令和 3 年度

農林水産業･食品作業における労働安全強化対策推進事業のうち

漁労機器の音声停止システムの開発･実証委託事業

事業実施報告書

漁労機器の音声停止システムの開発･実証委託事業共同実施機関

一般社団法人海洋水産システム協会

ニチモウ株式会社

西日本ニチモウ株式会社

協力：マリンハイドロテック株式会社

目　次

１．開発・実証の目的，目標および内容 1
（１）開発・実証の目的 1
（２）開発・実証の内容 1
a. 漁労機器の音声停止システムの現場での試験導入・実証 1
b.音声停止システムの有効性の検証 1
２．実施内容と報告 2
（１）音声停止システムの設計と試作 2
（２）陸上試験 7
a. 音声コマンド認識率，巻き込み事故防止に関する検証 7
b. 音声コマンド認識率に関する改良 9
（３）漁船における実証試験 9
a. 試験内容と結果 9
b. 漁業者評価と停止に要する時間に関する考察 14
（４）巻き込み事故の発生事例調査 15
３．実施内容の評価 17
（１）システムの機能評価 17
a. 音声認識にかかる事項 17
b. 漁労機器の停止機構 17
（２）システムの拡張性 18
４．今後に向けて 18
５．付録 19

１．開発・実証の目的，目標および内容

（１）開発・実証の目的

漁労作業中の漁労機器への巻き込み事故が多発している実態を踏まえ，漁労機器に巻き込まれ，腕が動かせない（機側での油圧機器手動停止操作ができない）場合にも，油圧機器の停止操作が可能となる音声停止システムについて，現場における安全対策の効果の検証を行うことを目的とした。

漁船に装備されている陸揚げ用漁労ウィンチに音声認識システムを追加装備することで，人間の音声に反応して駆動中のウィンチが停止するシステムを開発し，音声にて漁労機械が停止することを実証するとともに，漁船における漁労用油圧機器への巻き込み事故の発生例を調査・検証して、当該事故の回避に寄与できたかを評価することを本開発の目的とした。

（２）開発・実証の内容

a. 漁労機器の音声停止システムの現場での試験導入・実証

主機・補機作動中の漁船において，漁労作業中に漁業者の声を認識し，漁労用油圧機器の動作を十分かつ確実に停止することを目的とした音声停止システムを開発・試作した。その有効性を確認するため，漁労機器の音声停止システムを実際の漁船の漁労機器に組み込み，実際の操業と同条件で実証試験を実施した。音声停止システムおよび実証試験漁船の要件については、以下のとおり。

①音声停止システムについて

音声停止システムは，音声によって電磁弁等を操作することで漁労機器を制御するシステムであり，多様な漁労機器に対応できる。また，漁労機器の制御は，音声のみではなく，手動操作も可能なシステムである。

本開発では，まき網漁業の運搬船に設置されている陸揚げ用の漁労ウィンチを音声で制御し，漁労作業中に漁業者の音声を認識して同ウィンチの動作を確実に停止させるシステムを開発・実証した。また，陸上試験にて巻き込み事故の発生事例が多いＶローラー（ボールローラー）などの漁労機器に対する適用についても確認した。

②実証試験漁船について

当該実証試験は，主として鹿児島・宮崎地区にて操業を行っているまき網漁業の運搬船にて実施した。実証試験に当たっては，音声停止システムを油圧で駆動する陸揚げ用漁労ウィンチに付加し，陸揚げ作業を模した運用において実証試験を実施した。

なお，実証試験に際しては，誤作動による事故等を防止するため，事業担当者が漁船に乗り込んで実施した。

b.音声停止システムの有効性の検証

当該システムにより，巻き込み事故が回避できるか，また，漁労作業を害することがないかについて，漁船における漁労用油圧機器への巻き込み事故の発生例を調査するとともに，実証試験の協力漁業者へのヒアリング等を実施し，その効果を検証した。また，検証結果から当該

システムが巻き込み事故の回避に寄与できたかを評価した。

なお，検証，評価にあたっては，学識経験者や漁業に関する有識者を含む検証委員会（表 1）を設置して実施した。検証委員会の開催実績は表 2 の通り。

表 1　漁労機器の音声停止システムの開発・実証委託事業検証委員会

氏　名	所属および役職
小田　健一	元水産工学研究所　漁業生産工学部長
松下　吉樹	国立大学法人長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科　教授
三次　亮	全国漁業協同組合連合会　漁政部　次長
髙橋　秀行	国立研究開発法人　水産研究・教育機構 環境・応用部門　水産工学部 漁業生産工学グループ　主幹研究員

表 2　検証委員会開催実績

	開催日	出席者	検討内容等
第 1 回	令和 3 年 8 月 20 日 （web 会議）	19 名	・事業計画について （目的と計画概要、実施計画、評価項目（案）について） ・実施スケジュールについて
第 2 回	令和 4 年 2 月 16 日 （web 会議）	16 名	・事業の進捗状況について （陸上試験結果報告、漁船試験速報）
第 3 回	令和 4 年 3 月 15 日 （web 会議）	15 名	・実証試験結果について （試験結果報告と評価について）

