

膨脹式救命胴衣の電気式センサー感知式  
開栓装置（充気装置）に関する技術開発

報告書

平成 27 年 3 月

一般社団法人 日本船舶品質管理協会

## 目 次

第1章	事業の背景及び目的	2
第2章	事業の目標	2
第3章	事業内容	3
第4章	事業の実施スケジュール	4
第5章	技術開発の実施状況	4
5.1	火薬ユニットの設計、製作	4
5.1.1	火薬量等の検証	4
5.1.2	火薬室の基本設計、製作	5
5.1.3	ユニット部の設計、金型製作	5
5.2	モーターユニットの設計、製作	7
5.3	開栓装置本体の設計、金型製作	7
5.4	信頼性・性能評価試験	8
第6章	商品化に向けた今後の活動	8
第7章	まとめ	8

## 第1章 事業の背景及び目的

膨脹式救命胴衣は着衣性に優れ、小型船舶の救命胴衣として使用されているばかりでなく、マリンレジャーやマリンスポーツ用としても広く普及している。膨脹式救命胴衣は、胴衣本体に装着されているガスボンベのガスにより、胴衣が海中に着水するとほぼ瞬時に胴衣本体が膨脹して浮力を得る構造となっている。従って、膨脹式救命胴衣が着水した時点で瞬時にガスボンベを開栓する機構（感知式開栓装置）は、将に同救命胴衣の心臓部である。

国内の膨脹式救命胴衣の多くは、和紙をセンサーとした感知式開栓装置を使用しているが、近年次の理由により、その改良あるいは新タイプの装置の開発が求められている。

①膨脹式救命胴衣等を対象とした ISO 規格が規定され、「低温環境（ $0\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）下に 24 時間放置された状態で、膨脹式救命胴衣の着水後 5 秒以内にガスボンベが開栓されること」との要求が新たに規定されたが、従来型の開栓装置ではこの要求を満足することが困難であること。

②使用中の膨脹式救命胴衣について、日本小型船舶検査機構（JCI）で膨脹テストを行った結果、膨脹が開始（ガスボンベが開栓）されるまでに 5 秒以上要した胴衣が多数あった。膨脹開始が遅れた救命胴衣を調査した結果、感知式開栓装置の劣化、油汚れ等が原因であることが明らかとなり、救命胴衣の保管状態によっては、1 年あるいは 2 年間隔の整備が必要であることが分かったこと。

これらの状況を踏まえて、本技術開発では、上記 ISO 規格の要求事項を満足し、かつ実際の保管環境下においても 5 年程度の間隔で整備を行えば作動機能を維持できる膨脹式救命胴衣を製造することを最終目標として、電気式センサーを用いた新しいタイプの感知式開栓装置の技術開発を行うこととする。

## 第2章 事業の目標

電気式センサー、開栓用動力を作動させる為のバッテリーは長期使用を目標とした際に、微量の電流の消費、また環境などの影響で自己放電などが起こる。火薬式、モーター式にしても作動させる為の電圧、電流を長期間維持出来るものにはなくてはならない。そこでメンテナンスフリー期間を 5 年以上の目標を設定して、デジタル回路の技術を用いて待ち受け時にはほとんど電池消耗しない回路の開発をする。

また、救命胴衣使用前の点検時にも、作動可能な状態を容易に確認出来る構造とする。更に、膨脹式救命胴衣として繰り返し使用を可能とする為には、安全性、メンテナンス性を考え電気式センサーと作動部を交換可能な複数のユニットとし、ガスボンベ開封部を有する装置本体（救命胴衣気室部に固定されている）に再セットできる構造とし、交換作業時には、誤装着など起こりえない構造に設計する。

膨脹式救命胴衣のメリットとして、未使用時にはコンパクトに畳んでセットされていて、使用時には通気性が良く、作業性も良い事が使用者に受け入れられている事を考えた際には、装置全体をできるだけ軽量・コンパクト化する。誤使用防止という観点から装置とボンベの取り付け方法を従来のネジ式からワンタッチロック装着式とする。

開発目標として具体的な仕様内容は以下のとおりである。

- (1) 低温  $0^{\circ}\text{C}$  ( $0\pm 2$ ) で 24 時間放置後、5 秒以内でのガスボンベを開栓できること。
- (2) 整備の実施間隔が 5 年以上であること。
- (3) 電池容量を可視化できること。

- (4) 電気式センサーと作動部のみを交換できる構造であること。
- (5) サイズが縦 13cm×横 9cm 以下であること。
- (6) 重量が 200g 以下であること。

