

I 課題名：

水産基盤整備調査委託事業 中層浮魚礁の保守管理方法の開発

II 実施機関名及び担当者：一般社団法人マリノフォーラム21

吉田儀弘・鷺澤栄二郎・志賀隆顕・岸真二郎・高橋延幸

III 実施年度：平成25年度・平成26年度・平成27年度

IV：諸言

中層浮魚礁は、経済性に優れた整備手法であり、回遊魚等の蝸集、効率的な漁獲に効果があることから漁業者から強い支持を受けている。全国で約200基が設置されており、近年、耐用年数とされている10年を経過したものについて引き上げが逐次行われているが、一方で中層浮魚礁に関する情報（係留索の劣化状況等）についてはデータが不十分な状況である。

これまでの調査から、海域によって付着物の状況が大きく異なることが知られており、今後行われる浮魚礁の引き上げは、付着物の状況や礁体・係留索等の劣化状況といった今後の施設の設計に活用できる重要な情報収集の好機である。また、現在設置されている浮魚礁には、流出を速やかに把握するための警報発信機が装備されているが、これまでの流出事故で信号が発信されなかった事例が散見されており、適切な流出警報発信機の保守管理方法の確立が急務となっている。

そこで本業務では、引き上げ作業の立会いや引き上げられた浮魚礁のサンプル収集を通じ、中層浮魚礁に関する情報収集及びこれらの分析を行うとともに、浮魚礁の適切な流出警報発信機の保守管理に関する技術開発と検証を行い、最終年度には中層浮魚礁流出警報発信機の保守管理に関する手引きの策定と事業化の検討を行うことを目的とする。

V：方法

本調査の3年間の全体計画を表-1に、調査項目と得られる知見等のフローを図-1に示す。それぞれの調査方法については以下に示す。

表-1 全体計画（3 か年）

項目	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
① 既設浮魚礁に関する情報収集・分析 ・引き揚げられた中層浮魚礁を対象として部材の状況、係留索の残存強度、回収作業中の張力変動等に関する情報収集と分析を行った。また、過去の流出事故について情報収集を行い整理した。	○	○	○
② 中層浮魚礁の適切な保守管理に関する検討 ・実海域（浅海域）に設置された中層浮魚礁を対象として保守管理に関する調査を行った。	○	○	○
③ 保守管理手引きの作成 ・前述②中層浮魚礁の適切な保守管理に関する検討結果及び関係資料を総合的にとりまとめて、流出警報発信機の保守管理に関する手引きを作成した。			○
④ 対馬沖中層浮魚礁 NO.6 の流出事故原因調査 ・調査期間中に発生した中層浮魚礁の流出事故に対してその原因調査を実施した。			○

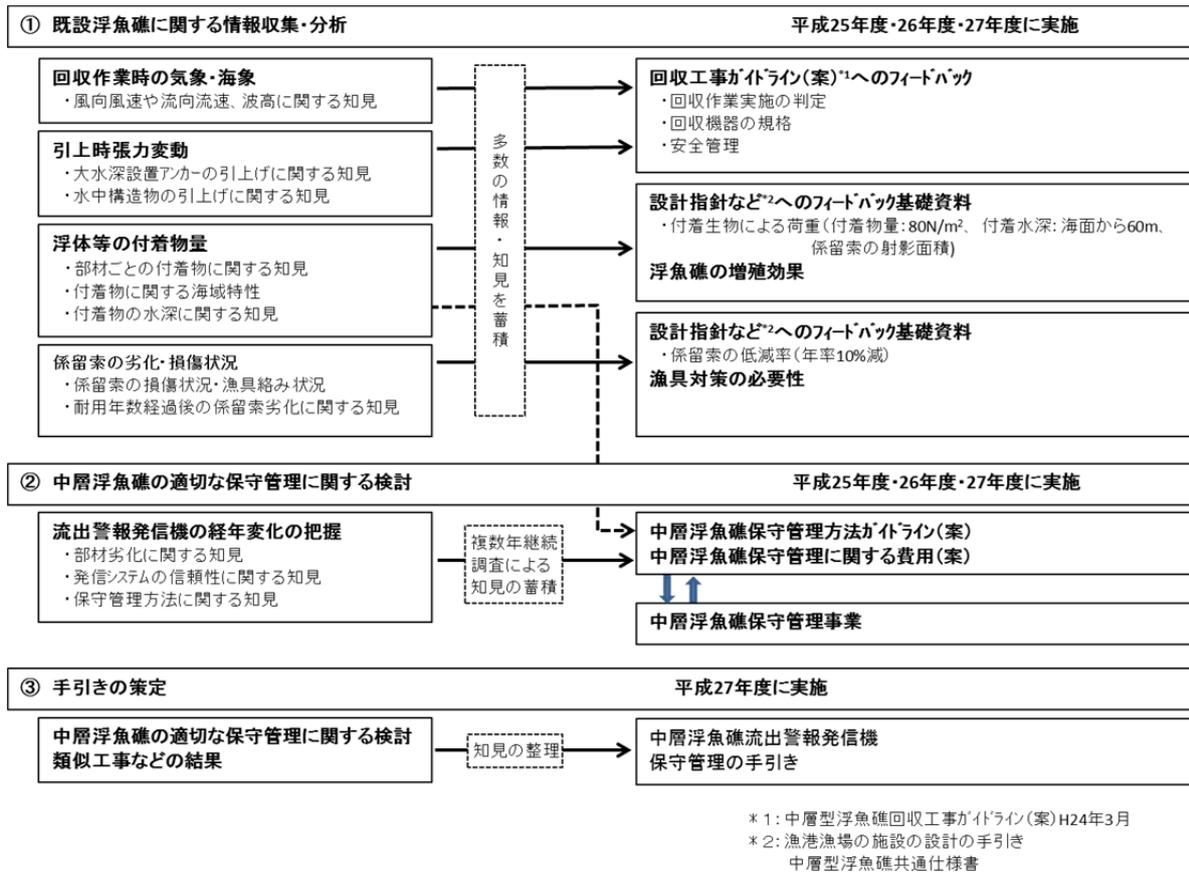


図-1 調査内容と得られる知見のフロー図

1) 既設浮魚礁に関する情報収集・分析

耐用年数（10年）を経過して回収された中層浮魚礁（表-2）について以下に示す内容の情報収集を行うことで、回収された中層浮魚礁の状況や部材の劣化等について調査を実施した。

- ① 当該海域の設計条件および回収工事中の海況
- ② 回収された浮魚礁の浮体部及び係留部の状況
（漁具絡み状況、付着生物状況^{注1}、劣化状況など）
- ③ 中層浮魚礁回収作業中の張力変動
- ④ 回収された係留索を供試体とした引張強度試験（JIS規格に準じた方法^{注2}）
- ⑤ 流出事故情報の整理

表-2 調査対象とした県及び対象基数

調査年度	県	情報収集基数	引張強度試験基数
平成 25 年度	沖縄県	6 基	2 基
	鹿児島県	1 基	1 基
	宮崎県	2 基	1 基
平成 26 年度	沖縄県	8 基	3 基
	鹿児島県	1 基	1 基
平成 27 年度	鹿児島県	3 基	1 基

注 1) 付着生物量の測定方法

中層浮魚礁の付着生物量の測定は、回収された浮体について坪刈り法によって付着生物量を測定し、単位面積あたりの付着生物量の把握を行った。また、坪刈り法による測定結果が得られない場合は状況写真と過去の測定結果から付着生物量の推定を行った。

ア) 坪刈法（剛体タイプ）

- ① 測定箇所および箇所数：浮体の上段部、中段部、下段の 3 か所
- ② 坪刈範囲：20cm×20cm=0.04m²（1/25m²）
- ③ 1m²あたり付着生物量への換算
上記①の平均値を算出・・・A kg
1m²あたりの付着生物量=A×25倍 kg/m²（≒10×N/m²）

イ) 推定方法

$$1\text{m}^2\text{あたり付着生物量への推定} = k \cdot B \quad \text{kg/m}^2 \quad (\approx 10 \times N/\text{m}^2)$$

ここで、k：1m²あたり付着生物量*¹は下表にて設定

* 1：過去の実測値より設定

B：浮体部の付着生物による被度の読み取り %

付着生物の優占主によって重量を 3 段階に分類

段階	優占生物種	k：1m ² あたり付着生物量
軽い	主に海藻類	11kg
中間	海藻類と貝類の混成	15kg
重い	主に貝類	22kg

注2) 係留索の引張強度試験：J I S規格に準じた方法

ア) 試料の調整：10m程度を切り取り、有効長を0.9m程度確保する。

(主係留索上部：φ30mm×30=900mm=0.9m)

(主係留索下部：φ40mm×30=1200mm=1.2m)

(副係留索：φ26mm×30=780mm=0.8m)