２．実施内容と報告

（１）音声停止システムの設計と試作

本開発における音声停止システムは，音声コマンドの認識により漁労用油圧機器を停止するものである。これを実現するために，油圧機器の作動油を遮断することにより，当該機器を停止させる機構を開発した。この概念図を図 1 に示す。従来の漁労用油圧機器と機側操作用油圧切換弁（操作レバー）とをつなぐ油圧回路の途中に「作動油遮断用電磁油圧切換弁（以下，作動油遮断装置）」を取り付け，これを音声コマンドで操作することにより，本システムを実現した。これより，従来の手動式操作と異なり，機側操作をせずに当該機器を停止できる。このシステムの構成と制御フローを図 2 に示す。マイクより入力された音声コマンドは，音声認識停止操作制御盤にて処理され，作動油遮断装置に電気信号が送られることによ

り作動油を遮断し，当該油圧機器が停止する仕組みである。また，作動油遮断装置による停止で巻き込み事故を防止した後は，作動油遮断装置を再び開放する音声コマンドにより，通常の機側操作が可能な状態に戻すことができる。なお，ここで用いる音声コマンドをユーザーが任意に設定できるように，音声認識停止操作制御盤はタッチパネルを備えている（独自のライブラリを作成して使用する）。

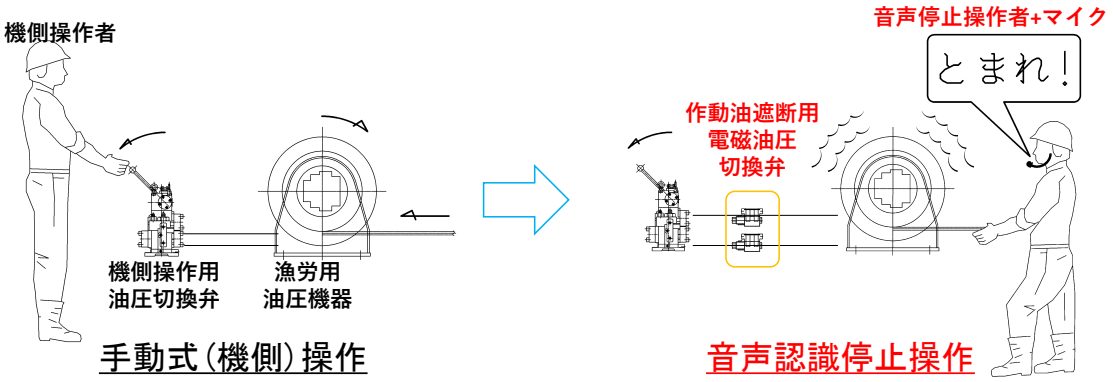


図 1　作動油を遮断することによる油圧機器の音声停止システムの概要

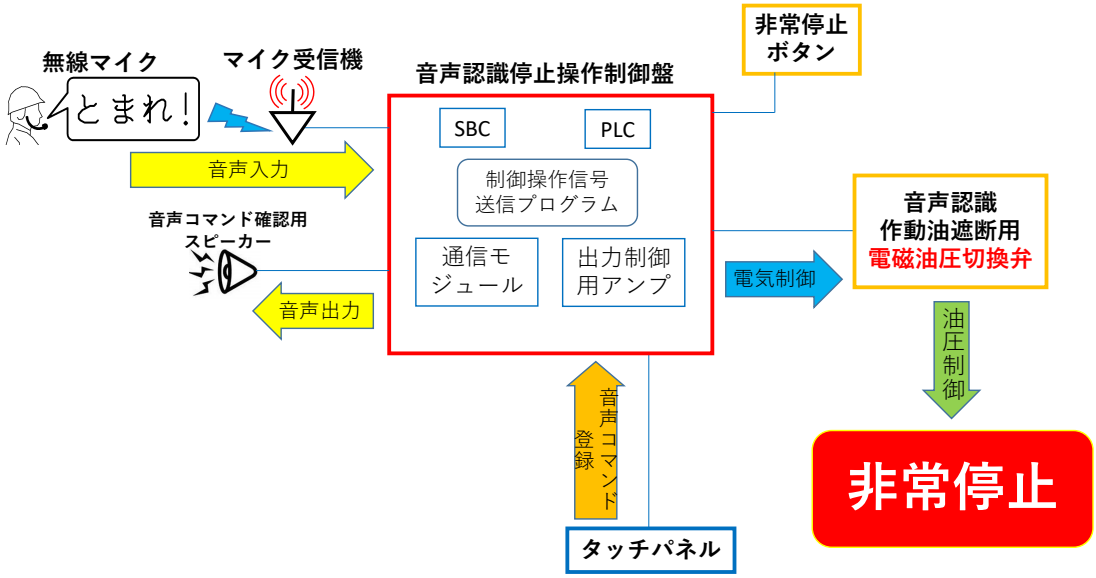


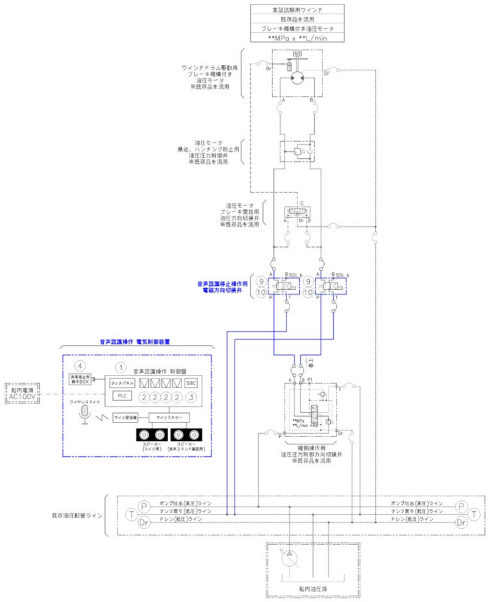
図 2　音声停止システムの構成と制御フロー
（主要構成部品の詳細は付録 1 を参照）