Supported by  日本 THE NIPPON 財団 FOUNDATION



気室                      手動作動                      エア充填バ  
ガスボンベ                      充気装置

### 第3章 事業内容

平成 26 年度の事業内容は以下のとおりである。

#### ①センサー、駆動部ユニット化

##### 【1】火薬ユニット設計金型製作

- (1) ボンベ開栓に必要な火薬量、火薬種類の選定。
- (2) 火薬の劣化を防ぐ薬室、駆動箇所の開発。
- (3) 耐候性、防水性能をみたく交換可能なユニットの設計製作。

##### 【2】モーターユニット設計金型製作

- (1) ボンベ開栓に必要な駆動力を得られ且つ、必要な開栓速度を満たす構造の設計開発。
- (2) 性能条件を満たすモーターの選定。
- (3) 耐候性、防水性能をみたく交換可能なユニットの設計。

#### ②装置本体設計金型製作

- (1) 容易にセンサーユニットの交換が可能な本体の設計金型製作。
- (2) 耐久性、耐衝撃に優れた軽量な本体の設計。

#### ③充気装置の信頼性試験の実施 (ISO よりきつい社内試験基準にて実施)

- (1) 高温、多湿で放置した際の状態



### 5. 1. 2 火薬室の基本設計、製作

火薬室の構造は、電気導火線先端部の形状を利用し、横になっても火薬を保持(移動を最小限に抑える)形状とし、また、開栓装置は水に濡れることで作動するものであり、火薬を使用するため防水対策として、シリンダー部分及び配線側にOリングを使用し、さらに、ネジで抑え込むことで防水対策と電気導火線の固定もできる構造とした。(図1)

その後、金属及び樹脂の切削品で火薬室の性能試験を繰り返し行い、シリンダー部のOリングの耐久性、気密性についても十分であることを確認し、また、最適な構造、形状を選定し、さらに、成型予定樹脂で所期の性能がでることが確認できたため、それに基づき金型成形品を製作した。(写真2) なお、成形品の防水試験も実施し、火薬室の防水機能が十分であることを確認した。

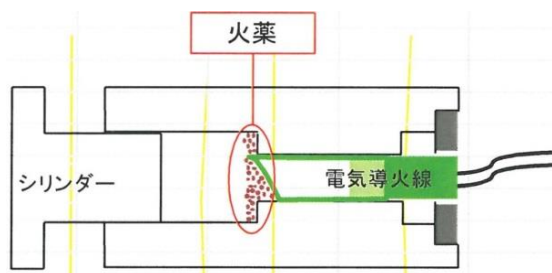


図1 火薬室基本構造



写真2 成形品火薬室

### 5. 1. 3 ユニット部の設計、金型製作

以下の事項を盛り込みユニットを設計した。

- ①ユニット部は当初の予定どおり1回限りの使用とし、再セット不可とする。
- ②チェックボタン・LED表示部は胴衣装着時に正面となる位置に設置する。
- ③水感知センサー部は降雨などによる誤作動低減のため、下側に設置する。
- ④できる限り火薬とモーター共用のユニットとする。

製作は、まずユニット部の切削モデルを作り、バッテリー、基盤、火薬室とのマッチングの検証を行い、不都合部分の洗い出し及び微調整をしながら、金型製作にフィードバックしていった。バッテリー、火薬室、基盤を収納した画像を以下に示す(写真3)。

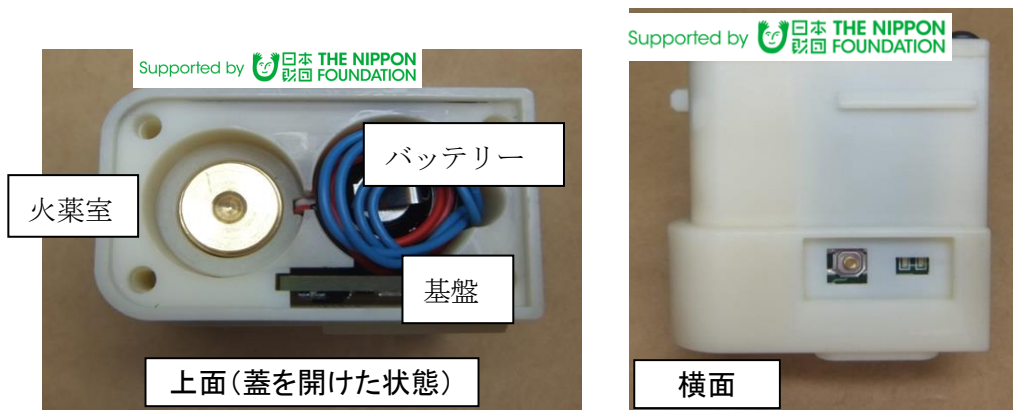


写真3 ユニット部収納時

また、ユニット底面は、水感知センサーが誤接触による誤作動を防ぐため外壁を設けたが、かなりの確率で気泡が発生し、センサーが反応しない症状が発生した。そこで、水感知センサー周辺に 10mm 程の切欠きを 3ヶ所作り、外壁寄りの中央の壁も撤去することで良い結果を得ることができた。(図 2)

