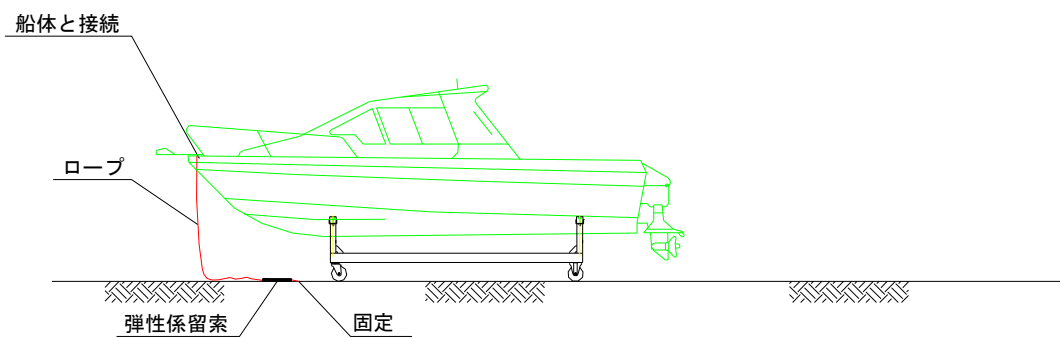
No	名 称	内 容	数 量	単 位	単 価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	固定ロープ	16mm	80	m	0.5	40	現着価格
2	雌ネジアンカー	M16	40	ヶ	0.25	10	現着価格
3	アイボルト	M16	40	ヶ	3	120	現着価格
4	設置費		1	日	100	100	
5	計					270	
6	経 費					81	
7	合 計					351	
8	1隻当たり					35	

## 2) 弾性係留索の新設

### i) 概要

一方、先にも述べたように、船体のクリートに損傷がなく、係留ロープが破断している例もあるので、ロープの変わりに弾性係留索を用いた強化策も併せて提案する。下図に示すように、船体と保管ヤードを、弾性係留索を介して固定する方法である。衝撃を吸収する可能性を持つ弾性係留索の特徴をいかした係船方法となる。

### 平常時



### 津波時

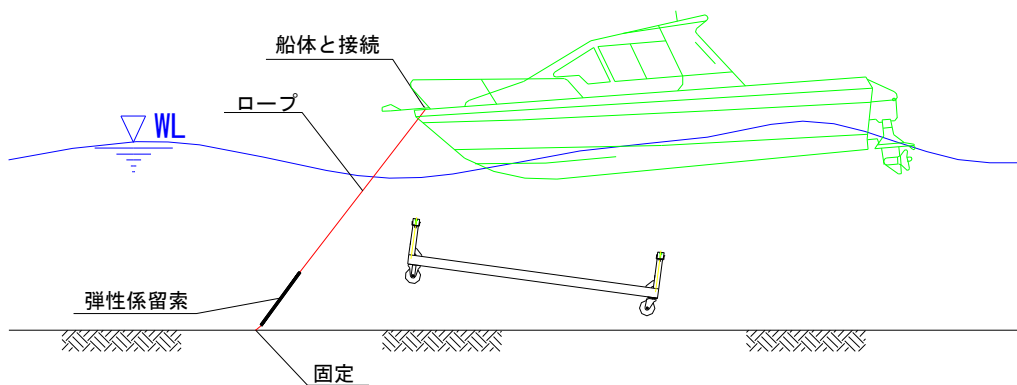


図-3.15 弾性係留索を用いた陸上保管艇係船強化策例

## ii) 施工方法

一般的にボートヤードはコンクリート舗装を施工していることが多い。施工はコンクリートカッター等で箱抜きを行い、アンカーボルトの設置を行う。即効性や経済性から、雌ネジタイプの後施工アンカーを打設し、アイボルトと組み合わせる方法もある。

## iii) 概算工事費

以下の条件下で概算工事費を算出した。なお、概算であるので、実施の場合、設計条件や施工条件等を勘案し検討する必要がある。なお、この価格は直接工事費であり、共通仮設費、現場管理費、一般管理費、消費税は含まれていない。

