

中層浮魚礁の流出抑制及び流出 影響軽減の手引き

平成31年3月

水産庁 増殖推進部 研究指導課
漁港漁場整備部 整備課

目 次

第1章 手引きについて	
1.1. 目的	1
1.2. 手引きの構成	1
1.3. 手引きの位置づけ	1
第2章 流出の実態・原因	
2.1. 中層浮魚礁の構成	2
1) 中層浮魚礁の礁体	
2) 流出警報発信機	
2.2. 流出の実態	6
1) 概要	
2) 流出までの期間（設置期間）	
3) 係留索の切断状態及びその原因	
4) 流出後の流出警報発信機の作動状況	
第3章 流出の抑制対策及び影響軽減対策	
3.1. 流出抑制対策	11
1) ハード対策	
2) ソフト対策	
3.2. 流出影響軽減対策	15
1) ハード対策	
2) ソフト対策	
参考資料-1：中層浮魚礁流出事例一覧	23
参考資料-2：流出警報発信機の機能照査方法と事例	40
参考資料-3：海上保安庁の光波標識用機器の性能に関する試験方法 日本航路協会「海上標識用灯器耐環境試験」	47
参考資料-4：中層浮魚礁の流出軽減技術の検討委員会	49

はじめに

回遊魚の蝸集効果が高く、また経済性も高い中層浮魚礁は漁業者からの要望も高く、平成13年度以降、水産基盤整備事業では342基（平成27年度調査）設置されている。一方で、現在までに流出は17基の報告がある。

流出の原因は不明なものが多くあるが、係留索の経年劣化や波浪・潮流の影響も示唆される。また、係留索が切断され礁体が流出した場合にその位置を知らせる流出警報発信機が設置されているが、防水性や耐久性に課題が残されている。

水産庁では、平成28年度から平成29年度までの2年間で水産基盤整備調査委託事業において「中層浮魚礁の流出軽減技術の検討委員会」を設置し、実際の流出警報発信機器を用いた防水性・耐久性の実証から作動確認方法を検討するとともに、事故事例から実現可能性のある流出抑制方法と流出影響軽減方法について検討し、これら成果を手引きとしてとりまとめたところである。

本手引きが中層浮魚礁の流出抑制及び流出影響軽減の一助となれば幸いである。

第1章 手引きについて

1.1. 目的

本手引きは、中層浮魚礁の流出の抑制と流出時の影響軽減の観点から新設及び更新等における対策についてとりまとめたものである。

1.2. 手引きの構成

本手引きは、以下の構成で示すものである。

表 1-1 手引きの構成

章	内容
第1章	手引きについて
第2章	流出の実態・原因
第3章	流出の抑制対策及び影響軽減対策

1.3. 手引きの位置づけ

本手引きは、これまでの中層浮魚礁の流出の実態とその原因を踏まえ、流出の抑制と流出時の影響軽減の観点から流出の抑制及び影響軽減対策についてとりまとめたものであり、水産基盤整備事業で設置する中層浮魚礁について計画・設計および管理を実施する上でこの手引きを参考とする。

【解説】

1) 位置づけ

水産基盤整備事業で設置された中層浮魚礁は、これまでに 342 基（平成 27 年度調査）あり、現在も事業継続中である。一方で、現在までに流出としては 17 基の報告がある。流出の原因は不明なものが多くあるが、係留索の経年劣化や波浪・潮流の影響も示唆される。また、漁具との擦れ合いによって補強材が脆弱化した可能性はあるが、現時点で確かなデータが得られていない。さらに、流出時に中層浮魚礁の位置を知らせるために礁体に設置される流出警報発信機には防水性・耐久性に課題が残されている。

このため、流出を抑制する方法として係留索の補強、計画段階での調整、漁業者への周知、流出後の影響を軽減する方法として流出警報発信機、流出後の情報発信について、整理してまとめたものである。

2) 手引きの対象

ここに示す手引きは、水産基盤整備事業で設置される中層浮魚礁を対象としている。

第2章 流出の実態・原因

2.1. 中層浮魚礁の構成

中層浮魚礁の一般的な構成は、礁体、副係留索、主係留索、シンカーからなっており、礁体には流出警報発信機（発信側）、ソナーレフレクターを備えている。

【解説】

1) 中層浮魚礁の礁体

中層浮魚礁は礁体の構造から図 2-1 に示すような剛体と柔体のタイプに分類され、両機ともに礁体上部には何らかの原因によって係留索が切断して礁体が海面上に浮上し流出した場合に速やかな礁体の発見・回収を行うための流出警報発信機とソナーレフレクターを備えている。

礁体とシンカーを連結する係留索は高強度特殊合繊ロープが使用され、漁具との擦れなどを考慮して係留索の一部または全部を補強している。表 2-1 に中層浮魚礁設置事業を実施している 8 県における係留索の補強方法と補強状況を示す。これによると副係留索と上部係留索は補強して設置されている。係留索の補強の長さは各県における操業形態や設置水深により発注者が適宜設定している。図 2-2 に補強方法の例を示す。

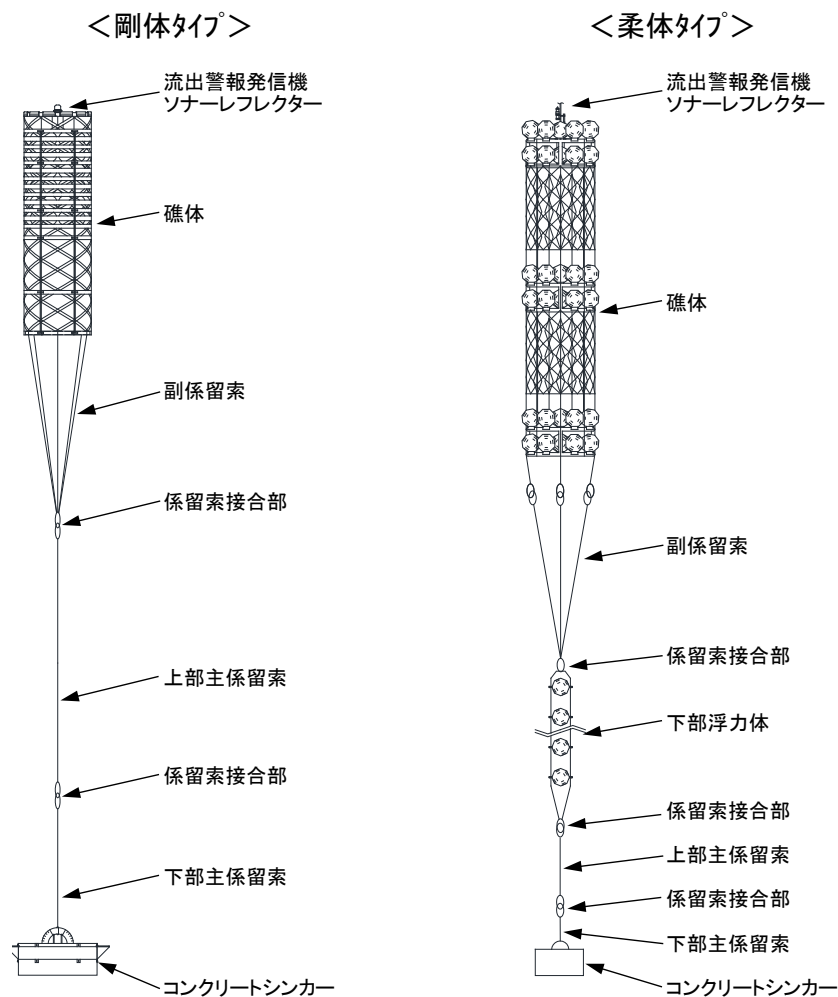


図 2-1 中層浮魚礁のタイプ

表 2-1 係留索の補強対策の状況

県	水深区分	補強方法	補強状況	副	上	下
①	深海	樹脂被覆	礁体下部から 600m を補強	○	○	×
②	深海	ワイヤー外装	礁体下部から 330m を補強	○	○	×
③	浅海	ワイヤー外装	全長を補強	○	○	×
	深海	ワイヤー外装	礁体下部から 300m を補強	○	○	×
④	浅海	ワイヤー外装	全長を補強	○	○	×
⑤	浅海	ワイヤー外装	全長を補強	○	○	×
⑥	深海	ワイヤー外装	礁体下部から 200m を補強	○	○	×
⑦	深海	ワイヤー外装	礁体下部から 550m を補強	○	○	×
⑧	深海	ワイヤー外装	礁体下部から 500m を補強	○	○	×

水深区分：本手引きでは浅海とは水深 200m 程度以下、深海とは水深 200m 程度以上とする。

副：副係留索、上：上部主係留索、下：下部主係留索、○：補強有、×：補強無



図 2-2 補強方法の例（左：樹脂被覆、右：ワイヤー外装）

2) 流出警報発信機

流出警報発信機は、礁体が海面上に浮上し流出した場合に速やかな礁体の発見・回収を行うための機器で、水産環境整備事業において実績があるのは 2 種類（A 社製と B 社製）である。それぞれの流出警報発信機の概要を表 2-2 に示す。

A 社製は金属部品の組立製品で最新の防食技術により水密性を確保し、流出時における機械の作動は圧力センサースイッチとフロートスイッチの稼働によって制御される機器である。本機は平成 13 年に開発された機器で、現在までに防水性・耐久性の観点および通信技術の発展に適宜対応した改良が行われた機器である。

B 社製は耐圧フロートの内部に通信機器を配置することで水密性を確保した機器で、水中においても通信装置は常時作動している機器である。本機は平成 28 年に開発された機器である。

参考として、流出警報発信技術のシステム改良の経緯と内容を表 2-3 に示す。

表 2-2 現行の流出警報発信機の概要

名 称		技術 A	技術 B
特 徴		金属部品の組立製品で最新の防食設計により水密性を確保	耐圧フロートの内部に通信機器を配置することで水密性を確保
環境条件	使用海域	イリジウム衛星通信圏内	イリジウム衛星通信圏内
	耐圧	30 気圧(水深 300m)	30 気圧(水深 300m)
	耐温度	0℃ ~ +40℃	-20℃ ~ +60℃
制御	起動	<ul style="list-style-type: none"> 海面浮上時および浮上後、2 系統(圧力、フロート)のセンサー作動による起動 安全性を高めるため 2 重の起動方法である。 	<ul style="list-style-type: none"> 沈設前に手動で起動 海中では常に通信装置が動作 浮上後は 1 時間毎に通信動作
	記録	漏水を検知する水位ロガーを搭載	通信動作をロガーにて記録
通信諸元	送信データ	時刻、緯度経度、電源電圧	時刻、緯度経度、電源電圧
	通信間隔(浮上後)	1 回/1 時間(変更可能)	1 回/1 時間 (変更可能)
電源諸元	電池種類	リチウム電池	アルカリ電池
	電池寿命	浮上後、1 回/1 時間の通信間隔の場合、約 200 時間以上の通信動作が可能。	10 年経過後に浮上した場合でも 1 回/1 時間の通信間隔で約 480 時間(20 日間)の通信動作が可能。
諸元	寸法	φ 270mm×720mm	φ 448mm
	全質量	約 27kg	約 20kg
	外観	 	
備考	<p>技術 A の機器制御系統の概念</p> <pre> 流出事故発生 → スイッチ作動：浮上中（圧力センサー）・浮上後（フロート） → 電源部作動 → 通信機作動（GPS衛星・イリジウム衛星と送受信開始） → フラッシュライト作動（→夜間点滅） → ガス噴出（→付着物防止カバー離脱） </pre>		