音声コマンド入力に用いるマイクは，漁労作業中にも使いやすいものであり，誤作動を生じにくいものであることが求められる。これを確認するために，開発過程においては複数種類のマイクについて試験し，使用するマイクを決定した（図 3）。試験に供したマイクは，頭部などに装着するタイプのマイク 2 種類（指向性マイク：KIMAFUN 社 KM-G102-3，咽喉マイク：Retevis 社製）および設置型マイク 1 種類（集音マイク：FIFINE 社コンデンサーマイク K690）である。装着するタイプのマイクは複数人が乗船する漁船にて，設置型マイクは 1 人乗り操業をする漁船における利用を想定したマイクである。また，マイクと音声認識停止操

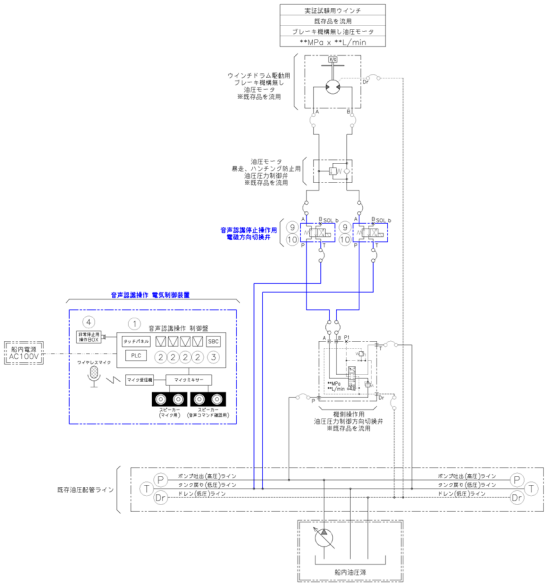
作制御盤の通信方法として，無線通信 4 種類（2.4GHz：指向性マイクに付属，Bluetooth：南豆無線電機 NZ-W210C，デジタルトランシーバー：八重洲無線 SR740）および有線通信を試験に供した。さらに，周辺環境音（機関や風切音など）や通信によるノイズなどの影響およびシステムへの入力を調整するため，ミキサー（オーディオミキサー：Mckie 社コンパクトアナログミキサーMIX5）を利用した（図 3）。検証の結果，2.4GHz 無線通信の指向性マイクで，ミキサーを介してシステムに音声コマンドを入力する構成がもっとも安定的に通信，入力できることがわかったため，本開発における試験ではこの構成を採用した。

図 3　開発において検討したマイクおよび周辺機器

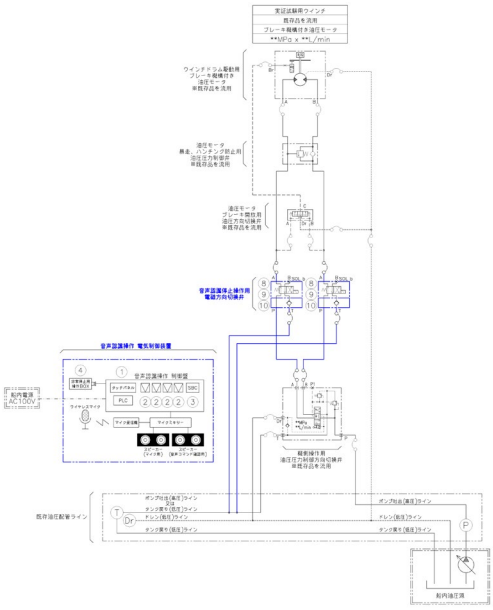
つぎに，本システムに適する油圧回路の構成を設計した。まず，漁船全体の油圧回路の構造には大きく 2 種類があり，トロール漁船などの少数の油圧機器に大きな負荷がかかる漁船に多く採用されている「直列回路」と，まき網漁船などの同時に多くの油圧機器を作動させる漁船に多く採用されている「並列回路」である。また，油圧機器の動作部である油圧モータについては，ブレーキ機構を有するものと，無いものの 2 種類がある。ブレーキ機構を有する油圧モータの場合，作動油を遮断したままモータ内に圧力が残っているとブレーキが解除された状態になってしまうので，例えば，荷役ウィンチなどでは作動油を遮断して停止した後に吊り荷が自重で落下してしまう。よってブレーキ機構を有する油圧モータに本システムを用いる場合は，作動油を遮断するとともに，油圧モータ内の残存圧力（残圧）を開放する必要がある。このように，油圧回路の構造が 2 種類と，ブレーキ機構の有無の 2 種類との組み合わせにより，本システムにおいては 4 種類の油圧回路構成を検討した（図 4）。