### [施工条件]

- 既存コンクリート強度：Fc21N/mm<sup>2</sup>
- 弾性係留索 1 基当たり：本体(1 連 x 5m) ロープなし
- 設置数：1 隻あたり 1 基
- 雌ネジタイプのあと施工アンカー：M16 (SUS 製)
- アイボルト：M16(SUS 製)
- 対象艇：10m 艇モーターボート
- 1 日施工量：10 隻分

表－3.7 陸上弾性係留索の増設施工概算工事費(直工)

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	弾性係留索	取付け金物含	10	基	170	1,700	現着価格
2	雌ネジアンカー	M16	40	ヶ	0.25	10	現着価格
3	アイボルト	M16	40	ヶ	3	120	現着価格
4	設置費		1	日	100	100	
5	計					1,930	
6	経 費					579	
7	合 計					2,509	
8	1 隻当たり					251	

### 3-2-3 係船ロープの点検等または適正ロープの使用

プレジャーボート所有者自身による対策も必要である。先にも述べたように、船体クリートの破損より、ロープの破断が漂流の主な原因となっていることが、マリーナ管理者へのヒアリングで明らかになった。

マリーナ管理者の日常業務(巡視等)の中で、適切なロープが使用されているかの点検が第一である。主な点検項目を次にあげる。

- 経年劣化はしていないか？
- キンク(よじれ・形くずれ)はしていないか？
- 船のサイズにあったロープ径を選んでいるか？
- 舳の数は十分か？
- 適切な係船方法をとっているか？
- クリートやクロスビットなどの係船金物に適切に舳っているか？

経年劣化したロープやキンクしたロープなど、そのロープの性能を発揮出来ないロープを使っている場合は、利用者への指導が必要である。

船のサイズにあったロープのサイズを選ぶことも重要と考えられる。例えば、ヤマハ発動機(株)では、ボートサイズによるロープのサイズを提案しており、これを参考にすることも出来る。

サイズ(径):	船のサイズ毎に必要な三つ打ちロープの径を示しています。 ※ヨットロープの場合は下記数値の4/5のサイズでOK。 ・20フィート未満の艇: 10mm径ロープ以上。 ・25       "       : 12mm       " ・30       "       : 14mm       " ・35       "       : 16mm       " ・40       "       : 20mm       " ※強風時は2本取り(ロープを折り返す)か、ワンサイズ太目のロープを使う。
---------	--






図-3.16 ボートサイズによるロープサイズの目安

【ヤマハ発動機(株)ホームページより】

また、ロープの種類を替え、破断強度を上げる手法もある。ロープの編み方で強度は上がる。

項目	ポイント
種類:	<p>ロープの編み方次第で、同径のロープでも強度が変化します。</p> <p>●三つ打ちロープ ※一般的に使用されている3本撚りのロープ。</p>  <p>※写真はビニロン(クレモナ)製</p> <p>●八つ打ちロープ(クロスロープ) ※捻(ねじ)れが少なく扱い易いが、伸び縮みが大きく、価格が高めなのが欠点。</p>  <p>※写真はポリエステルマルチ製</p>

図－3.17 ロープの編み方の種類  
【ヤマハ発動機(株)ホームページより】

もやいの数や係船方法のチェックは、マリーナ管理者にとっては最も大切な業務である。日々の巡視・指導が、大災害を減災に変えることができる。しかし、管理者の指導だけには限界がある。利用者の意識の改革も大切である。係船ロープの強化対策の啓発を行うためにも「自船が漂流物となり深刻な影響を及ぼす可能性がある」という認識を利用者に高めて貰うために、船舶による被災状況の写真を掲示板や看板に提示する。これにより、漂流の発生防止に寄与すると考えられる。