表 2-3 流出警報発信技術のシステム改良の経緯

タイプ	年度	内容	備考
①	H13	HF 方式中層浮魚礁流出警報発信機	 
②	H14	オーブコム方式中層浮魚礁流出警報発信機	
③	H16	通信性能向上のためオーブコムアンテナを変更 アンテナ外出方式へ変更	 
④	H17	オーブコム端末製造中止に伴い、端末変更 PANASONIC 製⇒QUAKE 製の端末へ変更	
⑤	H18	オーブコム方式中層浮魚礁流出警報発信機にフラッシュライトを内蔵	 
⑥	H22	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力センサーの信頼性向上と冗長性確保への改良：信頼性向上を目的に圧力センサーの構造を見直し、且つ冗長性を確保する目的で新たにフロートスイッチ（磁気近接スイッチ）を追加 ・長期性能維持を目的に機構向上（孔食・隙間腐食等の抑止）への改良：金属類直接接触部の廃止（パッキン実装、接着剤塗布）、本体結合部への海水接触防止（スクリュウキャップ） 	
⑦	H23	使用する衛星を変更 オーブコム衛星⇒イリジウム衛星 アンテナ内蔵方式へ変更	
⑧	H28	技術 A: 内部浸水を防ぐ機構へ上記機種を改良し、防水性・耐久性能を向上 技術 B: 新規開発	

2.2. 流出の実態

中層浮魚礁の流出は平成 29 年 12 月時点において 17 基の報告がある。17 基のうち 16 基が係留索の切断による流出で、1 基は中層浮魚礁（シンカー含む）が浅い水深帯に移動したことによる流出である。

【解説】

流出の概要と流出後の流出警報発信機の作動状況について示す。

1) 概要

流出については、平成 29 年 12 月時点において 17 基の報告がある。これらについて、流出までの期間（設置期間）、切断箇所、切断原因を表 2-4 に示す。

表 2-4 流出の概要

事例 NO.	設置期間*1	切断箇所	切断状況
A	1 年 9 カ月	副係留索	鋭利なものによって副係留索の礁体から 3m 部が切断
B	2 年 6 カ月	上部係留索	鋭利なものによって上部主係留索の礁体から 390m 部が切断
C	1 ヶ月以内	シンカー直上	シンカー角部との接触によって下部主係留索のシンカー直上 1.4m 部が切断
D	1 ヶ月以内	上部係留索	角のある物体との接触により上部主係留索の礁体から 47m 部が切断
E	1 ヶ月以内	上部係留索	角のある物体との接触により上部主係留索の礁体から 117m 部が切断
F	9 カ月	上部係留索	横方向からの強い力によって上部主係留索の礁体から 16m 部が切断
G	1 年 1 カ月	上部係留索	上部主係留索に何かが巻き付き捻られることによって上部主係留索の礁体から 2.6m 部が切断
H	(5 年 6 カ月)	切断なし	何らかの外力によってシンカーごと中層浮魚礁が浅海域に移動
I	5 カ月	副係留索	鋭利なものによって副係留索 4 本が切断
J	4 年 5 カ月	下部係留索	鋭利なものによって下部主係留索のシンカーから 388m 部が切断
K	7 年 7 カ月	下部係留索	鋭利なものによって下部主係留索のシンカーから 549m 部が切断
L	7 年 5 カ月	上部係留索	鋭利なものによって上部主係留索の礁体から 54m 部が切断
M	(4 年 2 カ月)	不明	
N	(7 年 5 カ月)	シンカー直上	鋭利なものによって下部主係留索のシンカー直上 1.7m 部が切断
O	(8 年 2 カ月)	上部係留索	鋭利なものによって上部主係留索の礁体から 48m 部が切断
P	(3 年 2 カ月)	不明	
Q	(6 年)	連結部	想定外の自然条件に起因する摩耗によって副係留索と主係留索の連結部で切断

* 1：設置後から流出までの期間を表示、ただし流出時期が不明の事故は回収までの期間として()で示した。

2) 流出までの期間（設置期間）

流出した 17 基について、流出が発生するまでの期間を図 2-3 に示す。設置後 1 年以内の中層浮魚礁の流出が 5 基と最も多く、そのうち 3 基は設置後 1 ヶ月以内の流出である。

設置後間もない時期の流出は、角のある物体や鋭利なものによる切断が直接的な原因で、係留索の経年劣化の影響は低いと考えられる。

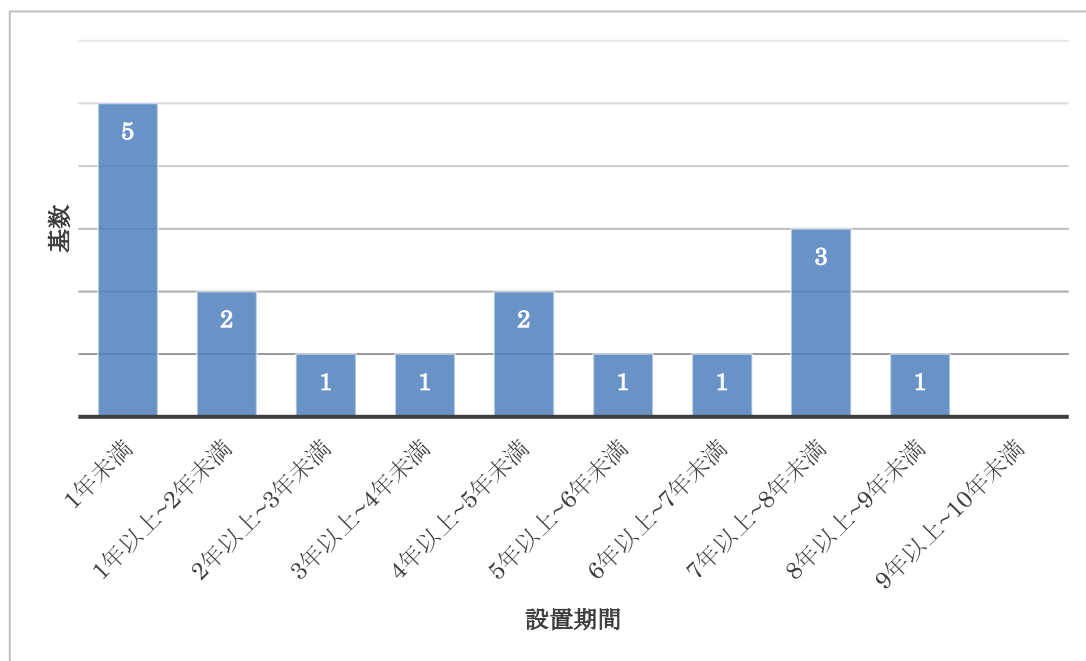


図 2-3 設置後流出までの期間

3) 係留索の切断状態及びその原因

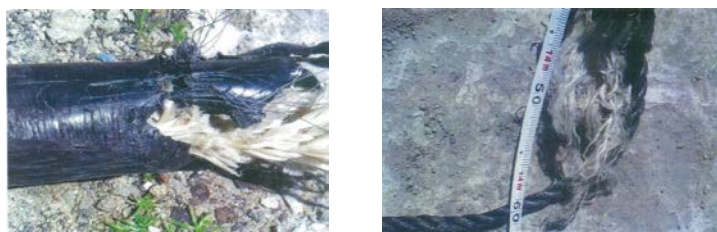
係留索の切断状態は、上部主係留索では 7 基が鋭利なものや角のある物体との接触によって切断し、副係留索でも上部主係留索と同様な原因で 2 基が切断、下部主係留索でも同様な原因で 4 基（うちシンカー直上が 2 基）が切断した。係留索の連結部では 1 基が自然条件による摩耗によって切断した。係留索の切断状態及びその原因について表 2-5 に整理して示す。

表 2-5 係留索の切断箇所の状況と基本的な対策の考え方

係留索	切断箇所	事例数	切断状況	現状の補強方法	ハード対策の考え方
上部主係留索及び副係留索	上部主係留索	7基	鋭利なものによる切断(図①)や、角のある物体との接触(図②)が多い	ワイヤ外装	補強
	副係留索	2基	鋭利なものによる切断(図①)	ワイヤ外装	補強
下部主係留索	下部主係留索	2基	鋭利なものによる切断(図①)	補強無し	上部主係留索と同様の補強(p12・13)
	シンカー直上部	2基	鋭利なものによる切断(図①)とシンカー角部との接触による切断(図③)	補強無し	係留索の保護又は鋼製素材の使用(p13)
連結部	副係留索と上部主係留索の連結部	1基	自然条件による摩耗によって切断(図④)	ワイヤ外装	連結部の補強(p14)
不明		2基	—	—	—
切断なし		1基	—	—	—



図① 鋭利なものによる切断



図② 角のある物体との接触による切断



図③ シンカー角部との接触による切断



図④ 摩耗による切断

4) 流出後の流出警報発信機の作動状況

流出後の流出警報発信機の作動状況を表 2-6 に示す。流出した 17 基のうち、流出警報発信機未搭載 1 基を除く 16 基の中で流出警報発信機の作動した事例は 4 基である。作動状況が確立しなかった事例において機構および水密性の状況が事後調査によって確認された 14 基は以下のような状況である。

- 機構が正常であった事例は 1 基で、何らかの不具合が発生した事例は 13 基である。
不具合の内容としては、組立部材の腐食等による海水の機器内部への浸水、機構の不具合、付着生物による機構の不作動があげられる。
- 水密性が確保された事例は 8 基で、機器内部に浸水があった事例は 6 基である。

以上のように流出警報発信機の機能を供用年数の間保持するためには防水性、耐久性、付着生物の影響に関する確保が重要である。

なお、流出した 17 基については、船舶との衝突や定置網への被害、環境汚染発生などは発生しておらず、流出警報システムは不作動であったが浮魚礁浮体部は全て回収済みである。

表 2-6 流出警報発信システムの作動状況

事例 NO	技術 A の タイプ	流出警報発信機			
		通信	機構	水密性	状況
A	①	×	×	○	付着物によって圧力センサーが作動しなかったことから通信は確立しなかった。
B	②	○	×	○	付着物防止カバー離脱用ガスが原因不明で漏れていたことからカバーが外れなかったことから通信は確立したが不安定であった。
C	⑤	×	×	○	機構が正常に作動せず付着物防止カバーが離脱しなかった。また原因は不明であるが通信は確立しなかった。
D	⑤	○	×	○	機構が正常に作動せず付着物防止カバーは離脱しなかったが、通信は確立した。
E	⑤	○	×	○	機構が正常に作動せず付着物防止カバーは離脱しなかったが、通信は確立した。
F	⑤	×	×	○	圧力センサーの部品不具合によりスイッチが作動せず通信は確立しなかった。
G	⑤	×	×	○	圧力センサーの部品不具合によりスイッチが作動せず通信は確立しなかった。
H	①	○	○	○	通信は確立したが、アンテナ竿が破損していたことから電波の到達範囲が狭い状況であった。
I	⑤	×	—	—	外的要因により流出警報発信機が破損していた。
J	①	×	×	×	流出警報発信機の組立部材の腐食により海水が機器内部に浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
K	①	×	×	×	流出警報発信機の組立部材の腐食により海水が機器内部に浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
L	②	×	—	—	原因調査未実施。
M	⑤	×	×	×	海中で付着物防止カバーが離脱し、機器内部に海水が浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
N	⑤	×	×	×	流出警報発信機の組立部材の腐食により海水が機器内部に浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
O	⑤	×	×	×	付着物防止カバーと本体の隙間から海水が浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
P	⑥	×	×	×	海中で付着物防止カバーが離脱し、機器内部に海水が浸水し内部機器が破損したことから通信が確立しなかった。
Q	未搭載	—			流出警報発信機未搭載。