イ) 試験機のつかみ速度：残存強度(計算値*1)を基準に50%までは300mm/min以内とし、それ以上は150mm/min以内とする。

*1：残存強度の計算

係留索の低減率は年10%のため、10年後の残存強度 T_q は下式で算出される。

$$T_q = T_M \times (1 - 0.1)^{10} \quad T_M: \text{初期引張強度}$$

(注1)：J I S規格の方法

ア) 試料の調整(有効長)：ロープの呼称太さの30倍以上とする。ただし、その長さが0.5mを超えるものについては、0.5mにとどめることができる。

イ) 試験機のつかみの速度：ロープの規定引張強さの50%までは300mm/min以内とし、それ以上は150mm/min以内とする。

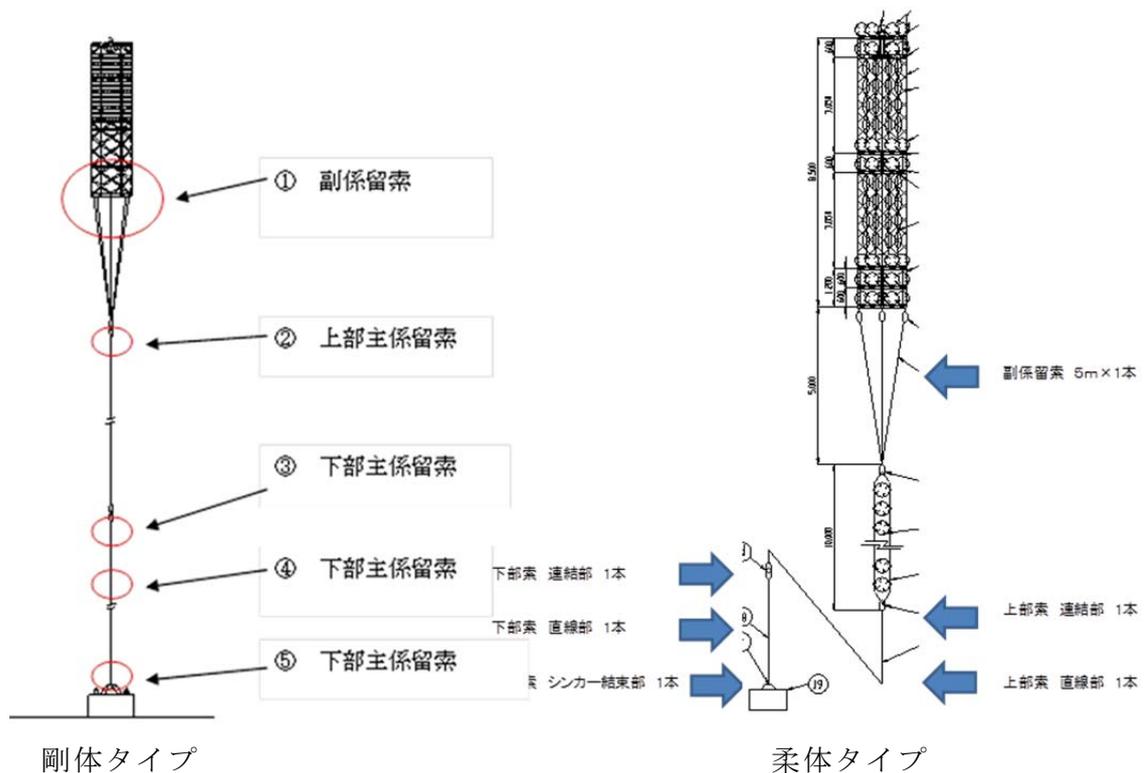


図-2 係留索の供試体抜き取り箇所

2) 中層浮魚礁の適切な保守管理に関する検討

実海域に設置された中層浮魚礁（試験装置付加）を対象として、中層浮魚礁流出警報発信機の保守管理に関する以下の調査および検討を行った。

(1) 調査対象事業の概要と試験装置

事業名 : 長崎県

25 漁港浮第 3-2 号 対馬西部地区浮魚礁整備工事（巖原阿連北西工区）

設置地区 : 対馬市巖原阿連北西

設置タイプ : 剛体タイプ

設置状況 : 礁体ヘッド位置海面下 40m（設置位置の水深 88m, 91m）

設置基数 : 2 基

設置時期 : 平成 26 年 3 月

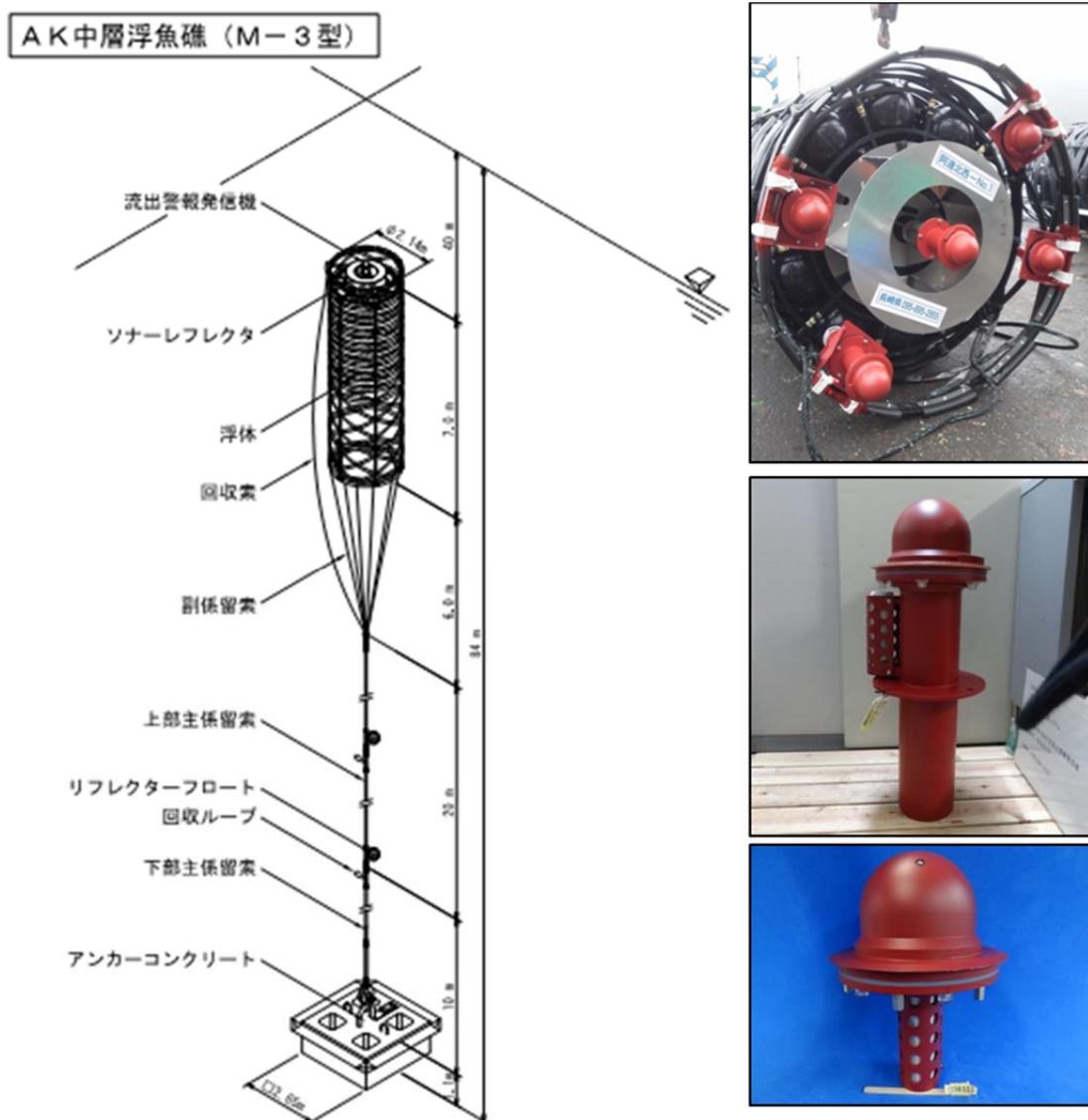


図-3 中層浮魚礁の一般図と試験装置写真
 (写真上段 : 取付状況, 中段 : 流出警報発信機,
 写真下段 : サブユニット(部材劣化試験用))

(2) 調査方法

中層浮魚礁に設置された試験装置（流出警報発信機とサブユニット）を設置後約 8 か月後と設置後約 19 か月後に潜水作業によって回収し、以下の内容について調査を実施した。

① 流出警報発信機の作動確認と外観状況の観察

流出警報発信機を海面上に浮上させ機能の作動（流出情報の発信）確認を行うとともに、岸壁に持ち帰った後に流出警報発信機の外観状況について観察した。

② サブユニットの外観状況の観察

回収したサブユニットの外観状況について観察した。

③ 試験装置の内部部材の詳細調査

流出警報発信機とサブユニットに使用されている部材について腐食状況や部材劣化状況等の調査を行った。項目と評価方法を表-3 に示す。

表-3(1) 流出警報発信機の把握項目と評価方法

No.	内容	検査方法	評価方法
1	外観試験		経年変化の観察
1-1	キャップ		
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれ程度の観察
	浸水確認	目視及び新品写真比較	
1-2	ドラム1アッシー（下部筐体のこと）		本項目は試験ユニット1のみ実施
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれの程度観察
	腐食確認	目視及び新品写真比較	すきま腐食・孔食の有無確認
2	分解個体試験		高劣化予測主要部位の経年変化観察
2-1	ドラム1アッシーフランジ		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ボルト穴腐食確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
2-2	ベース		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-3	フランジ用ボルト		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-3	スクリュウキャップ（ボルト用キャップのこと）		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-4	フロートスイッチ		
	腐食状況確認(ガード部)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	損傷状況確認(ハブ部)	目視及び新品写真比較	程度観察
	損傷状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	浸水含む観察 浮玉=マグネットケース
	腐食状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	マグネットの腐食状況確認
	浮力確認	水没させ確認	浮いた場合には正常動作
	動作確認	テスターにて動作する距離確認	リードスイッチに近づけて距離比較
3	その他の経年観察試験		
3-1	生物付着防止布袋		袋内部/袋外部の状況を確認
	外面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	内面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	効果確認	目視及び新品写真比較	効果を確認
3-2	パッキン		パッキンの性能確認
	劣化状況確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	外傷(キズ)確認	目視及び新品写真比較	キズ原因調査
	硬度確認	プレッシャーゲージ	新品当時との高度比較
4	電気性能（試験ユニット1のみ）		
	電氣的総合動作	流出警報発信にて確認	警報発信にて確認
	電池残量調査	警報データにて確認	電圧確認
	電池の性能評価	電子負荷を接続して確認	電圧確認
	機械的総合動作	流出警報発信にて確認	警報発信にて確認