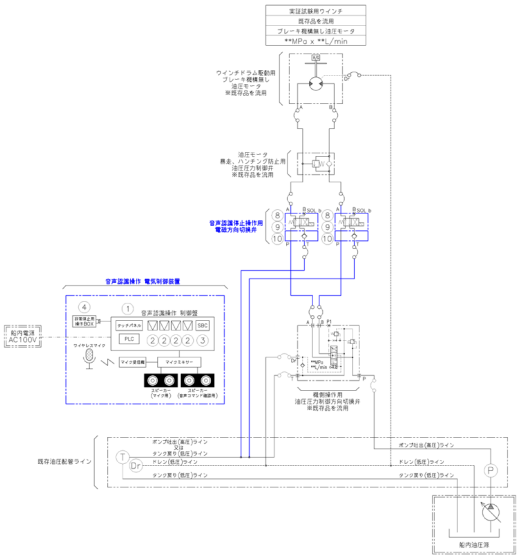
A. 並列回路，ブレーキ有



B. 並列回路，ブレーキ無



C. 直列回路，ブレーキ有



D.直列回路，ブレーキ無

図 4　設計した音声停止システムの油圧回路構成（4 種類）

本開発において検討した本システムの油圧回路構成では，複数の油圧機器を使用する漁船においても，巻き込み事故が発生しそうになった油圧機器のみを停止し，それ以外の油圧機器は通常通り作動することが可能となる。また，これら 4 種類の回路構成のいずれかを採用することで，ほぼすべての漁船の漁労用油圧装置に本システムを適用可能である。さらに，本システムに必要な機器を設置する空間的余裕があれば，既存の漁船油圧機器にも本システムを付加することが可能である。これについては，付録にて装置寸法・重量，および適用可能範囲について資料を示す。

上記のような音声停止システムを実現するために，図 2 に示したフロー図の機能を有する音声認識停止操作制御盤を試作した（図 5）。さらに，音声操作による停止のバックアップ機能として，押しボタン式の非常停止スイッチを盤に付加した。非常停止スイッチについては，2.(3) 漁船における実証試験にて後述する。

図 5　音声認識停止操作制御盤（上：正面，下：内部）および非常停止ボタン（右）

（２）陸上試験

a. 音声コマンド認識率，巻き込み事故防止に関する検証

試作した音声停止システムの機能を確認するために，マリンハイドロテック株式会社（以下，MHT）本社工場（福岡県福岡市）にて陸上試験を実施した。この試験においては，音声コマンドの認識率に関する調査，本システムの巻き込み事故防止の有用性について検証した。

MHT 本社工場にて V ローラーを設置し，これに音声停止システムを付加して陸上試験を実施した（図 6，令和 4 年 1 月 20 日，環境騒音約 67dB）。まず設計通りにシステムが機能し，音声コマンドにより V ローラーを停止できることを確認した。このとき，音声コマンド発声開始から対象油圧機器が停止するまでに要する時間は，約 1.5 秒であった。

次に，音声コマンドの認識率について検証を行った。ここで言う認識率とは，同一の被験者が発した複数の音声コマンドをシステムが正しく認識する割合，または，同一の音声コマンドを複数の被験者が発したときにシステムが正しく認識した割合と定義する。検証した音声コマンドは停止用の 3 種類「ていし」「とまれ」「きけん」と，解除用の 3 種類「おふ」「くりあ」「りせっと」の 6 種類で，これを 6 人の被験者が各音声コマンドを 3 回ずつ発声して（計 18 回），その認識率を検証した。この結果を表 3 にまとめる。まず被験者による違いを見ると，認識率が最低 61%から最高 100%と，大きな差があった。また音声コマンドによる違いを見ると，認識率が最低 72%から最高 100%との差となった。これはつまり，音声コマンドを発する人（操作者）に応じた認識のしやすさと，音声コマンドの種類に応じた認識のしやすさがあることがわかった。本システムの利用においては操作者を選択することはできないため，この結果より，認識率が高い（認識しやすい）音声コマンドを採用するべきであることがわかった。

さらに，マネキンを用いてこの V ローラーへの巻き込まれ事故を再現し，音声停止システムにより事故を阻止できることを確認した（図 7）。

表 3　陸上試験における音声コマンドの認識率調査
（被験者，音声コマンド毎のまとめ）

		被験者						コマンド毎認識率
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	
音声コマンド	出身地方，年齢	九州，30代	中国，30代	九州，40代	九州，60代	九州，30代	関東，30代	
	ていし	3/3	2/3	0/3	3/3	3/3	2/3	13/18(72%)
	とまれ	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	18/18(100%)
	きけん	3/3	3/3	2/3	2/3	3/3	3/3	16/18(89%)
	おふ	2/3	2/3	0/3	3/3	3/3	3/3	13/18(72%)
	くりあ	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	18/18(100%)
	りせっと	3/3	2/3	3/3	3/3	3/3	3/3	17/18(94%)
被験者毎認識率		17/18(94%)	15/18(83%)	11/18(61%)	17/18(94%)	18/18(100%)	16/18(89%)	