**漂流した船舶は重大な被害をもたらします！！**



普段からの舳ロープのチェックがあなたの船を守ります。

〇〇マリーナ ハーバースター

ロープ選定でご不明な点はお問い合わせ下さい。

図－3.18 啓発看板の例

### 3-3 船舶漂流による被害拡大防止

マリーナの保管艇や浮棧橋等の設備の漂流による被害拡大の防止策としては、漂流防止柵などの漂流防止施設の設置が有効と考える。

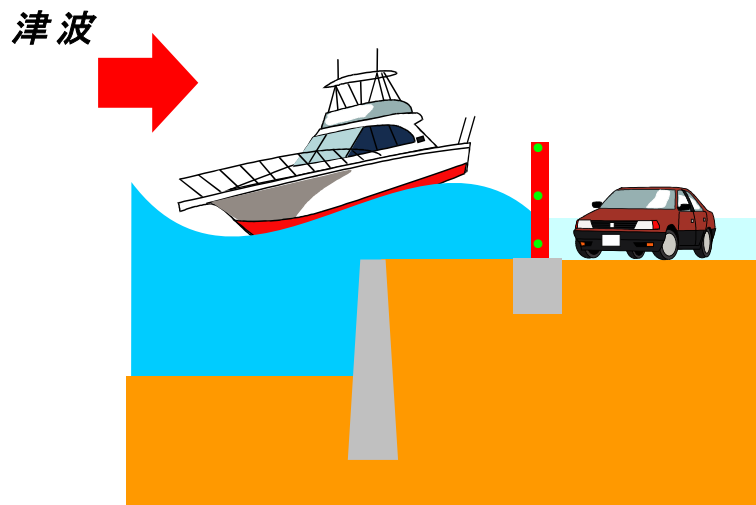
#### 1) 漂流防止施設の設置

##### i) 概要

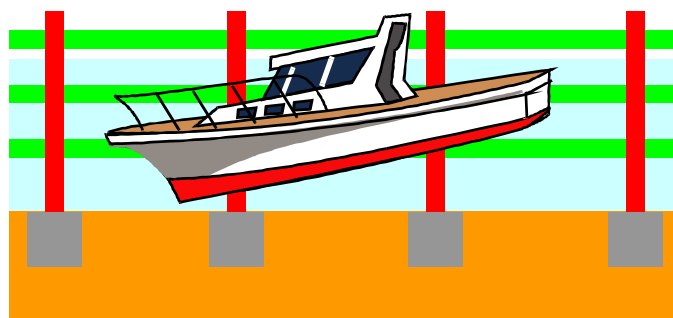
漂流防止施設は、水門や防潮ゲートの様な「完全なる遮水」を目的にした設備ではなく、海水や細かな漂流物などを、透過させるが、船舶・浮棧橋・船台・牽引車など流出が大きな被害を引き起こすものに対しては通過を防止する機能を持たせる施設である。この漂流防止施設は、船舶等の漂流移動を抑え、破損を軽減する効果が有るとともに、陸域からの木材片や瓦礫の水域への侵入を防ぐ効果も兼ねる。

#### 提案

漂流防止柵の設置を行う



図－3.19 漂流防止柵のイメージ(断面)



図－3.20 漂流防止柵のイメージ(正面)

漂流防止施設の設置に当たっては、ボートヤードや修理ヤード等の利用目的や背後施設への影響を考慮し、防護対象を明確にした上で、背後地および背後施設等の利用者と日常的な利用に関する協議を踏まえて配置計画を行うことが望ましい。あわせて、想定される津波の高さや流速、想定される漂流防止の対象物等に関する検討が必要である。

漂流防止施設としては、漂流防止柵のほか、防潮林の設置、既存のフェンスやポールなどの強化といった対策も有効である。東日本大震災での津波災害においても、マリーナ区画の境界に設置された高さ 1.5m 程度の普通のフェンスが、船舶の漂流を食い止めた事例もあり、十分有効な手法だと考えられる。



写真－3.7 フェンスで留まったプレジャーボート(大洗マリーナ)

高潮・津波に対する漂流防止柵の検討は、「高潮・津波バリア研究会」により、平成 18 年 3 月から始められている。写真-3.8 の釧路港の実例の他に、津波バリアは既に全国で 9 箇所の施工実績があり、同研究会のホームページで詳しく紹介されている。



写真－3.8 漂流防止柵例(北海道釧路市「津波スクリーン」)