事例 NO は参考事例に準ずる。

技術 A のタイプは表 2-3（流出警報発信機の改良の経緯）に準ずる。

通信：○は流出警報発信システムが正常に作動、×は作動せず

機構：○は正常に作動、×は作動せず

※機構とは、流出警報発信機の機器制御系統の中で、通信機作動機構、フラッシュライト作動機構、ガス噴出機構をいう。

水密性：○は機器内部への浸水無し、×は機器内部に浸水

第3章 流出の抑制対策及び影響軽減対策

3.1. 流出抑制対策

中層浮魚礁の流出抑制対策としては、係留索部の補強対策を行うハード対策に加えて、計画・施工段階および施工後での近隣県との調整、漁業者への周知等のソフト対策を行う。

【解説】

ハード対策は、中層浮魚礁の構造上の弱点、操業形態や設置水深から係留索（上部主係留索、副係留索、下部主係留索、連結部）を適切に補強する。

ソフト対策は、礁体の流出原因として漁具等による摩耗や、漁具を誤って絡めたことが懸念されることから、このような事故を防止するため、計画・施工段階・施工後での調整、漁業者への周知を実施する。

1) ハード対策

係留索部位別のハード対策を以下に示す。

- 上部主係留索・副係留索

上部主係留索と副係留索は、設置海域の操業形態や中層浮魚礁が設置される水深を考慮し、基本的な対策として樹脂被覆やワイヤー外装により適切に補強された係留索を使用する。ただし、繰り返し切断事故が発生する場合には、原因調査を実施した上で、実態に応じた係留索の補強材料を量的に増加させることや耐切創性素材による補強などの対策を施す。



図 3-1 係留索の補強対策（左：樹脂被覆、右：ワイヤー外装）

- 下部主係留索

下部主係留索は、従来、補強が施されていなかったが、上部主係留索の補強方法と同様に補強する。補強する長さについては、操業形態や過去の事故の事例（切断箇所となった水深や海域）を考慮し、適切な範囲を設定する。

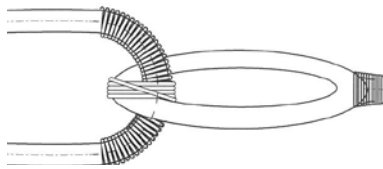
シンカー直上部における切断事故が発生していることから、シンカー直上の係留索部は保護資材によるカバーあるいは鋼製素材による保護など適切な補強対策を行うこととする。



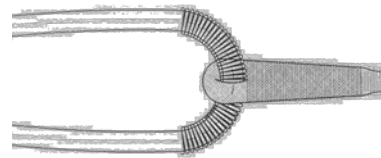
図3-2 シンカー直上の下部主係留索の補強対策
 (左：保護カバーによる補強、右：鋼製素材でシンカーと連結する補強)

- 連結部

上部主係留索と副係留索の連結部において想定外の自然現象に起因する共振によって切断事故が発生したことから、係留索の連結部は適切な補強を実施する。



連結部を索などで固定



連結部の環を小さく加工

図 3-3 一体的な結合方法による補強対策

2) ソフト対策

(1) 計画段階での調整

漁場整備に当たっては、海域が多種多様な漁業形態によって高度に利用されていることから、想定外の漁具等が中層浮魚礁に接触するなどのリスクを軽減するため、また、漁場整備が漁場紛争を継続あるいは惹起することのないよう、漁場整備を要望している漁業者のみならず、事前に対象海域を利用している漁業者、利用できる許可・免許を有する漁業者の同意を得て実施することが必要である。

水産基盤整備事業ではこうした事案の発生及び漁場紛争の継続を回避するため、「漁場整備における関係漁業者等との調整状況の確認について（平成28年3月29日 27水港第3247号 水産庁漁港漁場整備部長通知）」において関係漁業者等との調整状況の確認方法（次頁の<参考>「漁場整備における関係漁業者等との調整状況の確認について」を参照）を定め、事業基本計画策定時から段階的にその状況を確認することとしている。

特に、浮魚礁については設置海域が沖合になることが多くなることから、自県漁業者だけでなく他県漁業者等との調整には十分に配慮することが重要である。

(2) 施工後の周知

中層浮魚礁設置後は、設置位置を関係漁業者・周辺海域航行船舶・海上保安部などに周知させる効果的な普及啓発を行い、接触等による流出リスクの軽減を図る必要がある。周知の実施例として各県が公表している情報を表3-3に示す。また、協議会を立ち上げ位置を周知したり、利用方法を話し合ったり、保守管理を行っている地域もある。

表3-3 浮魚礁設置位置の確認方策例

沖縄県	http://www.pref.okinawa.jp/reiki/40890250070300000000/40890250070300000000.html
鹿児島県	https://www.pref.kagoshima.jp/af06/sangyo-rodo/rinsui/kokyo/gyozyo/gyosyo-ichizu_40340.html
宮崎県	https://blogs.yahoo.co.jp/miyazaki_prefecture/26687191.html
長崎県	https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2013/07/1424841312.pdf
高知県	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/files/2014032804763/2014032804763_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_attachment_114428.pdf
和歌山県	http://wave.pref.wakayama.lg.jp/gyoshou/
三重県	http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/shigen/ukigyo/Hp/index.htm
神奈川県	http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f790/p837075.html

漁場整備における関係漁業者等との調整状況の確認について

- 漁場整備として魚礁を設置するにあたっては、漁場紛争を継続させ、あるいは惹起することのないよう、漁業の操業状況等を十分に把握した上で事業を実施することが必要。
- 操業状況の把握にあたっては、自県漁業者のみならず現に当該海域を利用している他県漁業者等についても確実に把握することが必要。



今後、調整対象となる他県漁業者団体等の把握、
調整状況について段階的な確認を実施。

関係漁業者団体等との調整状況について「調整状況確認表」に記入し、以下1～3の水産庁ヒアリングの各段階で資料に添付し提出する。

1. 事業基本計画策定段階(遅くとも工事着手の前年度に行う概算要求ヒアリング(6月頃)まで)

現に当該海域を利用している漁業者について可能な限り把握し、当該漁業者が所属する都道府県の漁業調整部局及び大臣許可漁業者団体に、新設・更新魚礁の概略位置について知らせた上で、要調整対象とされた漁業者団体等ととりまとめる。(自由漁業を行う者、大臣許可漁業者等についても十分な注意が必要。また、水産庁からも、追加すべき関係県・漁業者団体を確認する場合があります。)

2. 実施計画ヒアリング時(工事着手の前年度2月頃)

事業実施の確実性を踏まえ補助金の内示が行われることに留意し、次年度に工事着手する施設の設置位置・施設の形式の情報に基づき、該当する全ての調整相手から合意を取り付けておく。未了の場合も、その調整を了する見込みであることを確認しておく。(工事着手前の測量試験費の段階であっても、可能な限り調整を進めておくことが望ましい。)

3. 交付申請時

交付申請内容が測量試験費のみの場合を除き、設置位置・施設の形式等に基づき、該当する全ての調整相手から合意を取り付けた上で交付申請を行う。その際、合意日、先方担当者等の情報についても把握しておく。

注意事項

- ・対象工種は、魚礁(新設・更新とも全て)とする。
- ・合意取り付けは、当該地区の補助金交付申請前まで。ただし、測量試験費のみの場合を除く。
- ・平成28年4月1日からの適用とする。

3.2. 流出影響軽減対策

中層浮魚礁の流出影響軽減対策については、流出の情報が速やかに関係者に伝達する仕組みを構築する。

【解説】

流出影響軽減対策は、適切な手法によって供用年数の間作動することが確認された流出警報発信機を浮魚礁に搭載し、陸上側には流出警報発信機から送信された流出情報を受信する監視装置を設置するハード対策に加えて、流出後の情報発信への連絡体制を整えるソフト対策によって構成される。

1) ハード対策

(1) 流出警報発信機

流出警報発信機は、設置海域の気象・海象等の自然条件に耐えうる機器であり、かつ、適切な手法によって供用年数の間作動することが照査された機器を搭載することとする。また、陸上側には流出情報を受信して監視するとともに流出警報発信機の通信間隔を制御できる監視装置を設置することとする。

流出警報発信機の標準機能は、供用年数（10年間）において設置環境に耐えうること、流出情報（管理番号、位置情報、残電圧量、時刻）を陸上側に送信できることとする。標準機能を表 3-4 に示すとともに、標準機能を照査する評価基準を表 3-5 に示す。

表 3-4 標準機能

条 件		内 容
環境条件	使用海域	衛星通信圏内
	耐温度	0℃～40℃
	耐水圧	30 気圧(水深 300m)以上
	供用年数	10 年
通信諸元	送信データ	管理番号・位置情報・残電圧量・時刻
	通信間隔(浮上後)	1 回/1 時間 (標準) 陸上側監視機器からの操作により変更できること
電源諸元	電池寿命	10 年経過直後に浮上した場合でも 1 回/1 時間の通信間隔で約 200 時間以上の通信が可能であること
使用材料	耐腐食	金属部品による組立製品においては腐食し難い材料を用いること

表 3-5 評価項目と判定基準

項目	判定基準
防水性	● 加圧試験によって耐水压 30 気圧以上の環境下において動作すること。
耐久性能	● 実海域試験（後述）を終えた機器を用いた環境促進試験（温湿度促進試験、振動試験）によって使用部材および部品について 10 年の耐久性を有すること
付着生物の影響	● 10 年経過相当の付着生物環境下における通信を有すること

流出警報発信機の標準機能は、加圧試験、実海域試験、環境促進試験（温湿度促進試験、振動試験）、付着生物環境下試験を行うことで照査することができる。

評価項目と試験の関係を図 3-4 に、試験方法の概要を表 3-6 に、試験の実施フローを図 3-5 に示す。なお、流出警報発信機の作動確認事例を巻末の参考資料-2 に示す。