表-3(2) サブユニットの把握項目と評価方法

No.	内容	検査方法	評価方法
1	外観試験		経年変化の観察
1-1	キャップ		
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれ程度の観察
	浸水確認	目視及び新品写真比較	
1-2	ドラム1アッシー (下部筐体のこと)		本項目は試験ユニット1のみ実施
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれの程度観察
	腐食確認	目視及び新品写真比較	すきま腐食・孔食の有無確認
2	分解個体試験		高劣化予測主要部位の経年変化観察
2-1	ドラム1アッシーフランジ		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ボルト穴腐食確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
2-2	ベース		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-3	フランジ用ボルト		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-3	スクリュウキャップ (ボルト用キャップのこと)		
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察
2-4	フロートスイッチ		
	腐食状況確認(ガード部)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察
	損傷状況確認(ヘッド部)	目視及び新品写真比較	程度観察
	損傷状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	浸水含む観察 浮玉=マグネットケース
	腐食状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	マグネットの腐食状況確認
	浮力確認	水没させ確認	浮いた場合には正常動作
	動作確認	テスターにて動作する距離確認	リードスイッチに近づけて距離比較
3	その他の経年観察試験		
3-1	生物付着防止布袋		袋内部/袋外部の状況を確認
	外面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	内面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	効果確認	目視及び新品写真比較	効果を確認
3-2	パッキン		パッキンの性能確認
	劣化状況確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察
	外傷(キズ)確認	目視及び新品写真比較	キズ原因調査
	硬度確認	プレッシャーゲージ	新品当時との高度比較

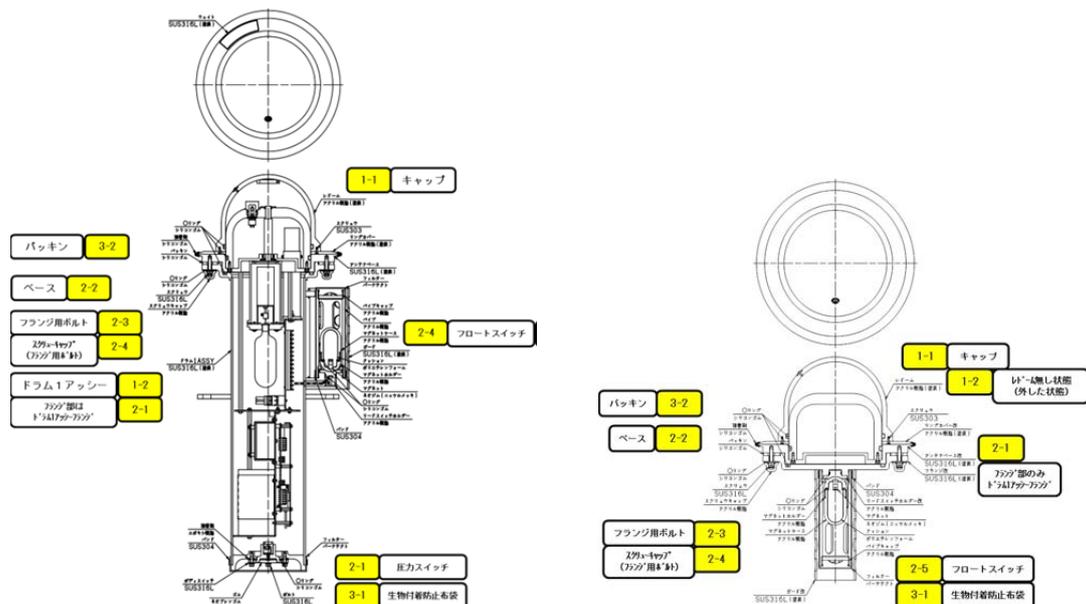


図-4 試験用発信機 (左: 流出警報発信機、右: サブユニット)

3) 手引き案の作成

実海域に設置された中層浮魚礁の流出警報発信機を実際に引き上げるなどして、点検等を行い、実現可能性のある保守管理方法について手順や留意点等を手引きとしてとりまとめた。

VI 結果と考察

1) 既設浮魚礁に関する情報収集・分析

(1) 既設浮魚礁に関する情報収集

調査対象としては柔体タイプ 9 基、剛体タイプ 12 基、計 21 基の中層浮魚礁の回収に関する情報収集を実施して表-4 に整理した。また、主な状況写真については写真-1～7 に示した。

【浮体部の状況】浮体部の付着生物量について地区毎の平均値として整理した結果を図-5 に示す。図より、沖縄県の海域では平良地区や国頭地区では設計値 ($80\text{N}/\text{m}^2$) を少し超える値で、中城地区や与那国地区や糸満地区では設計値よりも低い値であった。一方、宮崎県の海域である日向灘地区や鹿児島県の海域である奄美地区では設計値を大きく超える値であった。また、それぞれの地区における付着生物の生物相は、沖縄県の海域や鹿児島県奄美地区ではサンゴ類などが主となる生物相で、宮崎県の日向灘地区ではカキやフジツボなどが主となる生物相であった。

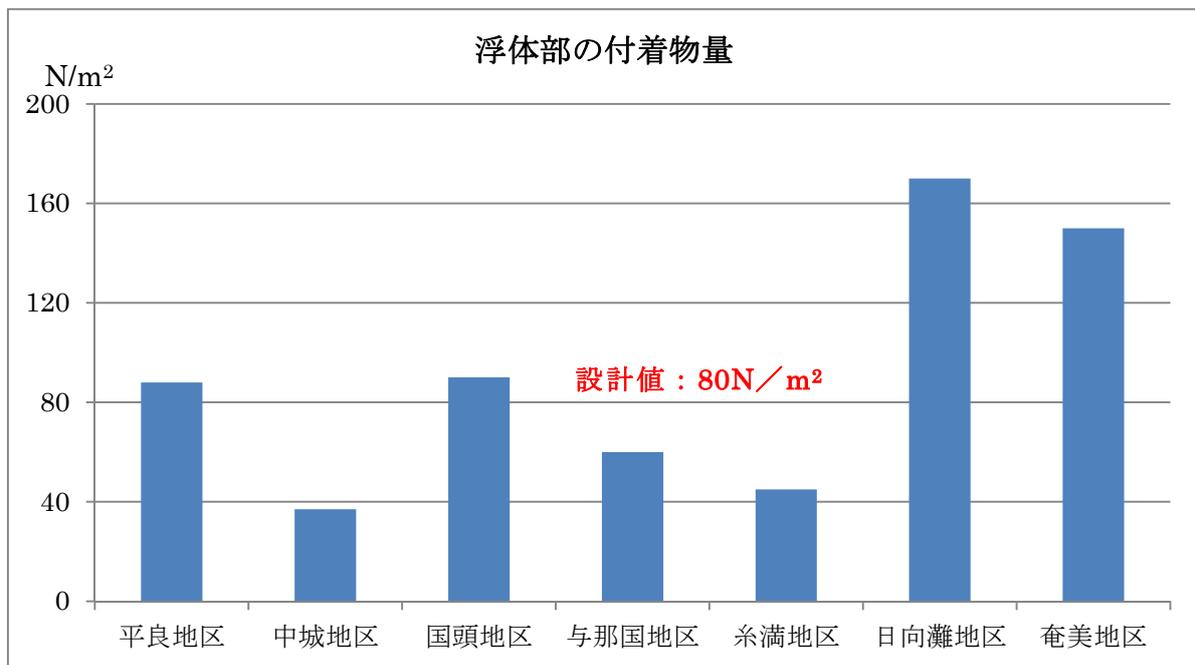


図-5 海域および地区毎の浮体部の付着物量

【係留部の状況】調査を実施した全ての係留部に漁具絡みが確認され、中層浮魚礁が漁業活動において利用・活用されていることが伺えた。また、下部主係留索にも生物が付着していることが確認された。

【アンカーの状況】調査を実施した全てのアンカーに破損や損傷は見られず正常な状態が確認された。



写真-1 回収された中層浮魚礁の状況（H25、沖縄県、柔体タイプ）
（左上：礁体浮上時、右上・左下：係留索の漁具絡み）



写真-2 回収された中層浮魚礁の状況（H25、沖縄県、剛体タイプ）
（左上：礁体浮上時、右上：係留索の漁具絡み、
左下：下部主係留索の付着物、右下：回収された礁体）





写真-3 回収された中層浮魚礁の状況（H25、鹿児島県、剛体タイプ）
 （左上：礁体浮上時、中上：係留索の漁具絡み、右上：主係留索の付着物、左中：回収アンカー、中中・右中・左下：礁体の付着生物、中下・右下：礁体潜入動物）



写真-4 回収された中層浮魚礁の状況（H25、宮崎県、剛体タイプ）
 （左：礁体浮上時、中：係留索の漁具絡み、右：アンカー）



写真-5 回収された中層浮魚礁の状況（H26、沖縄県、柔体タイプ）
 （左：礁体の漁具絡みと付着生物、中：係留索の漁具絡み、右：アンカー）



写真-6 回収された中層浮魚礁の状況（H26、沖縄県、剛体タイプ）
 （左：礁体浮上時、中：係留索の付着物、右：アンカー）

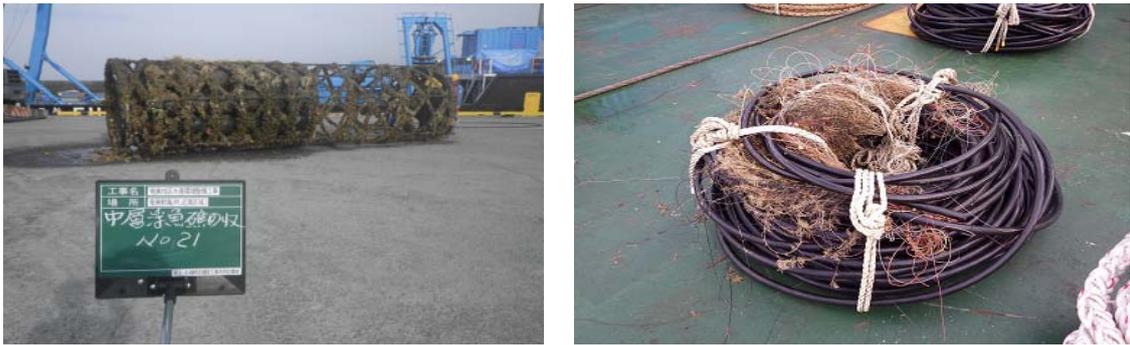


写真-7 回収された中層浮魚礁の状況（H27、鹿児島県、剛体タイプ）
 （右：礁体、右：上部主係留索の漁具絡み）

表-4 回収された中層浮魚礁の状況(1)