【北海道開発局 釧路開発建設部 釧路港湾事務所ホームページより】

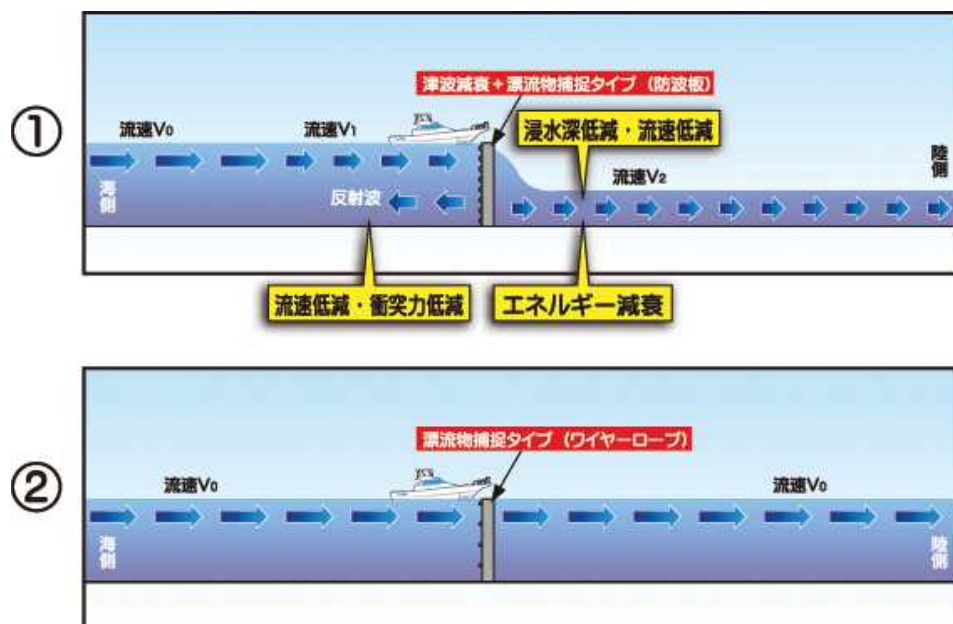
民間企業も独自の技術で高潮や津波に対する減災の提案を行っている。例

例えば、株式会社日本パーツセンターでは、八戸港にて「防風対策」と設置していた【有孔折板柵】が津波による港内に停泊していた漁船の内陸方向への漂流を防ぎ、近隣の家屋倒壊などの二次災害を最小限に抑えることができた事例を紹介している。



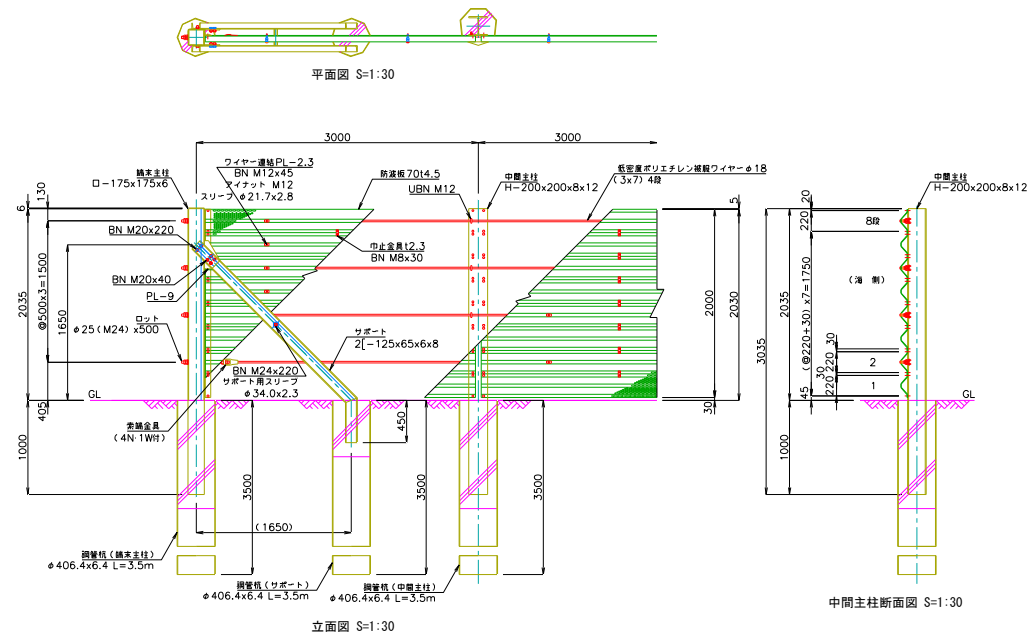
写真－3.9 フェンスで留まった漁船(八戸港)  
【メーカーのホームページより】