流出警報発信機の標準機能を検証するためにはこのような試験を実施して評価基準を満足したものをを用いることとする。

流出警報発信機の機能の保守点検に際しては、「中層浮魚礁流出警報発信機 保守管理の手引き(案) ; マリノフォーラム 21 (2015)」を参考することができる。

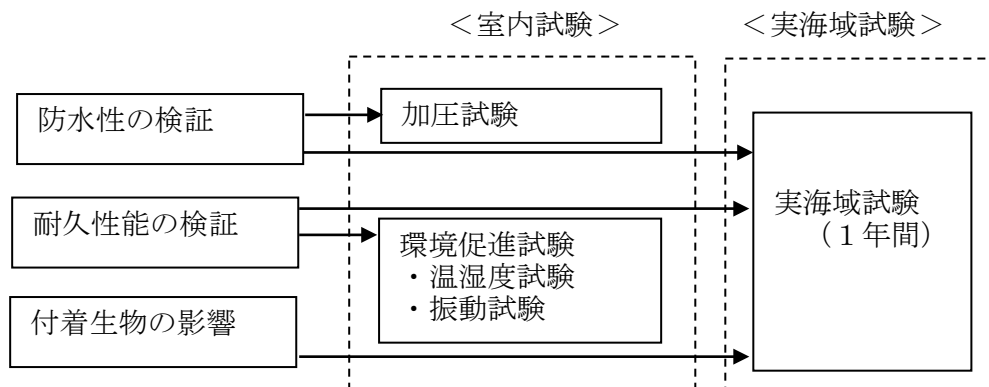


図 3-4 評価項目と判定試験の関係

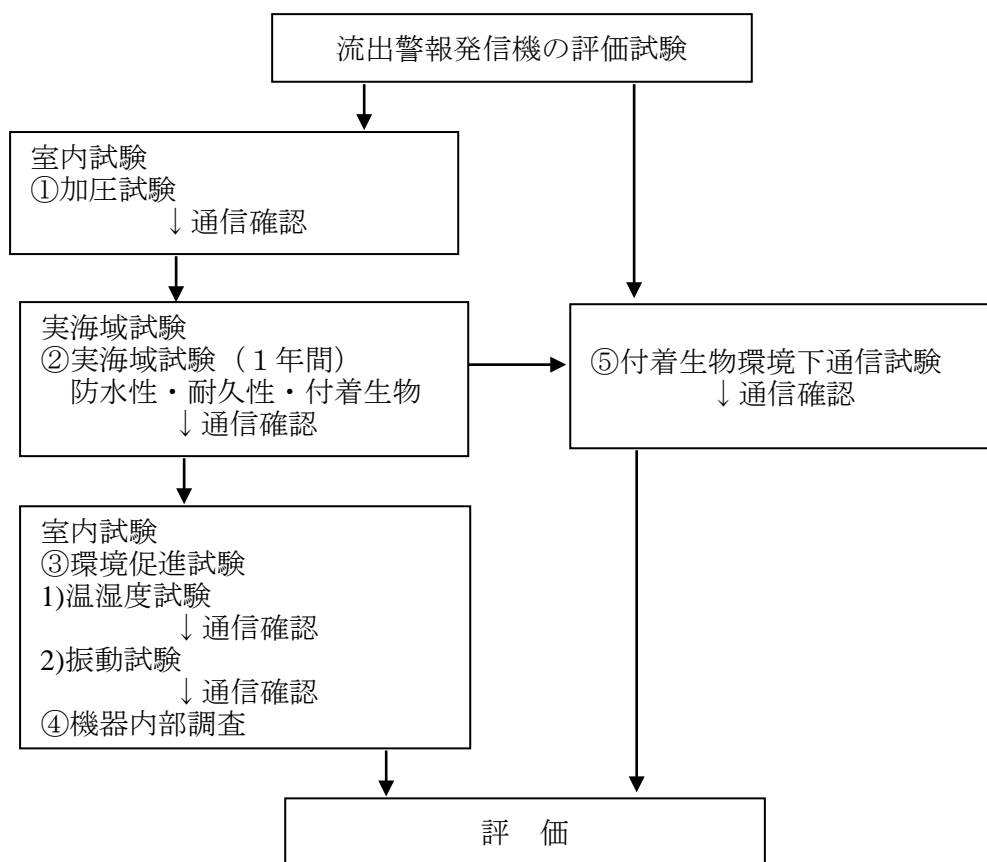


図 3-5 試験実施フロー

表 3-6 試験方法の概要

試験名	試験方法
a) 加圧試験	・ 高圧実験水槽における加圧試験によって水密性を確認する。
b) 実海域試験	・ 室内試験により防水性・耐久性能が確認された流出警報発信機を用いて、実海域に 12 か月間以上放置し、回収直後に通信を確認する。
c) 環境促進試験	・ 温湿度促進試験 恒温恒湿槽における温湿度促進試験を行い試験終了直後に通信を確認する。 ・ 振動試験 振動試験機による振動試験を行い、試験終了直後に通信を確認する。
d) 機器内部調査	a)、b)、c)の試験終了後は流出警報発信機を分解して機器内部の部材状態を調査して部材の劣化の劣化がないことを確認する。
e) 付着生物環境下通信試験	設置予定海域における 10 年後の付着生物状況を再現した想定通信試験を行い通信を確認する。

※試験方法の詳細については、「参考資料-2：流出警報発信機の作動確認事例」を参考とする。

※c)試験については、海上保安庁「光波標識用機器の性能に関する試験方法」及び(財)日本航路標識協会「海上標識用灯器 JANA01-2009 耐環境試験」に準ずる。(参考資料-3)

※d)調査については、参考として技術Aと技術Bで実施した項目を表 3-7 に示す。

表 3-7 機器内部調査の内容

(技術 A)

No.	項目	検査方法	評価内容	
1	外観	付着物	計測	被度による受信の有無
		損傷	目視及び計測	損傷状態による受信の有無
2	分解個体	浸水	計量	水密構造の妥当性
		カバー、電池ケースの状態	損傷・外れ等の観察	組立方法および選定部材の妥当性
		GPS/通信ユニットの腐食	腐食程度の観察	耐圧容器内の環境
		カバー部の状態確認	ゆるみの観察	固定方法の妥当性
		配線の状態	損傷・結束の観察	配線位置の妥当性
3	電気性能	電氣的総合動作	起動	通信確認
		電池残量調査	計測	設計との比較、10年後の電池残量の予測

(技術 B)

No.	項目	検査方法	評価内容	
1	外観	レドーム付着物確認	目視観察、計測	レドーム脱落への影響考察
		生物付着防止袋への付着物確認	目視観察、計測	圧力スイッチ動作への影響考察
		ポートスイッチへの付着物確認	目視観察、計測	ポートスイッチ動作への影響考察
		損傷確認	目視観察、計測	損傷状態による通信、漏水への影響考察
2	分解個体	漏水、結露	目視観察、シカゲル観察	電気機械動作への影響考察
		すきま腐食・孔食の有無確認	目視観察、計測	漏水への影響考察
		パッキンの劣化状況確認	目視観察、硬度計測	漏水への影響考察
		ワッシャーホルムの腐食、損傷確認	目視観察	漏水への影響考察
		スクリュキャップ損傷確認	目視観察	漏水への影響考察
内部機器の腐食、損傷	目視観察	電気機械動作への影響考察		
3	電気性能	電氣的総合動作	流出警報機同時に確認	通信確認
		電池残量調査	警報ゲートにて確認	電圧確認、設計との比較
		機械的総合動作	流出警報機同時に確認	レドーム脱落動作の確認

(2) 監視装置

監視装置に要求される標準機能は、流出情報の受信後に流出警報発信機の通信間隔を制御できること、通信網を利用して複数の登録端末（携帯電話、パソコン）に流出情報を発信できることを基本とする。なお、設置後の監視装置は着実に作動するように装置の管理やソフトの更新に留意することとする。

2) ソフト対策

ソフト対策は、管理者は中層浮魚礁の設置海域を利用・航行する関係各所への連絡体制を整え、流出が発生した場合は速やかに周知することにより航行船舶への安全確保に努める。

(1) 流出後の情報発信

① 緊急連絡体制

管理者は、「海域利用者への周知」及び「担当海上保安部への速報」を速やかに実施するための緊急連絡体制を整えることを基本とする。緊急連絡体制の一例を図3-6に示す。

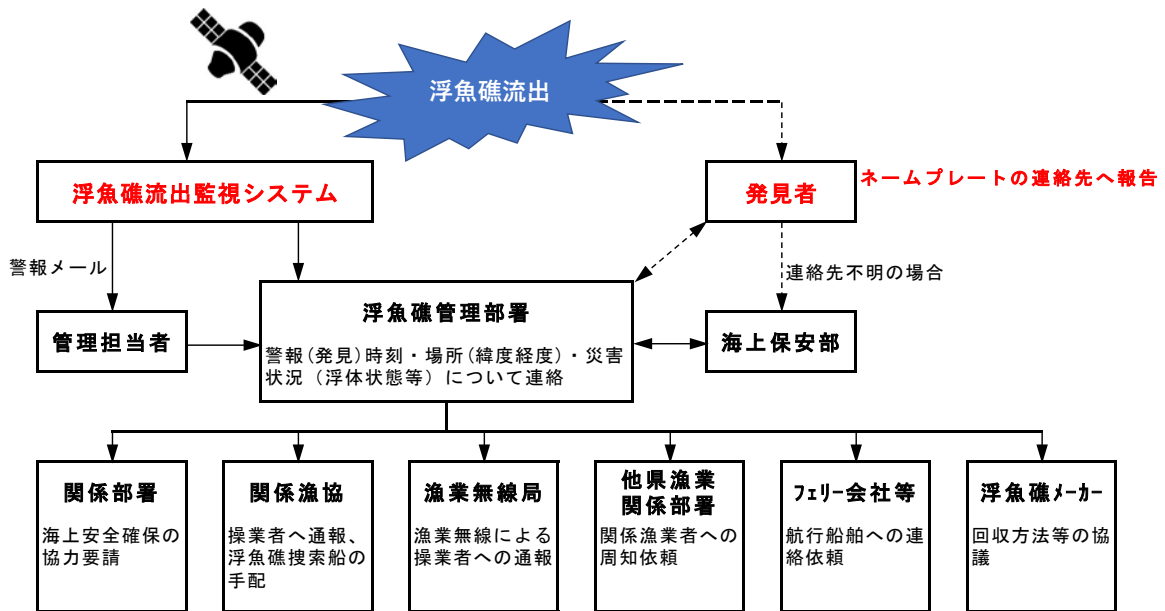


図 3-6 緊急連絡体制表
(自治体の実施事例より作成)

② 浮魚礁流出監視システム

管理者は、流出警報発信機から送信される流出情報について、緊急連絡体制を通じて関係者に情報を提供する必要がある。流出時の警報システムの構成を図3-7に示すとともに監視装置のイメージを図3-8に示す。