調査年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 25 年度	
県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	
地区	平良地区	平良地区	平良地区	中城地区	中城地区	中城地区	
魚礁名	琉宮(平)1号	琉宮(平)2号	琉宮(平)3号	琉宮(中)1号	琉宮(中)2号	琉宮(中)3号	
設置水深	1,008 m	1,070 m	1,118 m	1,254 m	1,593 m	1,682 m	
アンカー空中重量	約 10,000 kg	約 10,000 kg	約 10,000 kg	約 10,000 kg	約 10,000 kg	約 10,000 kg	
浮体部の構造	柔体タイプ	柔体タイプ	柔体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ	
浮体部	礁体部	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
	レーダーレフレクター	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
	流出警報発信機	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
	礁体の付着物量	(88N/m ²)	(88N/m ²)	(88N/m ²)	(22N/m ²)	(44N/m ²)	(44N/m ²)
係留部	副係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	
		付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着物有	付着物有	付着物有
	上部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有
		付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着物有	付着物有	付着物有
	下部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有
		付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着物有	付着物有	付着物有
アンカー	破損など無	未回収	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	
回収作業時の張力	50-90kN	—	50-80kN	60-110kN	65-100kN	60-100kN	
引張強度試験の実施	-	-	実施	-	-	実施	

表-4 回収された中層浮魚礁の状況(2)

調査年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 26 年度	平成 26 年度
県	宮崎県	宮崎県	鹿児島県	沖縄県	沖縄県	沖縄県
地区	日向灘地区	日向灘地区	奄美地区	国頭地区	国頭地区	国頭地区
魚礁名	中層 3 号	中層 4 号	NO. 11	琉宮 (国) NO. 1	琉宮 (国) NO. 2	琉宮 (国) NO. 3
設置水深	744 m	742 m	866 m	1,121 m	769 m	718 m
アンカー空中重量	約 11,000 kg	約 11,000 kg	約 10,000 kg	約 1,100 kg	約 1,100 kg	約 1,100 kg
浮体部の構造	剛体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ	柔体タイプ	柔体タイプ	柔体タイプ
浮体部	礁体部	付着物有	付着物有	付着物有	付着生物有	付着生物有
	レーダーレフレクター	付着物有	付着物有	付着物有	付着生物有	付着生物有
	流出警報発信機	付着物有	付着物有	付着物有	付着生物有	付着生物有
	礁体の付着物量	対象外	110 N/m ²	(150N/m ²)	(90N/m ²)	(90N/m ²)
係留部	副係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有
	上部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有
	下部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有
アンカー	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	
回収作業時の張力	60-100kN	80-110kN	70-120kN	56-82kN	4.1-9.2kN	6.7-17.3kN
引張強度試験の実施	-	実施	実施	実施	-	-

表-4 回収された中層浮魚礁の状況(3)

調査年度	平成 26 年度	平成 26 年度	平成 26 年度	平成 26 年度	平成 26 年度	平成 26 年度	
県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	沖縄県	鹿児島県	
地区	与那国地区	与那国地区	与那国地区	糸満地区	糸満地区	奄美地区	
魚礁名	琉宮(与)NO. 1	琉宮(与)NO. 2	琉宮(与)NO. 1	琉宮(糸)NO. 2	琉宮(糸)NO.	No.10	
設置水深	811 m	822 m	734 m	900 m	820 m	1355 m	
アンカー空中重量	約 11,000 kg	約 11,000 kg	約 11,000 kg	約 10,000 kg	約 10,000 kg	約 11,700 kg	
浮体部の構造	柔体タイプ	柔体タイプ	柔体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ	
浮体部	礁体部	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	
	レーダーレフレクター	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	
	流出警報発信機	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	付着生物有	
	礁体の付着物量	(45N/m ²)	(45N/m ²)	(90N/m ²)	(45N/m ²)	(45N/m ²)	(150N/m ²)
係留部	副係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
	上部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
	下部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有	未確認
		付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	付着物有	
アンカー	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	破損など無	
回収作業時の張力	37-111kN	38-100kN	23-121kN	37-94kN	32-105kN	62-71kN	
引張強度試験の実施	-	実施	-	-	実施	実施	

表-5 回収された中層浮魚礁の状況(4)

調査年度	平成 27 年度	平成 27 年度	平成 27 年度			
県	鹿児島県	鹿児島県	鹿児島県			
地区	奄美地区	奄美地区	奄美地区			
魚礁名	No.9	No.13	No.21			
設置水深	1,101 m	911 m	1,223 m			
アンカー空中重量	約 11,000 kg	約 11,000 kg	約 11,000 kg			
浮体部の構造	剛体タイプ	剛体タイプ	剛体タイプ			
浮体部	礁体部	付着生物有	付着生物有	付着生物有		
	レーダーレфлекター	付着生物有	付着生物有	付着生物有		
	流出警報発信機	付着生物有	付着生物有	付着生物有		
	礁体の付着物量	-	-	-		
係留部	副係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有		
		付着物有	付着物有	付着物有		
	上部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有		
		付着物有	付着物有	付着物有		
	下部係留索	漁具絡み有	漁具絡み有	漁具絡み有		
		付着物有	付着物有	付着物有		
アンカー	破損など無	破損など無	破損など無			
回収作業時の張力	-	-	-			
引張強度試験の実施	-	-	実施			

(2) 回収された係留索を供試体とした引張強度試験

回収された係留索の引張強度を初期規格強度*¹に対する保持率として整理して表-5と図-6に示す。

* 1 : 初期規格強度とは係留索の初期最低保証強度のことで、初期破断強度のことではない。係留索製作メーカーによると通常、初期破断強度は把握していないとのことである。

表-6 および図-6 より、調査を実施した全ての係留索が 10 年後の設計値（初期規格強度に対して年間 10%の低減率=10 年後は初期規格強度の 35%）を満足しているが、係留索の種類（副係留索、上部主係留索、下部主係留索）によって強度保持率に相違があることが伺えた。そこで係留索の種類別の強度保持率の分布について整理した結果（図-7）、副係留索と下部主係留索は上下端末部および直線部のいずれの部位においても強度保持率 60%から 80%の区分にもっとも多く分布し、上部主係留索は 100%以上の区分にもっとも多く分布する傾向がみられた。

次に強度保持率と環境要因（設置水深と付着生物量）の関係について整理した結果（図-8 および図-9）、係留索の強度保持率と環境要因との間には明瞭な傾向は認められなかった。

表-6 回収係留索の強度保持率一覧表

調査年度	魚礁名	副係留索			上部主係留索			下部主係留索			備考	設置水深 m	付着物量 N/m ²	
		上端側	下端側	直線部	上端側	下端側	直線部	上端側	下端側	直線部				
H23	宮崎NO.1		67%		100%		100%				水産H23	741	200	
H23			63%								水産H23	741	200	
H23			69%								水産H23	741	200	
H23	宮崎NP.2	74%		68%		100%	100%	80%	85%	84%	水産H23	729	200	
H23			62%		76%		100%				水産H23	729	200	
H23			59%		73%						水産H23	729	200	
H23					76%						水産H23	729	200	
H23					68%						水産H23	729	200	
H23					68%						水産H23	729	200	
H24	鹿児島2									81%	メーカー	1043		
H24	鹿児島4	78%	78%			100%	100%		77%	73%	メーカー	1043		
H24			63%	91%							メーカー	1043		
H24	鹿児島5	64%	76%								メーカー	1043		
H24			69%	78%		100%	100%	100%	75%	79%	77%	メーカー	1505	
H24			65%	71%				100%				メーカー	1505	
H24			66%	68%								メーカー	1505	
H24	鹿児島6	69%	86%			100%	100%	77%	87%	83%	メーカー	980		
H24			70%	88%							メーカー	980		
H24			71%	85%							メーカー	980		
H25	琉宮(中)1号		76%		85%	88%		68%	68%	65%	メーカー	1254	22	
H25	琉宮(中)2号	73%	78%			96%	100%	74%	73%	80%	メーカー	1593	44	
H25	琉宮(中)3号	74%	75%		92%	87%		79%	74%	75%	水産H25	1682	44	
H25	琉宮(平)1号			100%	100%	100%	100%	92%	96%	100%	メーカー	1008	88	
H25	琉宮(平)2号	73%	78%		100%	96%		74%	73%	80%	メーカー	1070	88	
H25	琉宮(平)3号	74%	75%		92%	87%		79%	74%	75%	水産H25	1118	88	
H25	奄美NO.11	60%	61%		100%		100%	74%	72%	76%	水産H25	866	150	
H25	宮崎NO.3	66%	58%		100%		100%	69%		78%	メーカー	742		
H25	宮崎NO.4	54%	60%		100%		100%	73%		79%	水産H25	744	110	
H26	奄美NO.10	59%			100%		100%	62%		69%	水産H26	1355	150	
H26	琉宮(糸)3号	80%	82%		100%		100%	74%		76%	水産H26	1355	45	
H26	国頭NO.1			100%		100%	100%	100%	100%	100%	水産H26	1355	90	
H26	琉宮(与)2号			100%		100%	100%	100%	100%	100%	水産H26	1355	45	
H27	奄美NO.21	83%			100%	100%	100%	69%	76%	77%	水産H27	1200		
データ数		22	21	9	13	13	17	18	13	19		33	21	
総数		52			43			50						
最大		83%	91%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
最小		54%	58%	68%	85%	87%	100%	62%	68%	65%				
頻度分布	20%未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	20以上-40未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	40以上-60未満	3	1	0	0	0	0	0	0	0				
	60以上-80未満	17	15	6	0	0	0	14	8	11				
	80以上-100未満	2	5	0	3	5	0	2	3	5				
	100以上	0	0	3	10	8	17	2	2	3				

水産HOO:水産基盤整備調査委託事業

メーカー : (岡部株式会社、株式会社テザック、東京製鋼株式会社)