フェンスは2タイプあり、①津波減衰＋漂流物捕捉（防波板タイプ）と②漂流物捕捉（ワイヤータイプ）の2タイプがある。①または②はその目的によって使い分ける事が出来るが、①と②を組み合わせる事で更なる効果が期待できる。



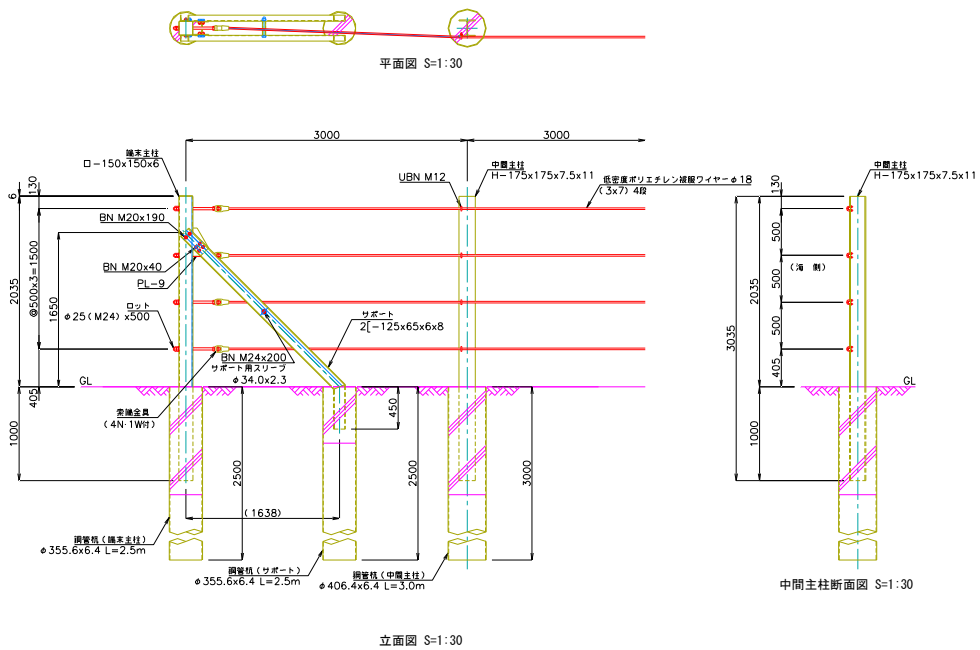
図－3.21 効果イメージ図  
【メーカーの資料より】





図－3.22 津波減衰＋漂流物捕捉（防波板タイプ）

【メーカーの資料より】



図－3.23 漂流物捕捉（ワイヤータイプ）

【メーカーの資料より】

ii) 施工範囲

隣接地への漂流を防止するには、先に述べたフェンス等を敷地境界に設置する。引き波により陸域にある船舶等が海上へ流れ出さないためには、水際線に柱やポールといった、マリーナの景観を損なわず、かつ日常作業に支障のない損なわない施設を選定する方法もある。