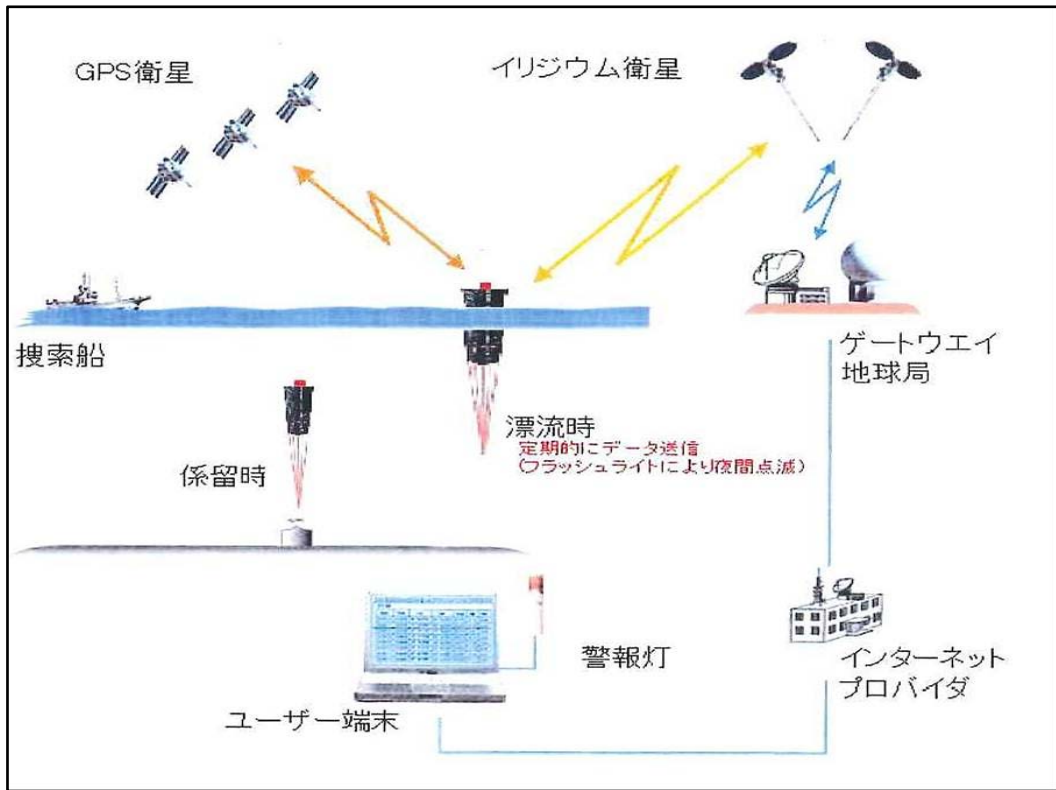


図 3-7 警報システム構成図

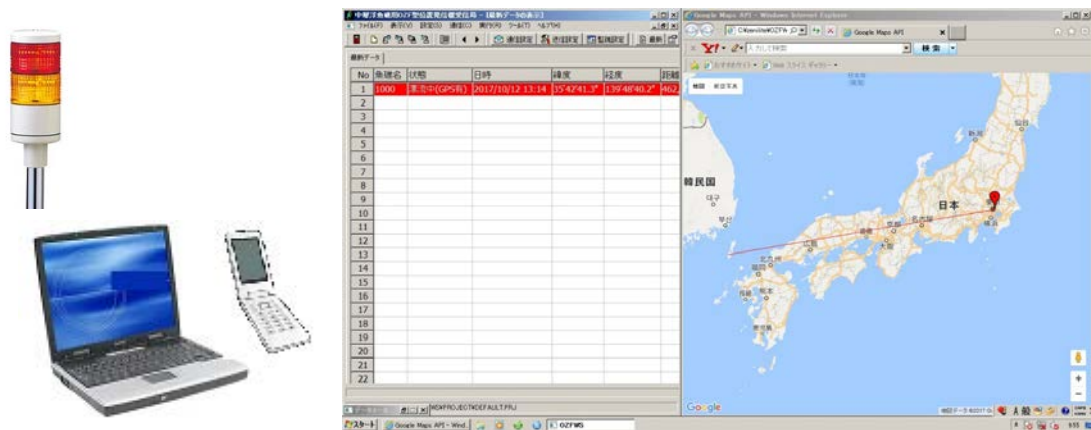


図 3-8 監視装置のイメージ (左: 監視機器及び警報灯、右: 監視画面)

(2) 浮魚礁へのネームプレートの設置

管理者は、流出した浮魚礁の発見者が速やかに管理者へ連絡できるよう、連絡先を記したネームプレートを装着させなければならない。また、ネームプレートは海上において発見されやすい位置に装着することとする。

ネームプレートの一例を図 3-9 に示す。

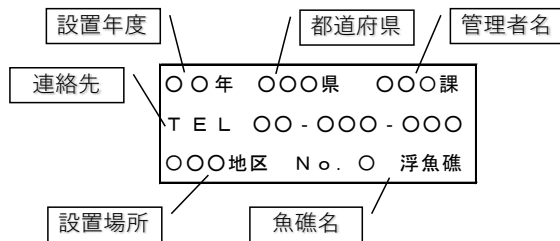


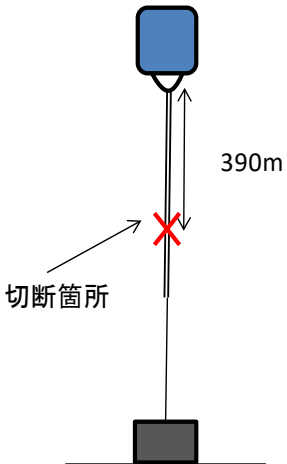


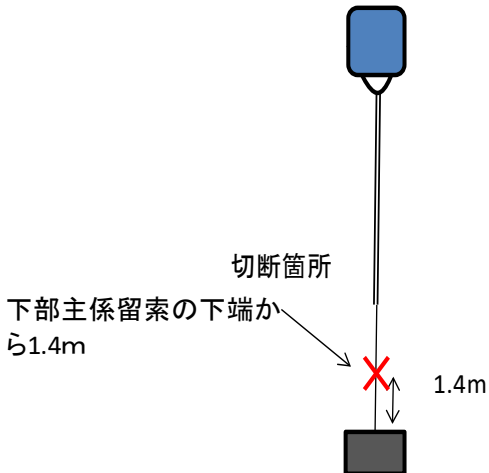




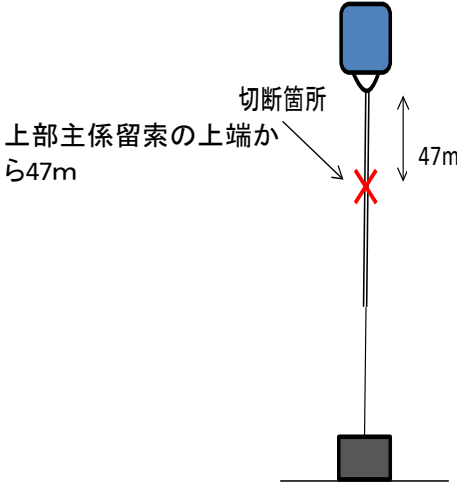
図 3-9 ネームプレート

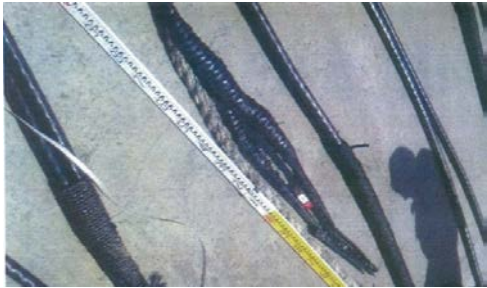
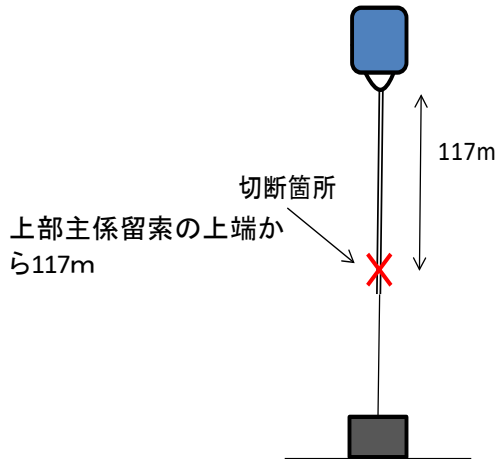
■参考資料-1：中層浮魚礁流出事例一覧


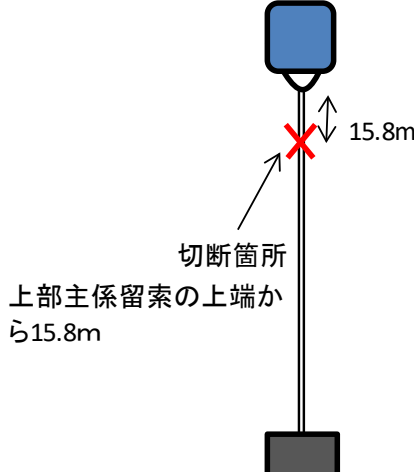
事例NO.	A		設置日	平成15年12月
設置水深	74m		流出日	平成17年9月
切断水深	32m		回収日	平成17年9月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ポリエステルφ30mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ポリアリレートφ39mm	
	下部主係留索		-	
切断状況	礁体から3m付近で切断で、切断面が揃っている。			
切断原因	切断面は鋭利な外的要因によるものと推定される。			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ① GPS陸上局式		
	通信	×	スイッチ不動作により通信しなかった。 アンテナ竿は破損していた。	
	機構	×	圧力スイッチが付着物に覆われ、スイッチが作動せず、すべての機構が働かなかった。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				



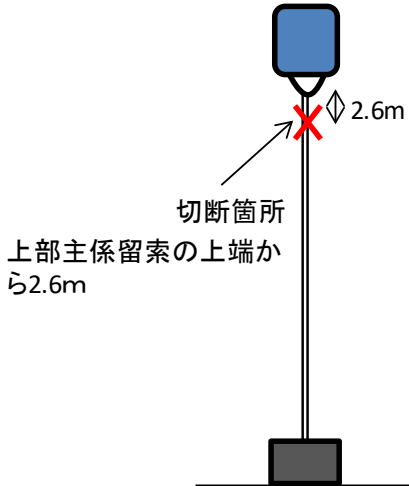
事例NO.	B		設置日	平成16年7月
設置水深	1188m		流出日	平成19年1月
切断水深	442m		回収日	平成20年2月
係留索仕様	副係留索		ワイヤ外装ポリエステルDB φ28mm	
	上部主係留索		ワイヤ外装ポリアラート φ28mm	
	下部主係留索		ポリエステル8打ち φ38mm	
切断状況	40cm毎に外装が剥離していた。 切断面は揃っていた。			
切断原因	剥離は回転体に巻きつけたときに酷似。切断面は鋭利なものによるせん断に酷似していた。繊維間融着は見られなかった。			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ② GPS・オーブコム		
	通信	○	付着物防止カバーが外れないことで通信が不安定	
	機構	×	付着物防止カバーの離脱用ガスが流出前に漏れていた(原因不明)ことからカバーが外れなかった。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				

事例NO.	C		設置日	平成20年3月
設置水深	172m		流出日	平成20年3月
切断水深	169m		回収日	平成20年3月
係留索仕様	副係留索	ワイヤ外装ポリエステルDB φ34mm		
	上部主係留索	ワイヤ外装ポリアラレート φ38mm		
	下部主係留索	ポリエステル8打ち φ65mm		
切断状況	切断したヤーンの長さが揃っている。			
切断原因	シンカーか何かで引っ張られ、横方向に強い力を受け、浮魚礁全体が移動し、更にシンカーが転倒し、シンカー角部が下部主係留索と接触したことにより切断した。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	流出時の通信はできていない。原因は不明であった。	
	機構	×	設置後間もない流出事故であったことから付着物防止カバーを外す機構が作動しなかった(本機構はタイマープログラムにより制御されている)。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				