付着物量 : 浮体部の付着物量を表す

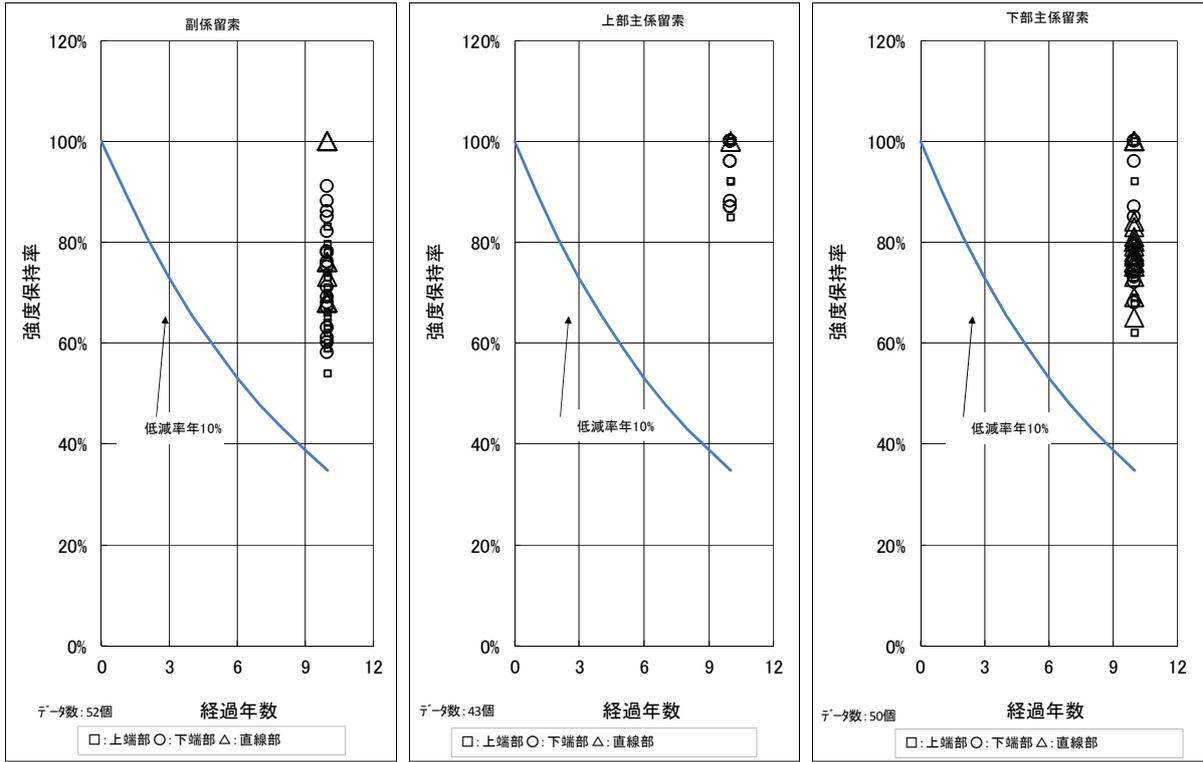


図-6 回収係留索の強度保持率

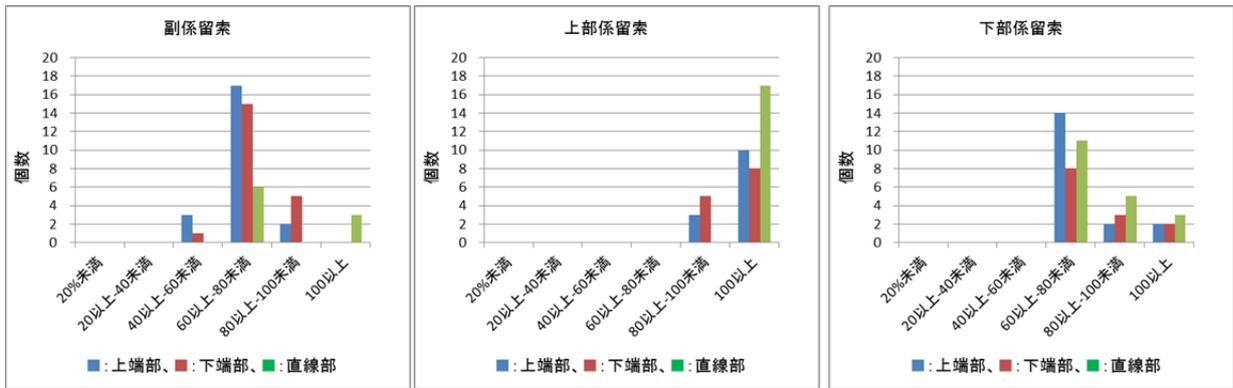


図-7 各係留索の強度保持率の分布

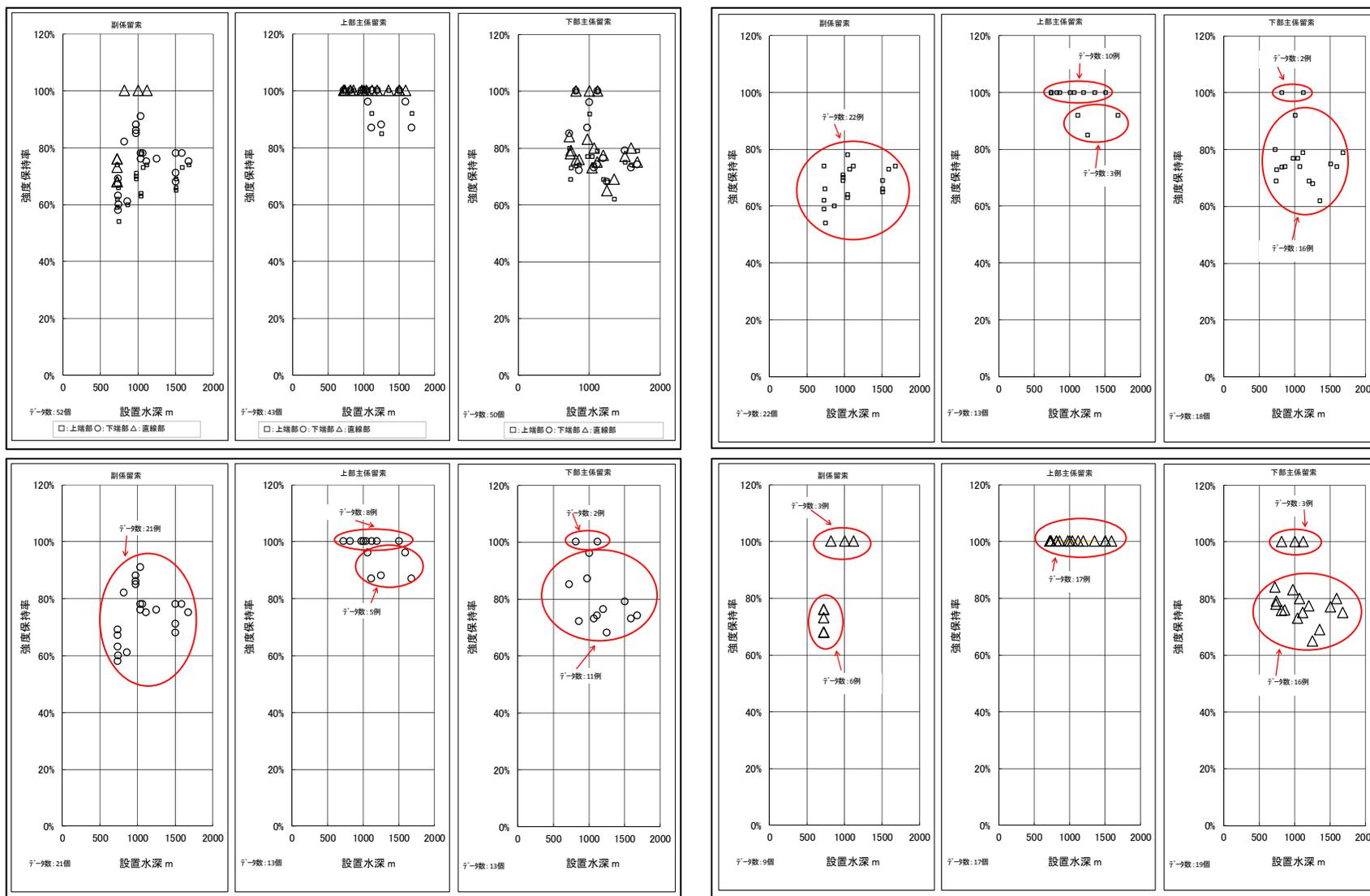


図-8 係留索の強度保持率と設置水深の関係 (左上：全データ、右上：上端部抽出、左下：下端部抽出、右下：直線部週出)