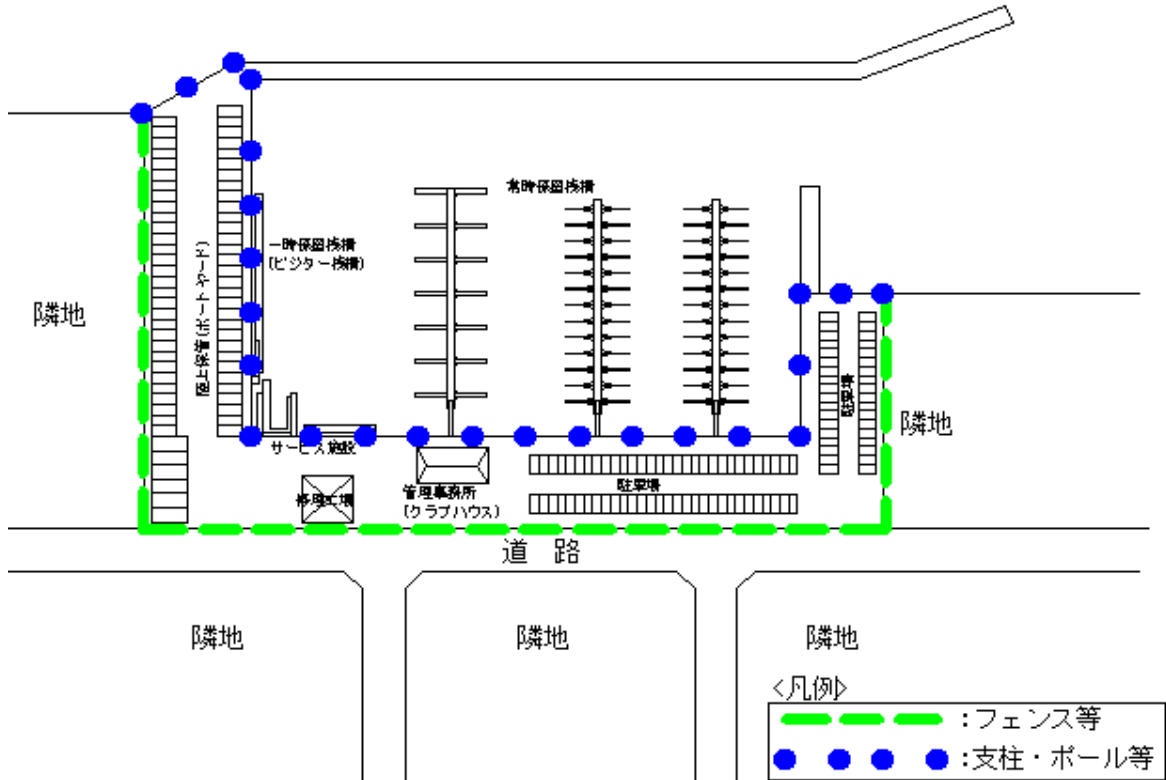


図-3.24 漂流防止柵の設置範囲例

### iii) 概算工事費

ここでは、フェンス工を例に、以下の条件下で概算工事費を算出した。

#### [施工条件①]

- フェンス：津波減衰＋漂流物捕捉（防波板タイプ）
- 漂流物：プレジャーボート(モーターボート 9m 艇)
- 漂流物重量：4ton
- 津波流速：3m/sec
- 浸水深：2m
- 施工延長：400m（図－3.18 緑破線と想定）

表－3.8 津波減衰＋漂流物捕捉（防波板タイプ）施工概算工事費

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	材料費	防波板タイプ	400	m	110	44,000	
2	工事費	基礎含む	400	m	45	18,000	
3	計					62,000	
4	経 費		30	%		18,600	
5	合 計					80,600	
6	m 当たり					202	

#### [施工条件②]

- フェンス：漂流物捕捉（ワイヤータイプ）
- 漂流物：プレジャーボート(モーターボート 9m 艇)
- 漂流物重量：4ton
- 津波流速：3m/sec
- 浸水深：2m
- 施工延長：400m（図－3.18 緑破線と想定）

表－3.9 漂流物捕捉（ワイヤータイプ）施工概算工事費(直工)

No	名 称	内 容	数 量	単 位	単価 (千円)	価 格 (千円)	備 考
1	材料費	ワイヤータイプ	400	m	40	16,000	
2	工事費	基礎含む	400	m	35	14,000	
3	計					30,000	
4	経 費		30	%		9,000	
5	合 計					39,000	
6	m 当たり					98	

## 第2編 既存マリーナの災害事例

### 1 はじめに

2011年3月11日午後2時46分に発生した、三陸沖を震源とする東日本大震災は、国内観測史上最大のマグニチュード9.0を観測し、東北から関東にかけての太平洋沿岸の広い地域に、甚大な被害をもたらした。地震の規模もさることながら、地震が引き起こした津波は、住宅や公共施設などを押し流すなど、多くの死者と行方不明者を出した。

そこで、東日本大震災で被災した「いわきサンマリーナ」(福島県いわき市)と「銚子マリーナ」(千葉県銚子市)の被害状況を改めてまとめた。なお、被害状況は、被災当時の数字を使った。



位置図

## 2 被害状況

### 2-1 いわきサンマリーナ

1996年に開業した「いわきサンマリーナ」は、ヨットレースやマリンスフェスティバルなどに積極的に取り組む、福島県を代表するマリンレジャー基地。家族連れなどが海水浴に訪れる海浜公園のほか、シーラカンスの生態研究で知られる水族館「アクアマリンふくしま」などの観光施設が隣接し、にぎわいを見せていた。