事例NO.	D		設置日	平成20年3月
設置水深	172m		流出日	平成20年3月
切断水深	87m		回収日	平成20年3月
係留索仕様	副係留索	ワイヤ外装ポリエステルDB φ34mm		
	上部主係留索	ワイヤ外装ポリアラートφ38mm		
	下部主係留索	ポリエステル8打ちφ65mm		
切断状況	切断部の被覆部及び芯繊維の切り口が直線状であった。			
切断原因	角のある物体によりせん断部が加圧を受けたことから切断となった。切断部に鉄イオンの反応が認められた。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	△	陸上側の監視パソコンの電源が落ちていた。電源を入れて通信を確認。オーブコム衛生の送信出力が落ちていた。	
	機構	△	設置後間もない流出事故であったことから付着物防止カバーを外す機構が作動しなかった(本機構はタイマープログラムにより制御されている)。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				



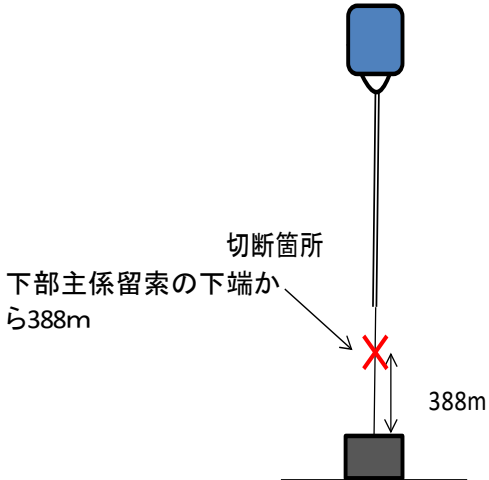
事例NO.	E		設置日	平成20年3月
設置水深	178m		流出日	平成20年3月
切断水深	163m		回収日	平成20年3月
係留索仕様	副係留索	ワイヤ外装ホ [®] ポリエステルDB Φ34mm		
	上部主係留索	ワイヤ外装ホ [®] アールト Φ38mm		
	下部主係留索	ポリエステル8打ち Φ65mm		
切断状況	切断部及び上部主係留索の被覆にズレおよび蛇腹状の皺が認められた。			
切断原因	上部主係留索の末端部に引っかかった状態で横方向に引っ張られ、浮魚礁全体が移動し、その際に被覆のズレが生じ、接点で屈曲、加圧を受け切断した。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	△	陸上側の監視パソコンの電源が落ちていた。電源を入れて通信を確認。オーブコム衛生の送信出力が落ちていた。	
	機構	△	設置後間もない流出事故であったことから付着物防止カバーを外す機構が作動しなかった(本機構はタイマープログラムにより制御されている)。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				



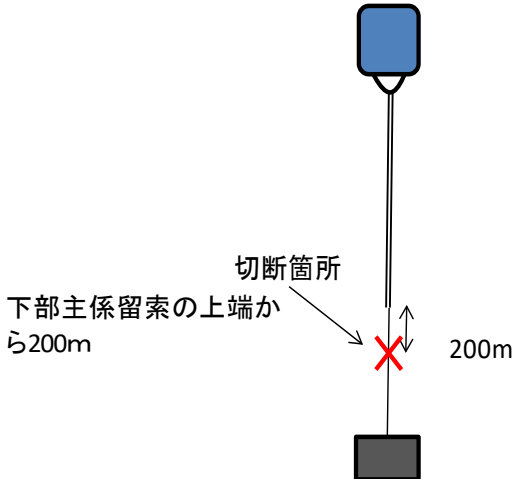
事例NO.	F		設置日	平成20年3月
設置水深	89m		流出日	平成20年12月
切断水深	57m		回収日	平成20年12月
係留索仕様	副係留索	ワイヤー外装ポリエステルφ35mm		
	上部主係留索	ワイヤー外装ポリアリレートφ30mm		
	下部主係留索	—		
切断状況	複雑な切断面であった。 ワイヤー外装部分がズタズタに切れている状態であった。			
切断原因	横向きに何らかの強い力が加わり切断したと思われる。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	機器には故障等は認められなかったが、圧力スイッチ不動作により通信せず	
	機構	×	圧力スイッチが付着物でおおわれ作動しなかった。そのためすべての機構が働かなかった。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				



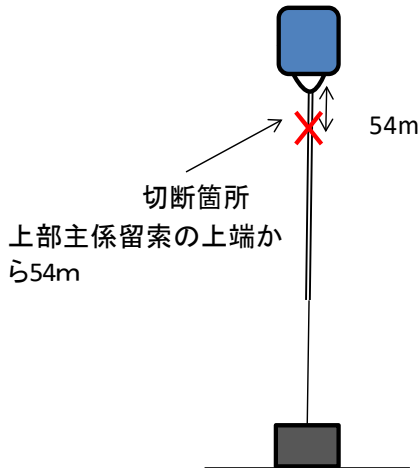
事例NO.	G		設置日	平成20年3月
設置水深	96m		流出日	平成21年4月
切断水深	43m		回収日	平成21年4月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ポリエステル ϕ 35mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ポリアリレート ϕ 30mm	
	下部主係留索		—	
切断状況	ひきちぎれたような切断面であった。			
切断原因	切断部分に何かが巻きついて捻られながら切断に至ったとおもわれた。何が巻きついたのか特定はできていない。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	機器には故障等は認められなかったが、圧力スイッチ不動作により通信せず	
	機構	×	圧力スイッチが付着物でおおわれ作動しなかった。そのためすべての機構が働かなかった。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
				



事例NO.	H		設置日	平成15年12月
設置水深	81m		流出日	流出せず
切断水深	—		回収日	平成21年6月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ポリエステルφ20mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ポリアリレートφ39mm	
	下部主係留索		—	
切断状況	※底曳等によりシンカーから引きずられ、設置位置から浅海に移動し、流出警報発信機が作動した。係留索切断による流出事故ではない。			
切断原因	—			
切断部			切断部拡大	
警報装置	方式	タイプ① GPS陸上局式		
	通信	○	通信は確立したものの、アンテナ竿が破損しており通信エリアが限られていた。(2か所の陸上局のうち1か所のみ受信できた)	
	機構	○	正常に作動した。	
	水密	○	浸水は認められなかった。	
切断箇所模式図				
—				



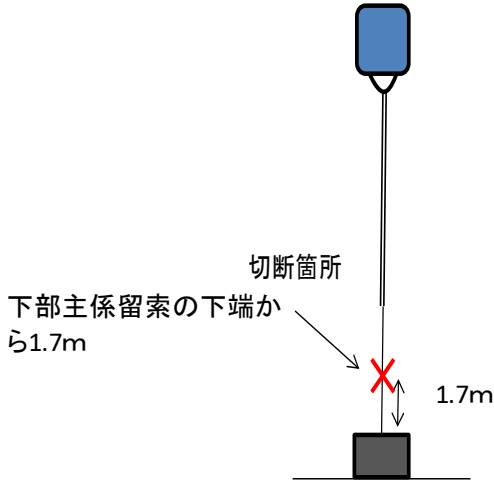
事例NO.	I		設置日	平成21年6月
設置水深	97m		流出日	平成21年11月(不明日)
切断水深	29m		回収日	平成22年2月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ポリエステルφ32mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ポリアリレートφ35mm	
	下部主係留索		-	
切断状況	副係留索が4本ともほぼ同じ場所で切断されていた。			
切断原因	4本の副係留索がほぼ同じ場所で切断しており、漁具による偶発的なものとは考えにくく、人的行為に起因すると推定。			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	水没による送信不能と推測された。	
	機構	×	付着物防止カバーが人為的打撃により破損していた。ガスが噴出していたが、付着物防止カバーは打撃で破損し、ガスが漏れ離脱しなかった。	
	水密	×	付着物防止カバーの破損により浸水したものと推測された	
切断箇所模式図				
				



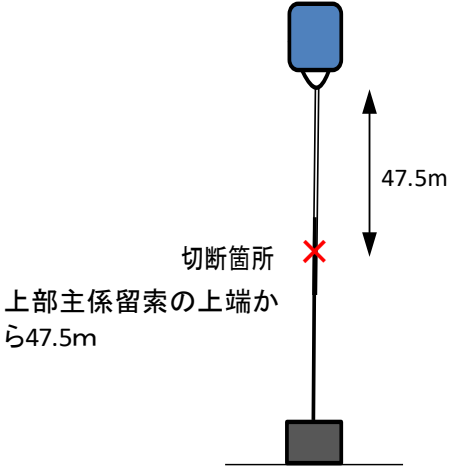
事例NO.	J		設置日	平成18年3月
設置水深	798m		流出日	平成22年8月
切断水深	409m		回収日	平成22年8月
係留索仕様	副係留索		ワイヤ外装ポリエステルφ32mm	
	上部主係留索		ワイヤ外装ポリアリレートφ32mm	
	下部主係留索		ポリエステル8打ちφ36mm	
切断状況	切断面が揃っていた。			
切断原因	切断面は鋭利なものによるせん断に酷似していた。 繊維間融着は認められなかった。			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ① 短波無線		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	組立ボルトの電食により、部材に隙間腐食が発生した。	
	水密	×	隙間腐食により内部へ浸水していた。	
切断箇所模式図				
				



事例NO.	K		設置日	平成15年2月
設置水深	1264-1287m		流出日	平成22年9月
切断水深	549m		回収日	平成22年9月
係留索仕様	副係留索	ワイヤ外装ポリエステルφ35mm		
	上部主係留索	ワイヤ外装ポリアリレートφ30mm		
	下部主係留索	ポリエステル8打ちφ40mm		
切断状況	係留索の断面の約半分が揃っている。			
切断原因	係留索の断面の約半分が鋭利なもので切断された形跡が認められる。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ① 短波無線		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	組立ボルトの電食により、組立部材に隙間腐食が発生した。	
	水密	×	隙間腐食によりできた隙間から内部に海水が浸水していた。	
切断箇所模式図				
 <p>切断箇所 下部主係留索の上端から200m</p> <p>200m</p>				

事例NO.	L		設置日	平成15年6月
設置水深	1327m		流出日	平成22年11月
切断水深	108m		回収日	平成22年11月
係留索仕様	副係留索		ワイヤ外装ポリエステルφ35mm	
	上部主係留索		ワイヤ外装ポリアリレートφ30mm	
	下部主係留索		ポリエステル8打ちφ40mm	
切断状況	切断面が揃っている。			
切断原因	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。			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ② GPS・オーブコム		
	通信	×	通信の確立は無かった。	
	機構	-	原因調査未実施のため不明	
	水密	-	原因調査未実施のため不明	
切断箇所模式図				
				