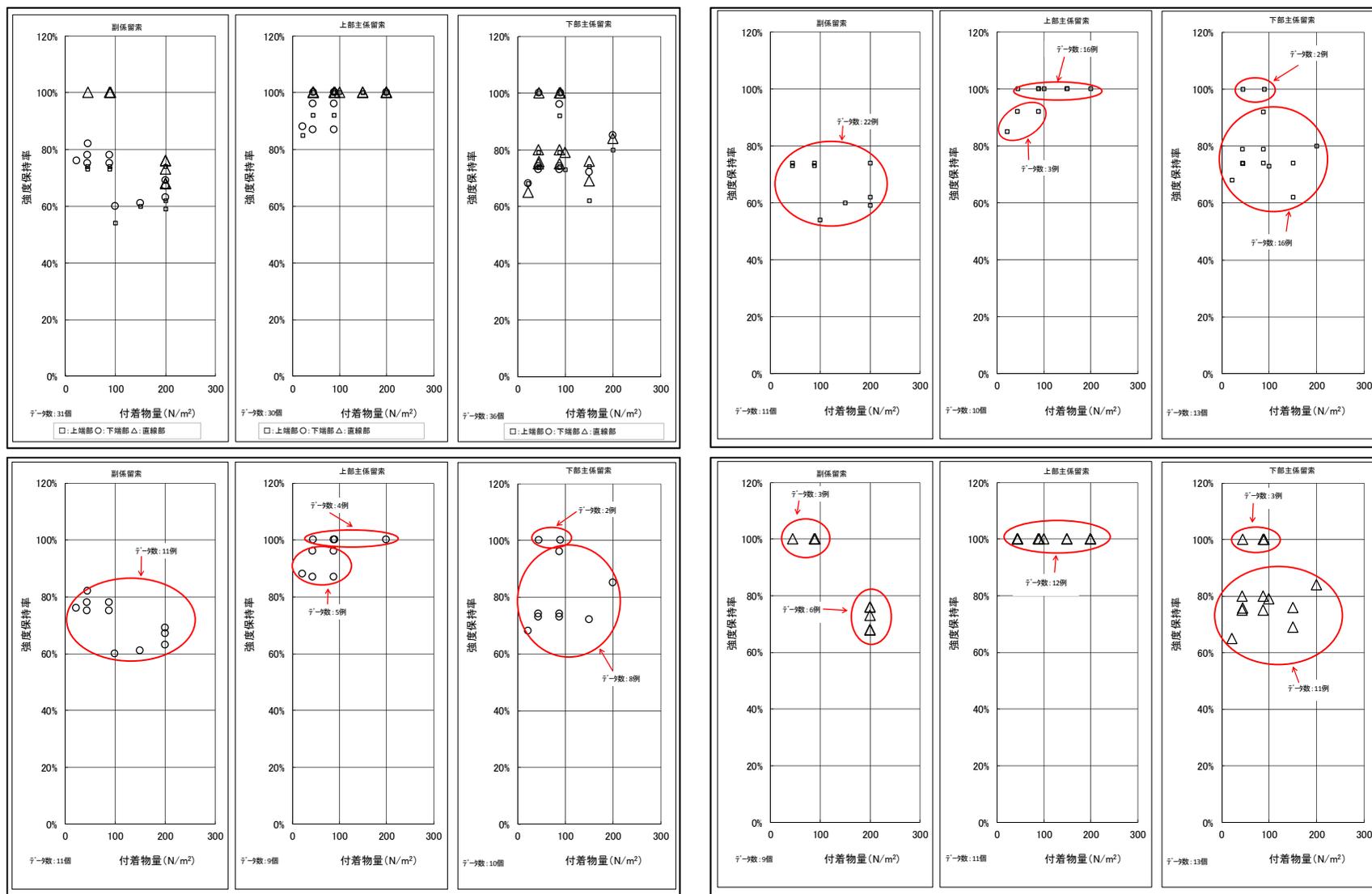


図-9 係留索の強度保持率と付着生物量の関係(左上:全データ、右上:上端部抽出、左下:下端部抽出、右下:直線部週出)

(3) 流出事故情報の整理

水産基盤整備事業において中層浮魚礁を設置している事業県に対して流出事故に関するアンケート調査を実施した。その結果、流出事故として14件の報告があり、このうち13件の事故については事故原因調査が実施されていたことから、表-6に事故事例として整理した。13件の流出事故は、切断面の状況観察や残存した係留索の状況等より、全て係留索の経年劣化や波浪・潮流ではなく、人為的な要因であることが示唆された。

表-6 中層浮魚礁流出事故事例(1)

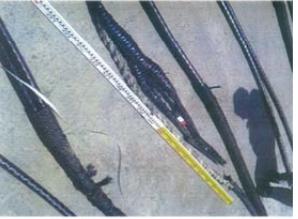
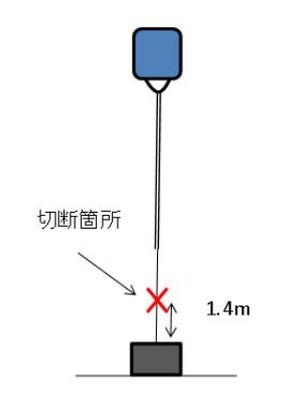
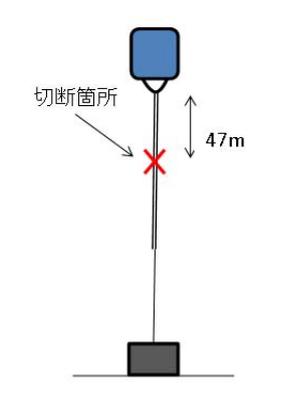
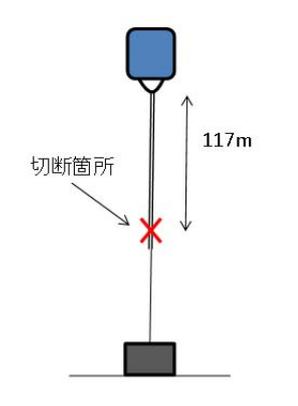
	事例-A	事例-B	事例-C
設置水深	172m	172m	178m
設置日	平成20年3月	平成20年3月	平成20年3月
流出日	平成20年3月	平成20年3月	平成20年3月
回収日	平成20年3月	平成20年3月	平成20年3月
係留索仕様	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ38mm	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ38mm	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ38mm
係留索仕様	下部主係留索:ポリエステル8丁ちΦ65mm	下部主係留索:ポリエステル8丁ちΦ65mm	下部主係留索:ポリエステル8丁ちΦ65mm
切断箇所	下部主係留索の下端から1.4m	上部主係留索の上端から47m	上部主係留索の上端から117m
切断状況	切断したヤーンの長さが揃っている。	切断部の被覆部及び芯繊維の切り口が直線状。	切断部及び上部索の外層皮膜にすね、蛇腹状の皺。
原因調査	アンカーか何かで引っ張られ、横方向に強い力を受け、浮魚礁全体が移動。更にアンカーが転倒し、アンカーフィンが下部索と接触したことにより切断。	角のある物体によりせん断、加圧を受け切断。切断部に鉄イオン反応有り。	上部係留索の端部に引っかかった状態で横方向に引っ張られ、浮魚礁全体が移動。その際に被覆のすねが生じ、接点で屈曲、加圧を受け切断。
結論	人為的破断	人為的破断	人為的破断
切断部			
切断部拡大			
切断箇所模式図			

表-6 中層浮魚礁流出事故事例(2)

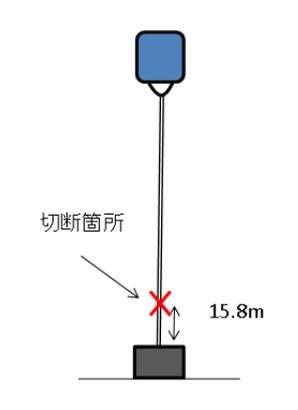
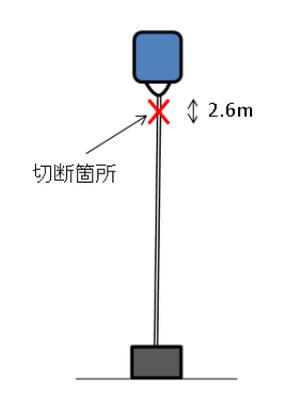
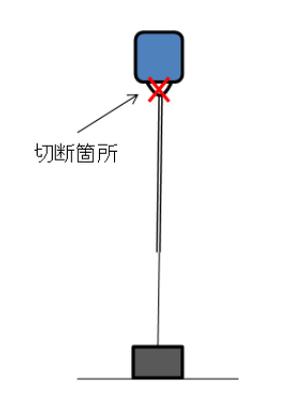
	事例-D	事例-E	事例-F
設置水深	水深31~97m	水深31~97m	水深34~100m
設置日	平成20年3月	平成20年3月	平成21年6月
流出日	平成20年12月	平成21年4月	平成21年11月
回収日	平成20年12月	平成21年4月	平成22年2月
係留索仕様	主係留索…ワイヤー外装ポリエチレンΦ30mm	主係留索…ワイヤー外装ポリエチレンΦ30mm	主係留索…ワイヤー外装ポリエチレンΦ32mm
係留索仕様			副係留索…ワイヤー外装ポリエチレンΦ35mm
切断場所	アンカーとの連結部から15.8m	主係留索の上端から2.6m	副係留索
切断状況	複雑な切断面。ワイヤーがズタズタに切れている。	ちぎれたような切断面。鋭利なものではない。	係留索の途中で切断されている。
原因調査	横向きに何らかの強い力が加わり切断。	切断部分に何かかぎつきで撻られながら切断。	鋭利なもので切断。
結論	切断面を見る限り、自然の力によるものではない。	何かかぎついたので、原因の特定はできません。	人的行為に起因すると推定。
切断部			
切断部拡大			
切断箇所模式図			

表-6 中層浮魚礁流出事故事例(3)

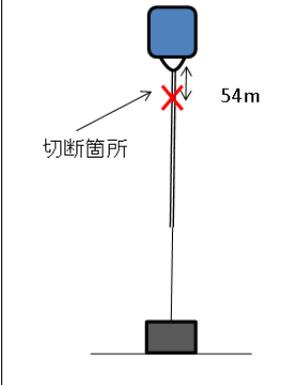
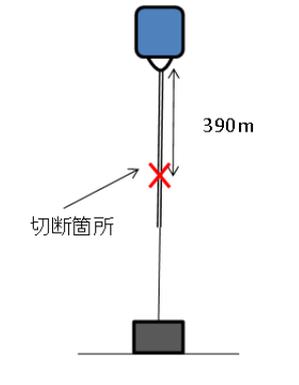
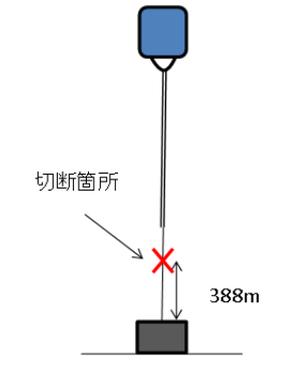
	事例-G	事例-H	事例-I
設置水深	1327m	1188m	798m
設置日	平成15年6月	平成16年7月	平成18年3月
流出日	平成22年11月	平成18年11月に流出、1/14 250km離れた位置で通信	平成22年8月
回収日	平成22年11月	平成20年2月(設置場所近くで回収)	平成22年8月
係留索仕様	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ30mm	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ30mm	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラートΦ32mm
係留索仕様	下部主係留索:ポリエステル8打ちΦ40mm	下部主係留索:ポリエステル8打ちΦ40mm	下部主係留索:ポリエステル8打ちΦ36mm
切断場所	上部主係留索の上端から54m	上部主係留索の上端から390m	下部主係留索の下端から388m
切断状況	切断面が揃っている。	40cm毎に外装が剥離。切断面が揃っている。	切断面が揃っている。
原因調査	切断面は鋭利なものによるせん断に酷似。繊維間融着無し。	剥離は回転体に巻きつたときに酷似。切断面は鋭利なものによるせん断に酷似。繊維間融着なし	切断面は鋭利なものによるせん断に酷似。繊維間融着なし。
結論	人為的破断	人為的破断	人為的破断
切断部			
切断部拡大			
切断箇所模式図			