※各被験者が 1 つの音声コマンドを 3 回発生した時の正常動作回数，赤字は 90%以上の結果

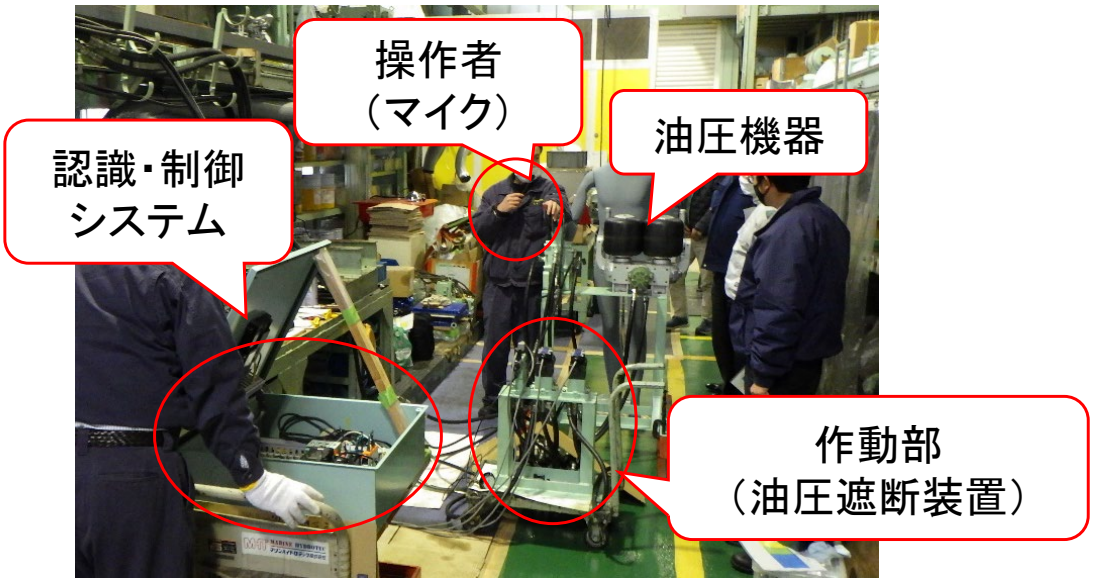


図 6 陸上試験の様子（マリンハイドロテック株式会社本社工場，令和 4 年 1 月 20 日）

音声停止システムがある場合（事故阻止）

音声停止システムがない場合（事故発生）

図 7 音声停止システムの V ローラーへの適用例
（マネキンを使ったデモンストレーション）

b. 音声コマンド認識率に関する改良

認識率を高めるように音声認識システムの，プログラム改良を行った。本システムにおいて入力された音声は，音声認識停止操作制御盤内の SBC（Single Board Computer）にて処理され，あらかじめ設定されたライブラリ（辞書）と照合し，一致していると判定した場合に音声コマンドとしてシステムが認識し，作動する（図 2）。ライブラリに登録されているコマンドと，入力された音声を文字化した内容が一致しているか否かの判定は，ソフトウェア内の一致の程度が予め設定した閾値（プログラム上の設定数値）を超えるか否かでなされる。閾値の設定値が100%に近いほど判定が厳密となり一致判定が得られにくくなる。一方，閾値を低く設定すると一致判定を得られやすくなるが，誤認識しやすく意図せぬ作動が発生する可能性が高くなる。陸上試験実施時の閾値（90%）を変更し，より適切に一致判定がなされるように設定することを検討した。ここでの適切とは，音声コマンドを高い割合で認識し，誤作動が少ないことと言える。試行錯誤により適切な閾値を検証した結果，閾値を 70%とすることにした。また，使用する音声コマンドも追加で検証し，「ていし」「やめて」の 2 種類を停止用音声コマンドとして使用することとした。

このように閾値を 90%から 70%に変更し，また，音声コマンドを限定することにより，陸上試験における被験者 No.3 （コマンド認識率が 61%）の認識率が 90%まで高まることを確認した。

なお，試作した音声操作認識制御システムにおいて，世界的な半導体不足の影響により，濁点および半濁点に対応していない装置（電子部品）を使わざるを得なかった。よって今回検証した音声コマンドは，これらを含まないものだけとなっている。当該装置を濁点・半濁点に対応したものに変更すれば，本システムも濁点・半濁点を含む音声コマンドが使用可能となる。

（３）漁船における実証試験

a. 試験内容と結果

鹿児島県串木野漁港にて，第四十八金比羅丸（株式会社桑原水産所属，まき網漁業運搬船，船質 FRP，総トン数 64 トン，主機馬力 724kW（約 1,000 馬力），全長 24.25m×幅 6.08m×深さ 2.72m）のブーム付き荷役ウィンチに音声停止システムを付加し（油圧回路図を図 8 に示す），令和 4 年 2 月 15 日に漁船における実証試験を行った（図 9,10）。実証試験においては，主機および補機が作動する漁船において漁労作業中の漁業者の音声コマンドを認識できること，そして設計・試作した音声停止システムが設計通りに機能すること，および，非常停止ボタンが有効に動作することを確認した。

実証試験においては，屋外の実際の漁労作業が行われる環境において音声停止システムの動作を，本船機関長（表 4 の被験者 No.8）と本開発実施者 8 人が参加して確認した。音声コマンド「とまれ」および「やめて」を使用して，一致判定の閾値を 70%とした条件にて実証試験を実施し，4 人の被験者による認識率は 95%（4 人が 2 種類の音声コマンドを 5 回ずつ発声したときの認識率，100% [10/10 回]が 2 名，90% [9/10 回]が 2 名）を得た。この結果を表 2 に示す。これより，実証試験で使用した音声コマンドおよびシステム設定は適切であったと考えられる。

音声コマンドを入力するための指向性マイクも支障なく利用できることが分かった。ただし，実証試験時は風速 8m/s ほどの風が吹いており，マイクの風防スポンジ（風切音を収録しないようにするために集音部に取り付けるスポンジ）を取り付けていない状態では，正常に機能しないことがわかった。これは風切音が音声停止システムに入力されてしまい，音声コマンドを認識できないためであると考えられる。また，雨天時や荒天時の操業においては，マイクの風防スポンジが水で濡れてしまうことが想定される。この影響の有無について検証するために，風防スポンジに水を含ませて（約 6cc，図 11）実験した。結果，風防スポンジが水を含んでいても音声認識には影響が無いことを確認した。ただし当然，マイク本体は防水性を有する必要がある。

また，今回採用した指向性マイクを用いると，音声コマンドを発する人（音声操作者）の隣でほかの人が発言していても，音声停止システムが誤動作することはなかった。一方で，マイクを装着している音声操作者がコマンド以外の発言をすると，音声停止システムはそれを認識しようとするために処理を試みるため，システムの動きが滞る事象が確認された。これについては，さらなる開発で対応すべき課題である。