小名浜港の一角にある、いわきサンマリーナの所在地。JR常磐線の泉駅が最寄り駅

#### (1) 震災当時の状況と対応

震災当時のマリーナには、ヨットに訪れたオーナー1人、陸上で作業をしていたオーナー1人、修理業者2人、釣り客3人、マリーナ職員5人いたが、大津波警報の発令後、背後の高台の道路に避難し、全員無事だった。避難直後、津波の第1波がマリーナに押し寄せ、暗くなるまでに7回、全部で10回を超える津波が襲来した。

#### (2) 津波の規模

高さ4.5mの防波堤を乗り越えて津波が押し寄せたため、その高さは5m以上と見られる。

#### (3) 潮位

当日の小名浜港の満潮時刻は、06:30(潮位119cm)と20:09(同90cm)、干潮時刻は、0:28(同60cm)と13:38(同25cm)で、15:00の潮位は、33cmだった(以上、気象庁調べ)。

#### (4) 保管艇の被害

津波の第1波は、持ちこたえたが、第2波で、栈橋の係留艇が流出。続く第3波で、陸上保管艇が船台から落下した。当時の保管艇は、ボート約70

隻、ヨット約 30 隻、ディンギー約 50 隻。ボートとヨットの 100 隻のうち、約 30 隻が水没し、約 70 隻が沖に流出し、最終的に 3 分の 2 が行方不明のままである。

#### (5) マリーナの被害状況

##### ① 栈橋

津波の第 2 波で栈橋は杭から抜け落ち、係留艇は、陸側に押し流され、その後、引き波で沖に流された。

##### ② ボートヤード

陸上保管艇は、津波に流されたほか、船同士が衝突し、大きな損傷を受けた。クレーン、給油施設、電気設備は、すべて使用できなくなった。

##### ③ クラブハウス

床から 1m の高さまで浸水し、屋内は、土砂で埋まった。駐車場に止めてあった車が漂流の末に、1 階の窓ガラスを突き破って、屋内になだれ込んだ。電気、ガス、水道、電話などのライフラインは使用できなくなった。

#### (6) 被災当時のマリーナの写真



被災前のマリーナ

4 基の栈橋が設置されていた



被災後のマリーナ

栈橋はすべて損壊し、流出した



避難した高台の道路から撮影した  
第 2 波の到達



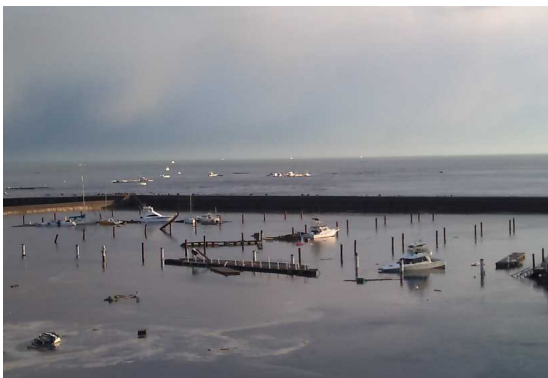
津波の第 2 波に押し流される保管艇



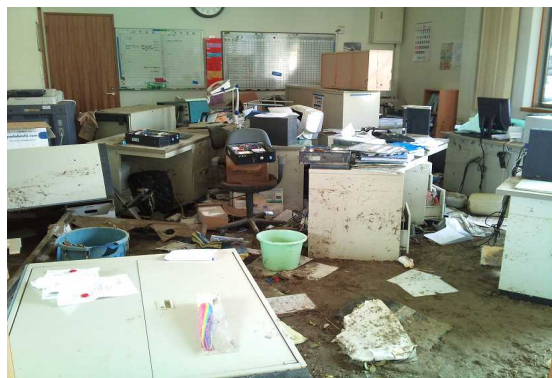
孤立状態になったクラブハウス  
(奥は修理工場)



第2波が引いたときに  
多くの保管艇が沖に流出した



第7波(当日)が引いた後  
栈橋は壊滅状態



床から1mの高さまで浸水した事務所  
内部の散乱



流出を免れた保管艇は、  
陸に打ち上げられた



幅50cmほどの亀裂が入った  
ボートヤードの継ぎ目

## 2-2 銚子マリーナ

1999年に開業した、第三セクター方式の銚子マリーナは、栈橋は千葉県が所有し、ボートヤード、クラブハウスの一部は、銚子市が所有、修理工場と給油施設、クラブハウスの一部は、第三セクターの（株）銚子マリーナが所有していた。