表-6 中層浮魚礁流出事故事例(4)

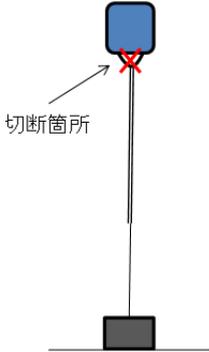
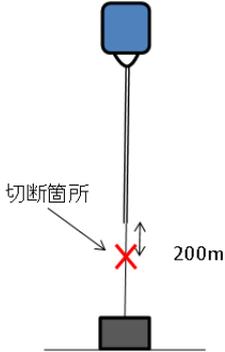
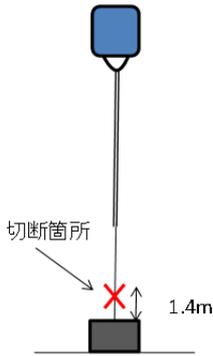
	事例-J	事例-K	事例-L
設置水深	74-80m	74-86m	1264-1287m
設置日	平成15年12月	平成15年12月	平成15年2月
流出日	平成17年9月	不明	平成22年9月
回収日	平成17年9月	平成21年6月	平成22年9月
係留索仕様	主係留索:ワイヤ外装ホリソフシφ39mm	主係留索:ワイヤ外装ホリソフシφ39mm	上部主係留索:エースラインφ30mm 下部主係留索:ホリソフシφ40mm
切断場所	礁体から3m付近	-	下部主係留索の上端から200m
切断状況	切断面が揃っている。	-	係留索の断面の約半分が揃っている
原因調査	切断面は鋭利な外的要因によるもの	-	係留索の断面の約半分が鋭利なもので切断された形跡あり
結論	人為的破断	-	人為的破断
切断部			
切断部拡大			
切断箇所模式図			

表-6 中層浮魚礁流出事故事例(5)

事例-M	
設置水深	155m
設置日	平成20年3月
流出日	-
回収日	平成27年8月
係留索仕様	上部主係留索:ワイヤ外装ポリアラレートΦ38mm
係留索仕様	下部主係留索:ポリエステル8打ちΦ65mm
切断場所	下部主係留索の下端から1.7m
切断状況	係留索の切断面が揃っている
原因調査	<ul style="list-style-type: none"> ・切断部の直上には十分な強度が残っている。 ・切断面が鋭利なエッジまたはナイフによる切断面と類似
結論	人為的破断
切断部	
切断部拡大	
切断箇所模式図	

2) 中層浮魚礁の適切な保守管理に関する検討

試験装置（平成 26 年 3 月設置：流出警報発信機とサブユニット）の回収は平成 26 年 10 月（設置後約 7 か月経過）と平成 27 年 10 月（設置後約 19 か月経過）に実施した。それぞれの結果について以下に整理する。

(1) 流出警報発信機の作動確認と外観状況

設置後約 7 か月経過した流出警報発信機を海面上に回収した結果、発信機の機能は正常に作動して衛星通信システムが確立し、陸上局で流出情報を受信するとともに登録端末（携帯電話）への流出情報の発信を確認した。

一方、設置後約 19 か月経過した流出警報発信機は、以下の項目についての機能は確認できたものの、衛星通信は確立されなかった。なお、衛星通信が確立できなかったことから、発信機を工場に持ち帰り詳細な原因調査を実施した結果、電子基盤に使用されている部品

の偶発的な後発不良が原因であることが明らかになった。

現地での確認状況

- ① 海中での設置状態は正常な状態で配置されていた。
- ② 海面浮上時にキャップ部が外筐かれはずれた。
- ③ 海面浮上後、通信は確立しなかった。
- ④ 発信機内に海水の浸水は見られなかった。
- ⑤ 発信機内の部材に腐食などは見られなかった。

現地で検証できた機能

上記の①と②より以下の機能が確認できた。

- ① 圧力センサまたはフロートスイッチは正常に作動した。
- ② スイッチが作動したことによってガスが放出された。
- ③ ガスが放出されたことでキャップ部が外筐から外れた。

(2) 試験装置（流出警報発信機とサブユニット）の外観状況

設置後約7か月経過した試験装置は付着生物も少ない状況であった（写真-8）。一方、設置後約19か月経過した試験装置は、突起部や出っ張り部（キャップと外筐の摺合せ部やフロートスイッチ部の外側）にフジツボを優占種とした多数の付着生物が確認された（写真-9）。



写真-8 設置後約7か月経過した試験装置（左：流出警報発信機、右：サブユニット）



写真-9 設置後約19か月経過した試験装置（左：流出警報発信機、右：サブユニット）

(3) 試験装置（流出警報発信機とサブユニット）の内部部材の状況

設置後約7か月経過した試験装置は、装置内部への浸水も無く、内部機器の腐食や破損も見られず、フロートスイッチ部、生物付着防止布袋、浮玉、パッキン類および電気性能にも機能低下は見られず、電池残量も理論値と同程度であった。また、ドラム1アッシーのフランジ部に点腐食が確認されたものの装置の機能に影響を及ぼすような腐食ではなかった。

設置後約19か月経過した試験装置は、装置内部への浸水も内部機器の腐食も見られなかったが、上述したように電子機器の部品に偶発的な後発不良が発生していた。フロートスイッチ部や生物付着防止布袋外側には付着生物が多数確認されたが、布袋内部には生物は侵入しておらず浮玉の機能も保持されていた。パッキン類についても機能低下は認められず、電池残量も理論値と同程度であった。一方、ドラム1アッシーのフランジ部は外側に腐食が見られ、部分的に腐食による4mm程度の減肉が認められた(写真-13)。ただし、フランジ部の内部への幅が40mmあることから、今回の腐食速度で10年経過した場合(4mm/19か月×120か月=24mm<40mm)においても装置内部に貫通しないものと推定された。



写真-10 フロートスイッチ部の状態（設置後19か月経過）

(左：生物付着防止布袋、右上左：浮玉、右上右：取付ネジ、右下：浮玉外枠パイプ)

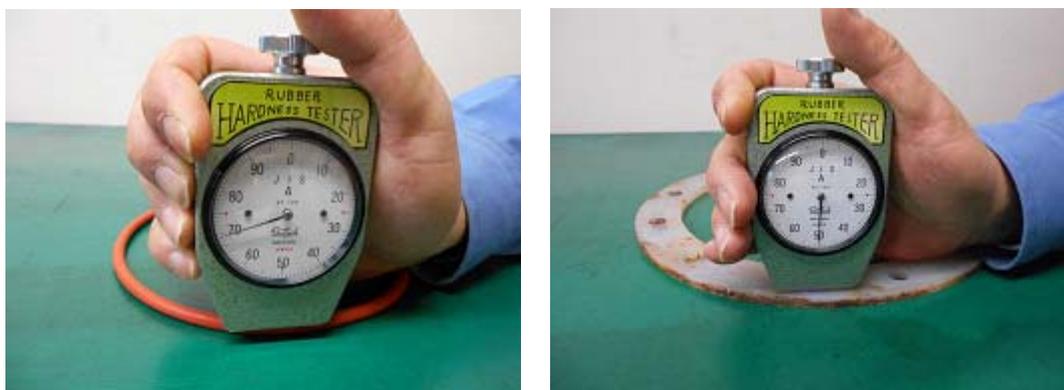


写真-11 硬度の測定（左：Oリング、右：板パッキン）（設置後19か月経過）



<p>(1)実測値</p> <p>(a)負荷 350mA 電圧 14.4V (10s 後) 電圧 14.4V (60s 後) 1セル電圧 3.60V (14.4/4 直列=3.60V)</p> <p>(b)負荷 1.1A 電圧 14.2V (10s 後) 電圧 14.2V (60s 後) 1セル電圧 3.55V (14.2/4 直列=3.55V)</p> <p>電池カタログ値がラフより 2.5Ah 放電</p>	<p>(2)理論値</p> <p>(a)動作放電容量 0.36Ah 社内調整試験：3h 現場接地：1h 現場作業：1h 計 5h×(1h の放電容量) 0.071Ah =0.36Ah</p> <p>(b)自己放電年間 3% 30Ah ×0.03((メーカー製造 5 ヶ月+設置 20 ヶ月)/12)=1.80Ah</p> <p>(a)+(b)=2.5Ah 放電 (14.3/4 直=3.58V/1 直)</p>
---	---

写真-12 電池残量の測定（設置後 19 か月経過）



写真-13 ドラム 1 アッシーの状態（設置後 19 か月経過）
 (左上：フランジ上面、右上：側面の減肉状況、下：取付用ネジ)