表 4　実証試験における音声コマンドの認識率調査
（被験者，音声コマンド毎のまとめ）

		被験者				コマンド毎認識率
		No. 7(No.3に同)	No. 8	No. 9	No. 10	
音声コマンド	出身地方，年齢	九州，40代	九州，30代	九州，40代	九州，60代	
	とまれ	4/5	5/5	5/5	5/5	19/20 (95%)
	やめて	5/5	5/5	4/5	5/5	19/20 (95%)
被験者毎認識率		9/10 (90%)	10/10 (100%)	9/10 (90%)	10/10 (100%)	

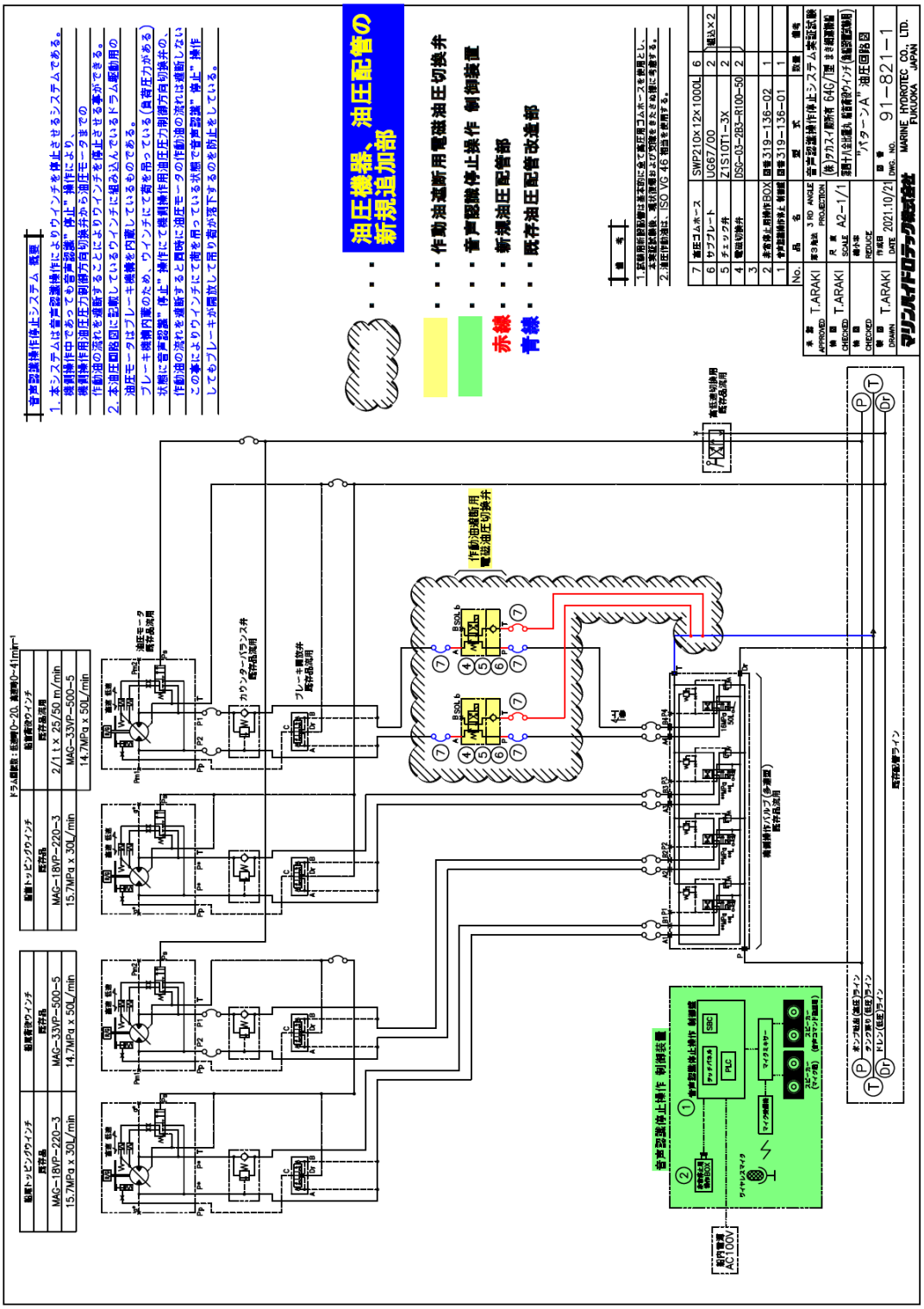


図 8 実証試験の油圧回路図

図 9 実証試験を実施した漁船（鹿児島県串木野漁港，令和 4 年 2 月 15 日実施）

図 10 漁船における実証試験の様子

図 11　風防スポンジが水濡れした場合の音声認識に関する実験

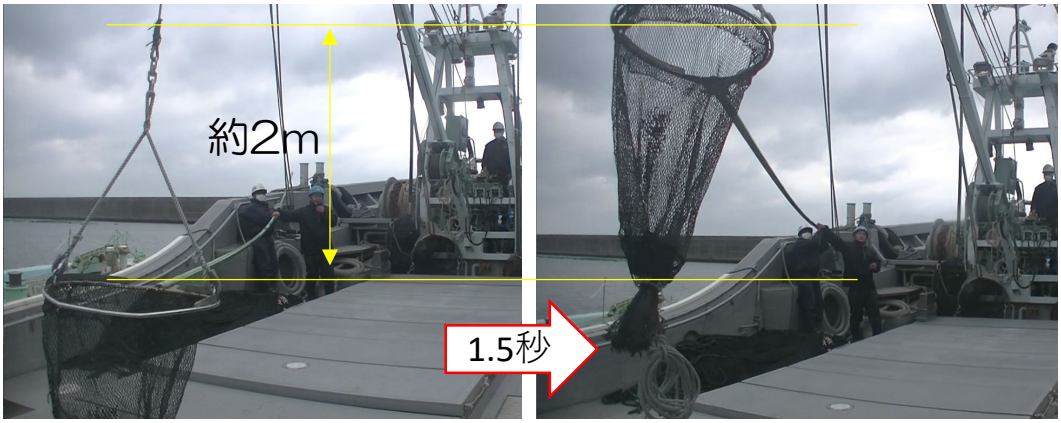


図 12 音声コマンド発声から停止までの巻き上げの様子

b. 漁業者評価と停止に要する時間に関する考察

実証試験において，音声コマンド発声から停止にいたるまでに要する時間は，約 1.5 秒であり，陸上試験と同じであった。これについて，試験に参加した漁業者（本船機関長）からは，荷役ウィンチを速く巻き上げているときは（当該ウィンチは高速・低速の選択ができる）1.5 秒間で約 2m の巻き上げ距離となるため（図 12），事故を確実に防止するためには，より短時間で停止することが望ましいという意見が出た。

そこで停止までに要する時間を短縮するための改良について，検討した。この時間を決定づけるのは，2 つの要因が考えられる。ひとつは，作動油遮断装置から対象油圧装置までの油圧配管距離であり，これが短いほど作動油の慣性が小さくなり迅速に停止できる。もうひとつは音声停止システムのプログラム処理に要する時間である。本システムのソフトウェアは，入力された音声コマンドをデジタル化してライブラリと照合，判定した後に切換弁を作動するための電気信号を発している。この一連の処理速度をあげることで，停止までの時間を短縮できる。なお，後述の通り，バックアップの非常停止ボタンを使用した場合は，ボタンを押し下げるとほぼ同時に停止することを確認した。よって配管距離の影響は小さく，今回の実証試験では適切であったと考えられる。