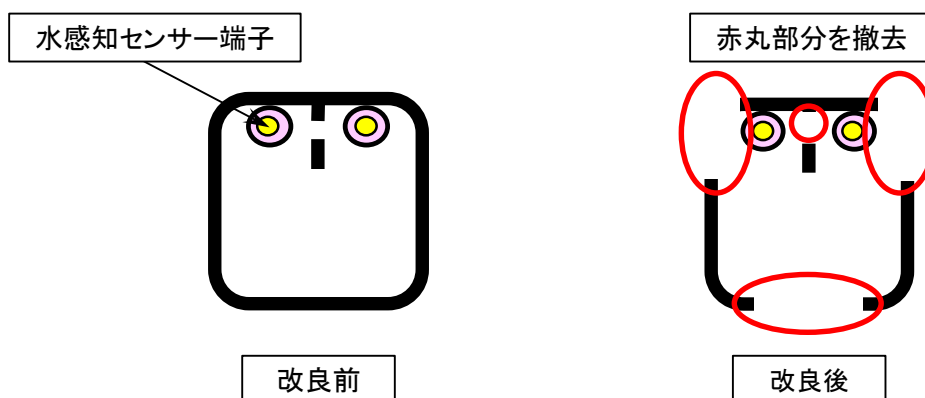


図2 水感知センサー部の改良

これらの検討により検証した形状でモーター式でも使用できるように考慮した金型を作り、試作品を成型し、バッテリー、基盤、火薬室とのマッチングも良好であることを確認した。

## 5. 2 モーターユニットの設計、製作

昨年度繰り返しボンベ開栓試験時に使用した試作品を元に、モーターとギアを組み合わせ一体としたギアユニットを製作し、これを組み込んだモーター用ユニットの一部を切削品にて製作し作動試験を行った。試験は昨年度行ったバッテリーテストと同様の結果となり、試作レベルでのギアユニットの信頼性を確認することができた。

このことによって、モーター式でも技術的に開発が可能であることが確認できたが、火薬式とモーター式を比較した際に、①火薬式は3V、モーター式は6V駆動のため、バッテリーが火薬式に対し2倍必要であり、ユニット部の小型化が難しいこと ②金属製のモーター、ギアまで内蔵すると、ユニットの重量も増してしまうこと ③価格の面でもモーター、ギアの部分が高額になり、ユニット部は1回限りの使い捨ての仕様のため、使用者の負担も大きなものになってしまうこと  
の理由により小型、軽量で安価な火薬式を採用することとした。

## 5. 3 開栓装置本体の設計、金型製作

開栓装置本体は、ユニット部の組み込み方式はスライド式とし、ロックボタンを解除し、ユニット部をスライドさせて装着すれば、自動的にロックが掛かり容易には外れない構造とした。また、不作動の場合には手動で作動させることのできるレバーを備えることとした。(写真4、5)

製作は、まず開栓装置本体の切削モデルを作り、撃針、手動レバー、ボンベ、ユニット部とのマッチングの検証を行い、不都合部分の洗い出し及び微調整をしながら、金型製作にフィードバックしていった。これを繰り返し最適な形状で金型を作り、試作品を成形し、撃針、手動レバー、ボンベ、ユニット部とのマッチングも良好であることを確認した。

撃針の部分は、当社充気装置で十分実績のあるものを使用し、また、手動レバーは、数種類試作品を製作し、開栓時の力と形状のマッチングの試験を実施し最適なものを選定した。