銚子マリーナの所在地。関東圏のマリーナでは、最大の被害を受けた

### (1) 震災当時の状況と対応

ニュースに流れた、津波到達予想時刻より30分ほど遅れて、午後3時40分ころに、第1波が襲来。当時の支配人は、館内放送で5回ほど、大津波警報が発令されたことを、マリーナにいるオーナー（2人）、防波堤の釣り客、マリーナ職員（支配人を含めて8人）に伝え、高台に避難するよう指示した。幸い、人的な被害はなかった。

### (2) 津波の規模

気象庁の発表では、マリーナ周辺の津波高さは、4.5mを超えていた。少なくとも10回は押し寄せ、当日の夜8時前後が最も大きかった。市街地には大きな被害はなかったが、マリーナ周辺の潮見町は、大きな被害を受けた。

### (3) 潮位

当日の銚子漁港の満潮時刻は、06:36（潮位124cm）と20:23（同97cm）、干潮時刻は、0:39（同68cm）と13:46（同30cm）で、15:00の潮位は、36cmだった（以上、気象庁調べ）。

### (4) 保管艇の被害

当時、海上係留110隻（ボート38隻、ヨット72隻）、陸上保管25隻（ボ



ート 18 隻、ヨット 7 隻) が保管されていたが、このうち、損傷を受けながらもマリーナにとどまったのは 58 隻 (ボート 19 隻、ヨット 39 隻)。残りの 77 隻は、水没したり、沖に流されたりした。陸上のディンギー 20 隻も、津波に巻き込まれ、損壊または流出した。

#### (5) マリーナの被害状況

##### ① 栈橋

中央のメイン栈橋は損壊を免れたものの、左右のフィンガー栈橋は、損壊または流出した。栈橋を支える杭は、2002 年の台風 20 号の際に、栈橋の一部が抜けたため、60cm の嵩上げ工事が行われたが、それを上回る高さの津波が押し寄せ、役に立たなかった。

##### ② ボートヤード

陸上保管艇の多くは、地震の揺れと津波により、船台から脱落した。津波に巻き込まれた勢いで、マストを折るなどの被害を受けた。

##### ③ クラブハウス

平屋建てのクラブハウスは、津波に洗われて使用不可。隣の修理工場も同じ状況。クレーン、ガス、電話は使用不可。電気は一部使用可。

#### (6) 被災当時のマリーナの写真

震災前

(平成 12 年 5 月 25 日)



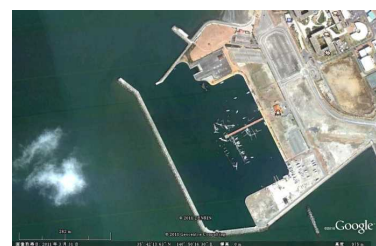
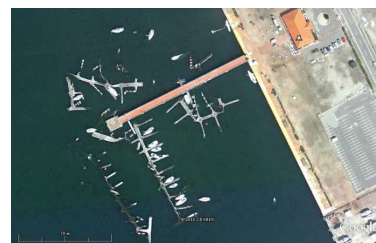
震災翌日

(平成 23 年 3 月 12 日)



震災 20 日後

(平成 23 年 3 月 31 日)





津波に襲われた銚子マリーナ  
(右端は修理工場)



震災当日の夕刻。  
栈橋の残骸が横たわった



損壊した栈橋の一部は、  
たわむように変形した



マリーナ水域内に沈んだ  
ボートの引き揚げ作業

委員会構成員

	氏 名	所 属
委員長	西島 浩之	一般社団法人 日本マリーナ・ビーチ協会
副委員長	遊佐 誠一朗	一般社団法人 日本マリーナ・ビーチ協会
委員	松下 光弥	ヤマハ発動機株式会社
委員	柄澤 康善	株式会社銚子マリーナ
委員	坂本 毅明	横浜ベイサイドマリーナ株式会社
委員	高岩 千人	株式会社マリーナ開発設計
委員	小田 健次	株式会社ベリングハムハーバーマネージメント