事例NO.	M		設置日	平成23年5月
設置水深	1634m		流出日	不明
切断水深	不明		回収日	平成27年7月
係留索仕様	副係留索		ワイヤ外装ポリエステルDB φ 28mm	
	上部主係留索		ワイヤ外装ポリアラート φ 30mm	
	下部主係留索		ポリエステル8打ち φ 38mm	
切断状況	不明			
切断原因	流出回収時に上部索を切断(下写真)したことから流出原因は不明。残存している副係留索は十分な強度を有していた。			
		切断部	切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オープンコム		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	原因不明であるが流出する以前に付着物防止カバーが離脱していたと推測された。	
	水密	×	付着物防止カバーのガス噴出孔から海水が浸水していた。	
切断箇所模式図				
—				

事例NO.	N		設置日	平成20年3月
設置水深	155m		流出日	不明
切断水深	152m		回収日	平成27年8月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ホリエステルφ34mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ホリアリートφ38mm	
	下部主係留索		ホリエステル8打φ65mm	
切断状況	切断面が揃っている			
切断原因	切断部の直上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			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	組立ボルトの電食により、組立部材に隙間腐食が発生した。	
	水密	×	隙間腐食によりできた隙間から内部に海水が浸水していた。	
切断箇所模式図				
				

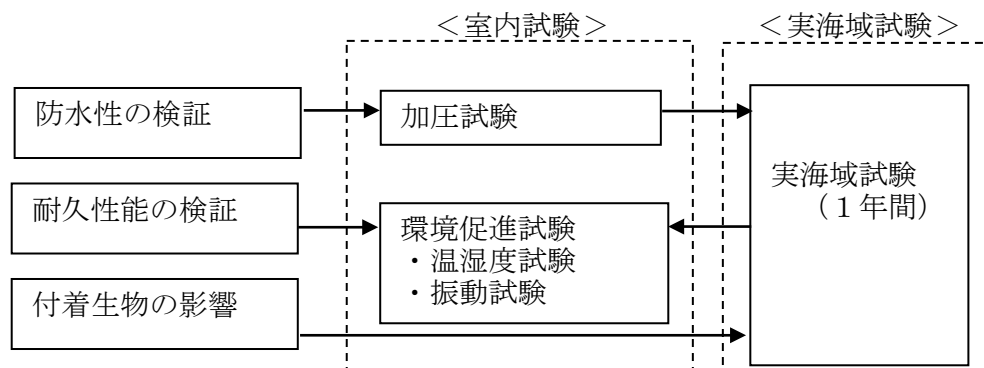
事例NO.	○		設置日	平成20年3月
設置水深	156m		流出日	不明
切断水深	103m		回収日	平成28年5月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ホ [®] リエステルφ34mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ホ [®] リアルートφ38mm	
	下部主係留索		ホ [®] リエステル8打φ65mm	
切断状況	過荷重による撚りや繊維の乱れも軽度で繊維端が概ね揃っている。			
切断原因	十分な強度が残っている。 切断面は鋭利なエッジまたはナイフによる切断面に類似している。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑤ GPS・オーブコム		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	付着物防止カバー装着状態で流出した。	
	水密	×	付着物防止カバーのガス噴出孔から海水が浸水していた。	
切断箇所模式図				
 <p>切断箇所 上部主係留索の上端から47.5m</p>				

事例NO.	P		設置日	平成25年3月
設置水深	200m		流出日	不明
切断水深	不明		回収日	平成28年5月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ホ [®] リエステル φ37mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ホ [®] リアルート φ36mm	
	下部主係留索		ホ [®] リエステル8打 φ50mm	
切断状況	不明			
切断原因	何らかの物体と接触し、浮体下部が欠損し上部のみ流出した。又は係留索の切断により流出し、漂流中何らかの物体との接触によって浮体上部のみとなり漂着した。			
切断部		切断部拡大		
				
警報装置	方式	タイプ⑥ GPS・オーブコム		
	通信	×	海水浸水により内部機器が腐食したことから通信は確立していない。	
	機構	×	原因不明であるが流出する以前に付着物防止カバーが離脱していたと推測された。	
	水密	×	付着物防止カバーのガス噴出孔から海水が浸水していた。	
切断箇所模式図				
—				

事例NO.	Q		設置日	平成22年10月
設置水深	2527m		流出日	不明
切断水深	41m		回収日	H28年10月
係留索仕様	副係留索		ワイヤー外装ポリエステル Φ35mm	
	上部主係留索		ワイヤー外装ポリアラレート Φ30mm	
	下部主係留索		ポリプロピレン+ポリエステル混合12打ロープ φ38mm	
切断状況	副係留索下部が摩耗により破断していた。			
切断原因	設置海域に4日間停滞した迷走台風と特殊海底地形により水平方向の流れが発生し、浮魚礁に共振運動が発生し係留索結合部が摩耗したと推測			
切断部			切断部拡大	
				
警報装置	方式	(警報装置未搭載)		
	通信		—	
	機構		—	
	水密		—	
切断箇所模式図				
 <p>切断箇所 副係留索と上部主係留索の 連結部</p>				

■参考資料-2：流出警報発信機の機能照査方法と事例

現状における流出警報発信機の課題は、防水性、耐久性、付着生物の影響低減であり、参図1の機能照査方法により作動確認を行うことが望ましい。ただし、供用年数の検証については、照査することが困難であるため、定期的な保守点検をすることが望ましい。



参図1 機能照査方法

機能照査方法について、平成28,29年度に実施した検証試験結果の概要を示す。

流出警報発信機の標準機能を参表1に示し、本試験の評価項目を参表2の通り設定し、試験フロー（参図2）に沿って調査した。新型については付着生物の影響が示唆されたことから、10年間経過した試験材料（フロート）を用いた付着生物試験を行った。なお、従来改良型は付着生物の対策として付着防止キャップが配置されていることから対象外とした。

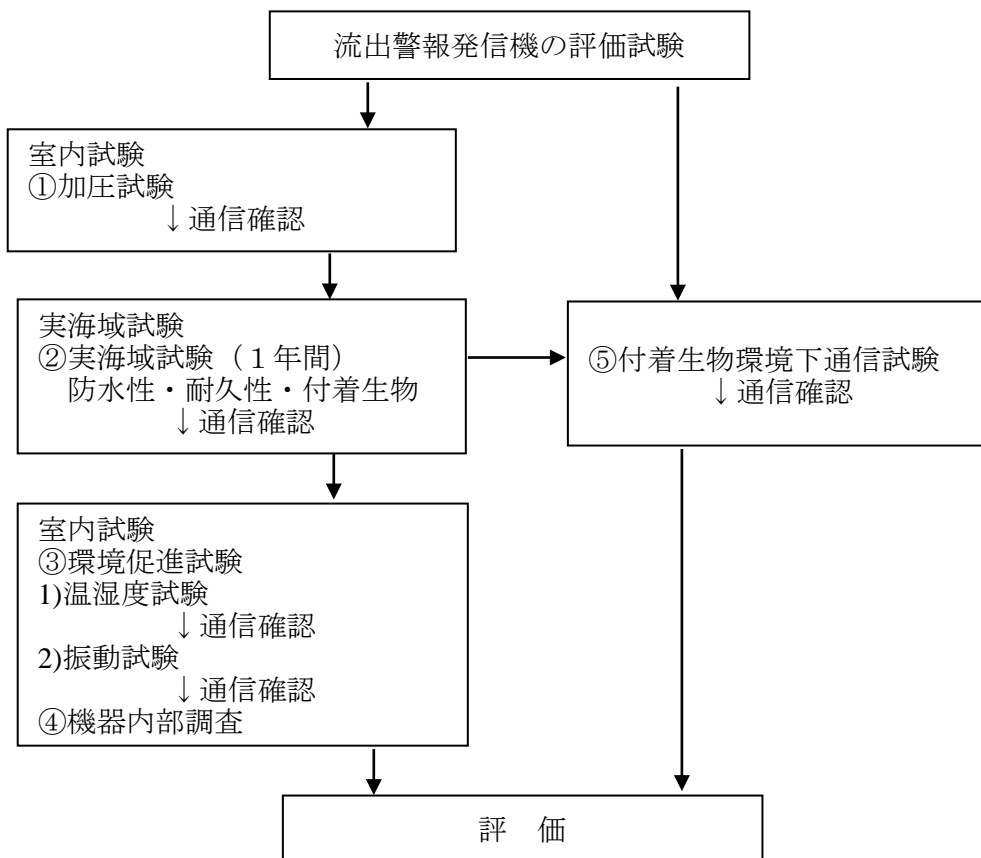
すべての各試験終了後に通信を確認したことで、作動を確認した。

参表1 標準機能

条 件		内 容
環境条件	使用海域	衛星通信圏内
	耐温度	0℃ ～ 40℃
	耐水圧	30気圧（水深300m）以上
	供用年数	10年
通信諸元	送信データ	管理番号・位置情報・残電圧量・時刻
	通信間隔 （浮上後）	1回 / 1時間（標準） 陸上側監視機器からの操作により変更できること
電源諸元	電池寿命	10年経過直後に浮上した場合でも1回/1時間の通信間隔で約200時間以上の通信が可能であること
使用材料	耐腐食	金属部品による組立製品においては腐食し難い材料を用いること

参表 2 評価項目と判定基準

項目	判定基準
防水性	● 加圧試験によって耐水圧 30 気圧以上の環境下において動作すること。
耐久性能	● 実海域試験（後述）を終えた機器を用いた環境促進試験（温湿度促進試験、振動試験）によって使用部材および部品について 10 年の耐久性を有すること
付着生物の影響	● 10 年経過相当の付着生物環境下における通信を有すること



参図 2 試験実施フロー

a) 加圧試験

【目的】

設計耐圧における防水性能を確認するため、高圧実験水槽による加圧試験を行った。

【試験条件】

流出警報発信機は一般的に礁体天頂部に配置し(社)マリノフォーム 21「中層型浮魚礁 共通仕様書」では、礁体天頂部の水深を船舶の航行安全および蝸集魚類量から、静水時 20m 以深、操業時概ね 150m 以浅としている。そこで、加圧試験における加圧値を流出警報発信機の最大(耐圧)水深として 300m (操業時水深×2) と設定し、3MPa とした。

加圧方法については、流出警報発信機の海中における定常状態を想定した I 試験および潮流等による変動を想定した II 試験を設定した。

参表 3 試験条件

I 試験	・無負荷から 1MPa ごとに 5 分保持し、3MPa まで加圧 ・3MPa で 15 分保持
II 試験	・無負荷から 3MPa のサイクル試験 15 回 (無負荷と 3MPa で 5 分保持)

試験は一連で行い、試験開始前後に通信を確認した。

・試験機 (高圧実験水槽)

内容積 : 0.53m³ , 設計圧力 : 98.07 MPa , 耐圧試験圧力 : 107.88 MPa



参図 3 高圧実験水槽 (左 : 密閉作業中、右 : 開放状態)

b) 実海域試験

【目的】

実海域において、室内加圧試験により防水性能が確認された流出警報発信機を用いて、海中12か月間の設置期間における防水性・耐久性能を調査した。

【試験条件】

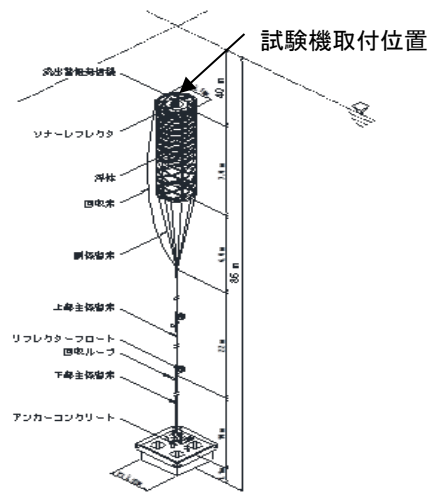
防水性・耐久性能の評価については、回収直後の通信を確認した。同時に、付着生物による通信への影響を調査した。