本システムはバックアップ用として，非常停止ボタン（図 5）を備えている。これはシステム内で音声コマンドを処理することなく，作動油遮断装置を作動させる信号を発するための装置である。漁船における実証試験においてその動作を検証し，設計通りに対象油圧機器を停止することを確認し，また，試験に参加した漁業者からも「バックアップ用として非常停止ボタンが別途設置されており、そのボタンを押すと即時に停止する。また、強風の中でも音声を認識して確実に停止できているので良いと思う」と良好な評価を得た。さらに，非常停止ボタンはブリッジにも設置することや，操作者以外の作業者が持っていることも望ましく，無線通信の非常停止ボタンの開発必要性について意見を得た。

非常停止ボタンを使用した場合に，ボタン押し下げから停止までに要する時間はごく僅かであり，瞬時に対象油圧機器を停止できることを確認した。つまり，音声コマンドによる停止と非常停止ボタンによる停止を比較すると，停止に要する時間には差があり，これは音声コマンドに関する時間であると考えられる。本開発で採用した音声認識システムにおいて，「コマンドを話し終わった」とシステムが判断するための時間が約 0.5 秒必要である（連続的に音声を発していると，システムは長い 1 文であると認識する）。この 0.5 秒はシステム上必要な時間であるが，音声コマンドの発声から停止までに要する時間を長くしている。さらに，この後にシステム内で処理を行うため時間がかかり，音声コマンドの発声から油圧装置の停止まで約 1.5 秒が経過してしまう。これを短縮するためには，例えば，連続的に発している長文からも音声コマンドを認識すること，さらに，システム内で音声コマンドを処理することに要する時間を短くする（高速処理する）ことにより，開発した音声停止システムにおいて，停止までに要する時間を短縮することができると考えられる。

（４）巻き込み事故の発生事例調査

ニチモウ株式会社およびそのグループ会社，本開発の協力実施者であるマリンハイドロテック株式会社の社員より，漁船油圧機器が関連する巻き込み事故の発生事例に関する聞き取り調査を行った。聞き取り調査数は約 30 件で，このうち 17 件の回答を得た。この結果を表 5 にまとめる。聴取できた漁法・船は刺し網，底びき網，定置網，学校・調査船であり，関連した油圧機器は V ローラー，セクリローラー，キャプスタン（縦ローラー）など網やロープを挟んで用いるローラー類や，ホーサーウィンチ，底びき網メインドラムなどのウィンチ類があった。

ローラー類は作業者が漁労機器のごく近傍に位置しており，巻き込まれ事故が発生しそうな場合は迅速に当該漁労機器を停止する必要がある。本開発において試作したシステムでは音声コマンドの発声から約 1.5 秒後に停止するため，ローラー類が対象機器となる場合は巻き込み事故を防げない可能性がある。よって，非常停止ボタンのように，迅速に停止する機構と併用するなど，確実に事故を防ぐために工夫する必要があると考えられる。