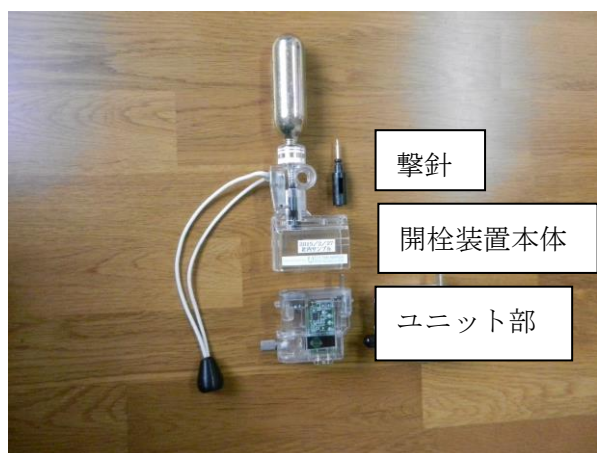


写真4 開栓装置本体及びユニット部

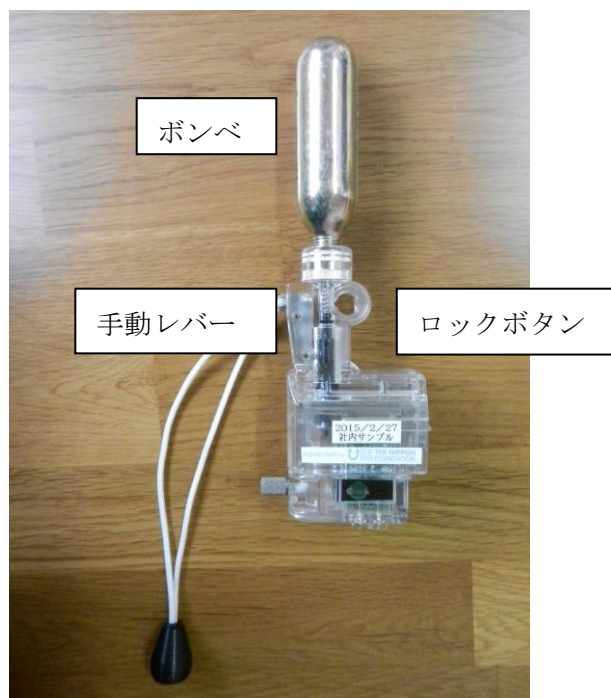


写真5 開栓装置本体にユニット部を装着した状態



#### 5. 4 信頼性・性能評価試験

以下の各試験を製品安全評価センター、都立産業技術センター等において実施した後、試験体には破損、不具合等はなく、所期の目標である5秒以内に正常に作動することを確認した、

- 温度繰返し試験(ヒートサイクル試験)
- 低温試験
- 湿度試験
- 高温試験
- 促進耐候試験(キセノン照射)
- 塩水噴霧試験
- 回転衝撃試験
- 耐油試験(油分付着試験)

### 第6章 商品化に向けた今後の活動

今回開発した火薬式による電気式センサー感知式開栓装置(充気装置)を、膨脹式救命胴衣に取り付けることにより、ISO規格の要求事項を満足し、かつ、実際の保管環境下においても5年間程度の間隔で整備を行えば作動機能を維持できる膨脹式救命胴衣が製造できることになる。

今後の商品化に関しては、火薬を使用することから、火薬類取締法の適用状況を調査する必要がある、火薬の取り扱いに必要な資格や申請の手続きが不要となれば、自由な商品販売が可能となる。

また、製品の劣化については、国の基準である型式承認試験基準の促進耐候試験を満足した結果となっているが、膨脹式救命胴衣メーカーから十分に信頼性のある製品であることを認識してもらうために、開発試作品を太陽の自然光に晒すなど自然環境下での耐候試験を追加で実施する予定である。

さらに、開発品を組み込んだ膨脹式救命胴衣について、国の型式承認を取得し、検定を受け、これに合格した後に商品として販売できることになるため、救命胴衣メーカーに手続きを速やかに進めていただくよう働きかけていく予定である。

### 第7章 まとめ

本年度は①センサー、駆動部のユニット化、②装置本体設計、金型製作、③充気装置の信頼性・性能評価試験をおこなった。

センサー、駆動部のユニット化に関しては当初目標の①ボンベ開栓に必要な火薬量、火薬種類の選定、②火薬の劣化を防ぐ薬室の設計、製作、③耐候性、防水性能を満たす交換ユニットの設計、製作等の目標が性能評価試験によって立証され、達成することができた。

装置本体設計、金型製作に関しては、①容易にユニットの交換が可能な本体の設計、金型製作、②耐久性、耐衝撃性に優れた軽量の本体の設計等についても前項目同様に性能評価試験によって立証され達成できた。

最後に、装置を膨脹式救命胴衣に取付け、衝撃を加えても装置が破損しないことが確認され、救命胴衣をプールに浸水させて、装置が5秒以内作動開栓することも確認され、所期の目標である電気式センサー感知式開栓装置を開発することができた。