【試験場所】

設置地区 : 対馬市厳原阿連北西 No 2
 礁体タイプ : 剛体タイプ
 設置水深 : 礁体ヘッド位置海面下 40m
 (設置位置の水深 86m)


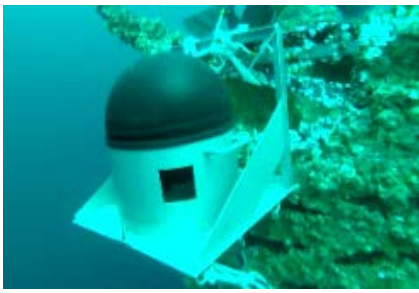




参図 4 中層浮魚礁設置地区



参図 5 中層浮魚礁の概要

参表 4 実海域試験

	A社製	B社製
設置直後		
回収直前(12か月後)		

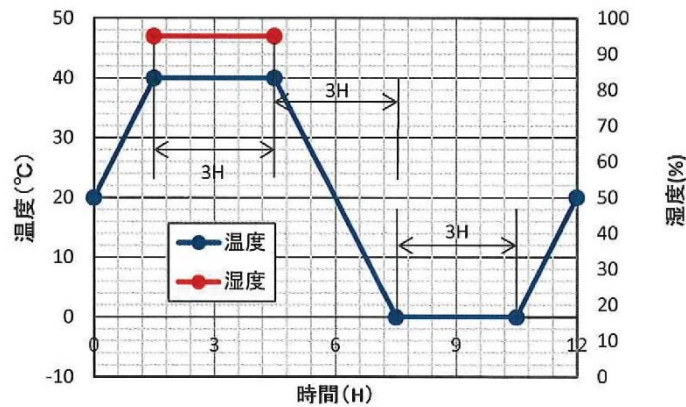
c) 温湿度促進試験

【目的】

設計耐温度における耐久性を確認するため、恒温恒湿槽による温湿度促進試験を行った。

【試験条件】

海上保安庁「光波標識用機器の性能に関する試験方法 温湿度サイクル」及び(財)日本航路標識協会「海上標識用灯器 JANA01-2009 耐環境試験」を参考に、流出警報発信機の標準機能である耐温度(0°C~40°C)を温度サイクル範囲として参図6の試験パターンを設定した。



- ①初期温度及び移行時間：+20 から+40°C、1.5 時間
- ②高温保持温度湿度および時間：+40°C、95%、3.0 時間
- ③移行温度及び時間：+40°Cから0°C、3.0 時間
- ④低温保持温度および時間：0°C、3.0 時間
- ⑤移行温度及び時間：0°Cから+20°C、1.5 時間

参図6 試験パターン

この試験パターンを3サイクル行い、下記1), 2), 3)の状態における通信を確認した。

- 1) 試験開始前
- 2) 2サイクル試験後
- 3) 3サイクル試験後(試験終了後)



参図7 恒温恒湿槽

d) 振動試験

【目的】


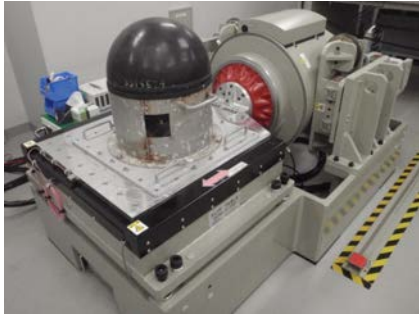


使用部品の耐久性を確認するため、振動試験機による振動試験を行った。

【試験条件】

海上保安庁「光波標識用機器の性能に関する試験方法 温湿度サイクル」及び(財)日本航路標識協会「海上標識用灯器 JANA01-2009 耐環境試験」を参考に、波による振動を想定した試験条件を以下の通り設定した。試験終了後に通信を確認した。

- ・振動数範囲 : 10~150Hz、
- ・加速度 : 20m/s²、
- ・加振方向 : 水平方向および鉛直方向
- ・加振時間 : 各方向 10 サイクル (各 1 時間 15 分)

参表 5 振動試験

	A社製	B社製
水平方向		
鉛直方向		

e)分析・調査

全試験終了後に分解観察したところ、漏水は見られず、電気系統についても正常な動作を確認した。電池容量についても、10年後も十分な電圧が得られることを確認した。

f) 付着生物試験

【目的】

付着生物が流出警報発信機（新型）の通信機能に及ぼす影響を確認する。従来改良型は、浮上時に付着物防止カバーが離脱する構造であることから、本試験にて付着生物の影響は検証しない。

【試験条件】

異なる3地区において以下の試験条件により、付着生物による通信への影響を確認した。

- ・10年間の付着生物相を対象とした通信試験を潮岬地区と日向灘地区で実施
- ・1年間の付着生物相を対象とした通信試験を対馬地区で実施

いずれの条件においても通信を確認した。

参表6 地区別による通信試験

設置地区	a) 対馬地区	b) 潮岬地区	c) 日向灘地区
付着年数	1年	10年	10年
試験日	平成29年9月13日	平成28年5月21日	平成29年2月2日
試験方法	回収直後の通信を確認する。流出警報発信機への付着生物の被度を測定する。	通信間隔を5分に設定し、各ケース6回（30分間）の通信試験を行う。 [試験条件] ・乾燥状態 ・湿潤状態	通信間隔を5分に設定し、各ケース6回（30分間）の通信試験を行う。 [試験条件] ・被度90%（湿潤状態3cm厚） ・被度95%（湿潤状態3cm厚）



参図5 付着状態（右：A地区, 中：B地区, 左：C地区）

■参考資料-3：

＜海上保安庁の光波標識用機器の性能に関する試験方法＞

10 温湿度サイクル（耐候性）

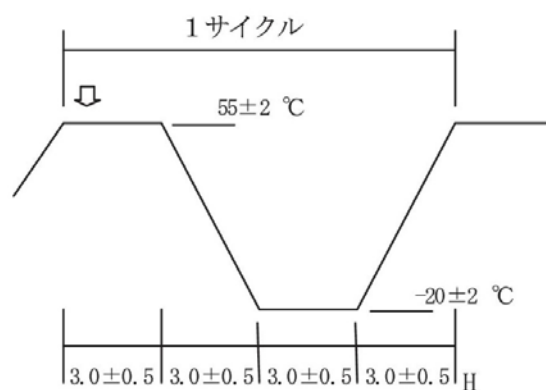
(1) 動作

温湿度槽内に灯器を納め、点滅装置を正規に結線し、第3図のような温度サイクルを前処理を行わず3サイクル与え、3サイクル目で同図の矢印付近（指定温度）において定格入力電圧を印加し、点消灯、電球交換及び灯質、その他の機能に異常の無いことを確認する。

(2) 外観

試験終了後に各部品及び材料の変形、変色又は劣化及び結露等による異状がないことを確認する。

なお、上記試験については、メーカー発行の保証書によって、それに代えることができる。



[図]

(注) 10°C 以上における相対湿度を90～96%とし、 10°C 以下の相対湿度は、90～96%の無調整のままとする。

11 耐振動

振動については、JIS規定（小型電気機器の振動試験方法）の試験方法に準じ、1時間試験を行った後、通電点灯試験を行い、点消灯、電球交換及び灯質、その他の機能に異状のないこと並びに灯器、各部品及び材料の損傷並びにボルトナット類の緩みがないことを確認する。

振動変位振幅は、その時の振動数と組み合わせて生ずる加速度が、 19.6m/s^2 {2gn} となるようにする。

なお、上記試験については、メーカー発行の保証書によって、それに代えることができる。

5.3.3 耐環境試験 JIS C60068-2-38 (環境試験方法—電気・電子) 温湿度組合せ (サイクル) 試験方法に準じ、次の方法により行う。

- (1) 取付方法 灯器を開放状態とし、適当な方法で適当な位置に取付ける。電源は槽外より灯器定格電圧を印可できるよう準備する。
- (2) 前処理 特に行わない。
- (3) 初期測定 5.2 の試験において、周期及び日光弁の感度の測定を行い、また外観を調べる。
- (4) 試験方法 JIS C60068-2-38 の試験方法 6.3.1.1 を次のとおり変更して行う。
上限温度を $55 \pm 2 \text{ C}$ とする。
- (5) 試験サイクル数 2 サイクルとする。
- (6) 低温サブサイクル 2 サイクル内の 1 サイクルにおいて適用する。
- (7) 試験途中の測定及び電圧印可 低温サイクルの途中及び第 2 サイクルの e 段階の途中において、灯器定格電圧を印可し、周期及び明時間の測定を行う。
- (8) 最終測定及び電圧印可 第 2 サイクルの段階 f の終了後、槽から取出し、5.2 の試験状態に 1 時間放置した後、灯器定格電圧を印可し、周期及び明時間の測定を行い、また外観を調べる。
- (9) その他については、JIS C60068-2-38 による。

5.3.4 振動試験 振動試験は、実装状態で 3 方向(x,y,z)について、JIS C60068-2-6 (環境試験方法・電気・電子・正弦波振動試験方法) により、掃引試験を次ぎにより行う。

振動数範囲は $10 \sim 150 \text{ Hz}$ 、加速度は (20 m/s^2) 各軸のサイクル数は 10 回、時間は 1 時間 15 分とする。

■参考資料-4：

＜中層浮魚礁の流出軽減技術の検討委員会＞

■委員長

- 上北征男 福井県立大学名誉教授

■委員

- 大竹臣哉 福井県立大学海洋生物資源学部 教授
- 横山 純 長崎県水産部 参事監 (H28 年度)、中村 隆 長崎県水産部 参事監 (H29 年度)

■水産庁

- 坂本清一 増殖推進部研究指導課海洋技術室 室長 (H28 年度)
- 三野雅弘 増殖推進部研究指導課海洋技術室 室長 (H29 年度)
- 鏑木健志 // 課長補佐
- 神力義美 // 漁業復興推進官
- 松村貴子 // 企画係長 (H28 年度)
- 岡崎遼太郎 // 先端技術班経営指導係

- 宮本博文 漁港漁場整備部計画課調査班 課長補佐
- 津田藤典 // 係長 (H28 年度)
- 戸瀬憲人 // 特定調査調整係 (H29 年度)
- 不動雅之 // 整備課設計班 課長補佐

■事務局

- 吉田儀弘 一般社団法人 マリノフォーラム 2 1 (H28 年度)
- 武田真典 一般社団法人 水産土木建設技術センター (H29 年度)
- 山本秀一 株式会社 エコー (H29 年度)
- 志賀隆顕 専門技術員 (H29 年度)
- 高橋延幸 専門技術員 (H29 年度)
- 青山 勸 専門技術員 (H29 年度)