表-7 流出警報発信機の調査結果一覧表

評価日		2015年11月26日		↓設置からの経過年月		19ヵ月		評価対象(検体)		4900070	
場所		太洋無線株式会社内		19ヵ月		【設置日:2014-3-19 回収日:2015-10-23 経過年月:19ヵ月】		評価者		太洋無線株式会社 谷村 丸田 町田	
No.	内容	検査方法	評価方法	評価	備考						
1	外観試験					経年変化の観察					
1-1	キャップ					経年変化の観察					
		付着物確認	目視及び新品写真比較			貝類他付着物の記載と付着程度の観察					
		損傷確認	目視及び新品写真比較			損傷程度の記載					
		塗装効果確認	目視及び新品写真比較			塗装剥がれ程度の観察					
		浸水確認	目視及び新品写真比較			浸水なし					
1-2	ドラム1アッシー(下部筐体のこと)					本項目は試験ユニット1のみ実施					
		付着物確認	目視及び新品写真比較			貝類他付着物の記載と付着程度の観察					
		損傷確認	目視及び新品写真比較			損傷程度の記載					
		塗装効果確認	目視及び新品写真比較			塗装剥がれ程度の観察					
		腐食確認	目視及び新品写真比較			すきま腐食・孔食の有無確認					
						(フランジ部側面に4mmの腐食による減肉を確認)					
2	分解個体試験					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
2-1	ドラム1アッシーフランジ					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		腐食状況確認	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ボルト穴腐食確認	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
2-2	ベース					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		腐食状況確認	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較			欠け、つぶれの程度観察					
2-3	フランジ用ボルト					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		腐食状況確認	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較			欠け、つぶれの程度観察					
2-3	スクリュウキャップ(ボルト用キャップのこと)					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		腐食状況確認	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ヘッド腐食確認(ねじ山)	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較			欠け、つぶれの程度観察					
2-4	フロートスイッチ					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		腐食状況確認(ガード部)	目視及び新品写真比較			腐食程度観察					
		損傷状況確認(ハイク部)	目視及び新品写真比較			程度観察					
		損傷状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較			浸水含む観察 浮玉=マグネットケース					
		腐食状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較			マグネットの腐食状況確認					
		浮力確認	水没させ確認			浮いた場合には正常動作					
		動作確認	テスターにて動作する距離確認			リードスイッチに近づけて距離比較					
3	その他の経年観察試験					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
3-1	生物付着防止布袋					袋内部/袋外部の状況を確認					
		外面付着物確認	目視及び新品写真比較			貝類他付着物の記載と付着程度の観察					
		内面付着物確認	目視及び新品写真比較			貝類他付着物の記載と付着程度の観察					
		効果確認	目視及び新品写真比較			効果を確認					
3-2	パッキン					パッキンの性能確認					
		劣化状況確認	目視及び新品写真比較			貝類他付着物の記載と付着程度の観察					
		外傷(キズ)確認	目視及び新品写真比較			キズ原因調査					
		硬度確認	プレッシャーゲージ			新品当時との硬度比較					
4	電気性能(試験ユニット1のみ)					高劣化予測主要部位の経年変化観察					
		電氣的総合動作	流出警報発信にて確認			警報発信にて確認					
		電池残量調査	警報データにて確認			電圧確認					
		電池の性能評価	電子負荷を接続して確認			電圧確認					
		機械的総合動作	流出警報発信にて確認			警報発信にて確認					

表-8 サブユニットの調査結果一覧表

評価日		2015年11月26日		↓設置からの経過年月		評価対象(検体)		サブユニット②	
場所		大洋無線機社内		19ヵ月		評価者		大洋無線機 谷村 丸田 町田	
		【設置日: 2014-3-19		回収日: 2015-10-23		経過年月: 19ヵ月】			
No.	内容	検査方法	評価方法	評価	備考				
1	外観試験		経年変化の観察						
1-1	キャップ								
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察	○	付着有				
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載	○	損傷なし				
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれ程度の観察	○	効果弱化				
	浸水確認	目視及び新品写真比較		○	浸水なし				
1-2	ドラム1アッシー (下部筐体のこと)		本項目は試験ユニット1のみ実施						
	付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察	○	付着有				
	損傷確認	目視及び新品写真比較	損傷程度の記載	○	損傷なし				
	塗装効果確認	目視及び新品写真比較	塗装剥がれ程度の観察	○	効果弱化				
	腐食確認	目視及び新品写真比較	すきま腐食・孔食の有無確認	○	腐食なし				
2	分解個体試験		高劣化予測主要部位の経年変化観察						
2-1	ドラム1アッシーフランジ								
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	ボルト穴腐食確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
2-2	ベース								
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察	○	つぶれ無し				
2-3	フランジ用ボルト								
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察	○	つぶれ無し				
2-3	スクリュウキャップ (ボルト用キャップのこと)								
	腐食状況確認	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	貝付着有				
	ヘッド腐食確認(ネジ山)	目視及び新品写真比較	程度観察	○	腐食なし				
	ねじ山の腐食損傷	目視及び新品写真比較	欠け、つぶれの程度観察	○	つぶれ無し				
2-4	フロートスイッチ								
	腐食状況確認(カトド部)	目視及び新品写真比較	腐食程度観察	○	腐食なし				
	損傷状況確認(ハイク部)	目視及び新品写真比較	程度観察	○	損傷なし				
	損傷状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	浸水含む観察 浮玉=マグネットケース	○	損傷なし				
	腐食状況確認(浮玉部)	目視及び新品写真比較	マグネットの腐食状況確認	○	腐食なし				
	浮力確認	水没させ確認	浮いた場合には正常動作	○	浮力良好				
	動作確認	テスターにて動作する距離確認	リードスイッチに近づけて距離比較	○	変化なし				
3	その他の経年観察試験								
3-1	生物付着防止布袋		袋内部/袋外部の状況を確認						
	外面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察	○	問題なし				
	内面付着物確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察	○	問題なし				
	効果確認	目視及び新品写真比較	効果を確認	○	効果ある				
3-2	パッキン		パッキンの性能確認						
	劣化状況確認	目視及び新品写真比較	貝類他付着物の記載と付着程度の観察	○	付着無し				
	外傷(キズ)確認	目視及び新品写真比較	キズ原因調査	○	損傷なし				
	硬度確認	ブレッシャーゲージ	新品当時との高度比較	○	低下なし				

3) 手引き(案) の策定

本調査において実施した結果等を体系的に取りまとめて、実現可能性のある「流出警報発信機の保守管理方法の手引き」としてとりまとめた。以下に目次を示す。

第Ⅰ章 手引きについて	第Ⅲ章 流出警報発信機の保守管理方法
1.1. 目的	1.1. 保守管理作業
1.2. 手引きの構成	(1) 点検期間の設定
1.3. 手引きの記載の仕方	(2) 簡易点検
1.4. 手引きの位置づけ	(3) 詳細点検
第Ⅱ章 流出警報システムの概要	(4) 工場点検
1.1. システムの概要	(5) 流出警報発信機の取外し・取付け作業
1.2. 流出警報発信機	1.2. 船団の構成
	1.3. 潜水作業に必要な資格等
	1.5. 参考費用

Ⅶ 摘要

1) 流出警報発信機の防水性能・耐久性能

本実証試験（平成 25～27 年度）で流出警報発信機を引上げて機器の機能や部材劣化などについて調査した結果や大分県が実施した「中層浮魚礁設置 24 か月後の流出警報発信機の点検調整結果」を整理すると、防水性能等において改良を進めているものの、付着生物によるキャップ部と外筐との隙間の浸蝕等の要因から未だ防水性能や耐久性能等の面で十分とは言えず、引き続き製作メーカーにおいて対策を進めていく必要があると考えられる。

また、極めて希ではあるが、使用部品の後発不良による流出警報発信機の作動不良も起こり得ることから、出荷時に未然に防ぐ方法を検討する必要がある。

表-9 流出警報発信機の保守管理等に関する調査結果の抜粋・整理

水産基盤整備調査委託事業（平成 25 年～平成 27 年度）

- ・設置 8 か月後：システムは正常に機能し、機器内部の海水浸水は無く、内部機器の破損・腐食も無し。キャップ部と外筐の接地部に隙間は発生していなかった。
- ・設置 19 か月後：システムは機能しなかった。機器内部の海水浸水は無く、内部機器の破損・腐食も無し。キャップ部と外筐の接地部に隙間は発生していない。機器内部の電子部品に後発不良が確認された。

大分県 保戸島沖中層浮魚礁流出警報発信機点検調整委託業務（平成 27 年度）

設置 24 か月後の流出警報発信機 3 基を回収し、点検調整した結果

- ・3 基中 1 基のシステムは正常に機能した。機器内部の海水浸水は無く、内部機器の破損・腐食も見られず、キャップ部と外筐の接地部に隙間も発生していなかった。
- ・3 基中 2 基のシステムは機能しなかった。機器内部への海水浸水が有り、内部機器に破損・腐食が発生していた。キャップ部と外筐の接地部に隙間が発生していた。

2) 保守管理に関する費用面の検討

本調査においては保守管理に関する方法や点検項目などについては詳細な検討を実施したが、費用面の検討については詳細な検討が残されている。今後、本調査で策定した手引きを参考とした中層浮魚礁の流出警報発信機の保守管理を実施される事業主体に対して、費用面の参考資料の提供も必要と考えられる。また、保守管理に関して参考費用を検討した結果、簡易点検でもかなりの費用となることが予測されたことから、流出警報発信機の水中の状態を簡易に把握できるような方法またはそのような機能を付加した流出警報発信機の開発も今後の課題と考える。

3) 中層浮魚礁の流出軽減技術の検討

中層浮魚礁は、水産基盤整備事業において平成 13 年以後各県にて 200 基（平成 24 年度調査）を超える基数が設置され、事業継続中である。一方で現在（平成 26 年度調査）までに流出事故としては 13 件の報告があり、流出事故の原因は、係留索の経年劣化や波浪・潮流ではなく、人為的な要因であることが示唆されている。今後、切断しにくい、切断されにくい係留システムの検討や漁業者への情報提供方法などについての検討が課題として考えられる。

4) 係留索の強度低下の把握方法について

これまでの調査において係留索の強度低下は、初期破断強度が測定されていないことから、規格強度（係留索の初期最低保証強度）に対する回収後（10 年経過後）の引張強度試験結果で比較することにより把握・検討している。この比較において、実際の初期破断強

度は規格強度よりも高い値に設定されていることから、強度低下の正確な把握において課題が残されていると考える。また、強度低下の比較は規格強度と10年経過後の2点間の強度比較で行っていることから、より正確な強度低下の傾向を把握するため2点間の間に複数の強度測定年を実施することも残された課題と考える。