一方で，底びき網のメインウィンチの場合，揚網時など高速で作動している状況では漁業者は巻き込まれるような位置に漁業者はおらず，巻き込まれ事故が発生する場合は低速で揚網しながらトロール網の巻き込み調整やゴミの除去などの作業を実施する場合であるとの意見が聞かれた。よって音声停止システムが活用される場面は低速で揚網している状況であり，この場合は約 1.5 秒後の停止であっても巻き込まれ事故を防ぐことができであろう，との意見を得た（鳥取県小型底びき網漁業者より）。この小型底びき網漁業者によると，一部の小型底びき網漁船のメインウィンチには，巻き込まれた場合に停止するための「安全バー」を備えているものもあることがわかった（図 13 左）。トロール漁具などに巻き込まれて作業者がウィンチまで至った場合は，この安全バーを押し下げることになり，ウィンチが緊急停止する仕組みとなっている。しかし，緊急停止したウィンチを操作するためにはブリッジに設置している「解除スイッチ」（図 13 右）を操作する必要があり，ひとり乗り操業の場合は巻き込まれてしまった状態から離脱することができないという課題があることが判明した。本開発における音声停止システムにおいては，音声コマンドにより再び機側操作可能な状態に戻すことは可能であるが，停止した後にウィンチから離脱するためには逆転などの動作が求められる，これを実現するためには，例えば，音声コマンドによる逆転操作や，緊急停止 1 分後に自動で逆転する機能などが考えられ，さらなるシステムの開発が必要である。

なお，巻き込み事故の発生事例を聴取した漁業者などからも，本開発システムにより巻き込み事故を防ぐことができるので実用化を期待する意見を得ている。

表 5　巻き込み事故の発生事例調査結果

漁法	船	漁労装置	関係者	事象	発生頻度
刺し網	9.9トン	揚網機	甲板員1名	ゴム手袋と網がドラムに巻き込まれかけた（未事故）	1回/10年
定置網	19トン	揚網機	甲板員1名	カッパの袖が揚網機に巻き込まれ，前腕を骨折	?
定置網	19トン	揚網機	甲板員1名	カッパの袖が揚網機に巻き込まれ，手の甲を骨折	?
定置網	?	キャプスタン	1名	軍手の先が巻き込まれかけた（未事故）	
まき網	19トン網船	サイドローラー	1名(+1名)	腕が網に引っかかり巻き込まれかけたが，他乗組員が停止（未事故）	1回/20年
まき網	19トン網船	セクリローラー		レバー操作を誤り，巻き込まれてしまう。特に立ち位置移動の時。	?
まき網	19トン網船	サイドローラー		レバー操作を誤り，巻き込まれてしまう。	?
まき網	大型・網船	セクリローラー		魚締め作業時に手が巻き込まれる	数回/年？
まき網	大型・網船	魚締めウィンチ		操作者がひとりで複数のウィンチを操作していると危ないことも	7～8回/20年
－	調査船	ホーサーウィンチ		巻き込んだロープを抜き出そうとしたときに巻き込まれや，反動による転倒を生じる（緩んだ状態での動作が原因）	数回/年
－	調査船	ワーピングドラム	甲板員1名	引っかかったロープを処理しようとしたときに軍手が巻き込まれた	非常に稀
－	調査船	ワープネットウィンチ	甲板員	巻き込み時に引っかかった網地を処理しようとしたとき，ウィンチ停止前に作業をしたため巻き込まれそうになった（未事故）	
－	調査船	ネットウィンチ	甲板員	巻き込み時にウィンチマンの死角で巻き位置を調整しているときに，手が網に引っかかったが「ストップ！」の声に反応するのが遅れて巻き込まれそうになった（未事故）	0～1回/年
まき網	15トン網船	Vローラー	1名	裏漕ぎの又綱を巻いているときに右腕～胸まで巻き込まれ死亡 正面で座って作業し，高速で回転させてしまったことが原因	1回のみ
まき網	19トン灯船	アンカーウィンチ	1名	当該ウィンチに巻き込まれて死亡，詳細は不明。 通常では考えられない，何かが生じた様子であったとのこと。	
（沿岸）	?	キャプスタン	1名 （1人操業）	1人操業時に，身体ごと巻き込まれ死亡	
ビーム	4.9トン	メインウィンチ	1名 （1人操業）	揚網作業中にウィンチに巻き込まれて死亡。 その後，その地区では安全スイッチを取り付けるようになった。	1回/15年

図 13 小型底びき網漁船メインウィンチに具備する安全バー（左・赤丸部）およびブリッジに設置されるリセットスイッチ（右）

３．実施内容の評価

下記に挙げる評価項目について，本開発は満足していることを確認した。

（１）システムの機能評価

a. 音声認識にかかる事項

①音声認識手法の妥当性

実証試験にて，音声停止システムの現場での取り扱いをヒアリングにて確認した。結果，事業実施者および実証試験参加漁業者の両者は，本システムは設計通りに機能したと評価したことより，手法は妥当であったと評価する。一方で，漁業者からは停止までに要する時間を短縮するよう要望が出た。

②音声認識の精度・安定性、誤認識の傾向

実証試験にて，操作者が意図する通りに漁労油圧機器を停止させられるかを確認した。結果，指示通りに音声コマンドで停止する割合は 95%（38/40 回，4 人が 10 回ずつ試験した結果）であり，その失敗も 2 人が 1 回ずつであった。これより，操作者による違いはなく，高い認識率を実現したと評価する。また，予期せず漁労機器が停止することはなかったが，操作者がコマンド以外の内容を発言すると（雑談など），システムが処理を試みることにより動作が滞る可能性があることがわかった。安定的なシステムの円滑な動作に関し，システム構成の再検討などさらなる開発が必要である。

③音声の入力条件・音声の曖昧さ認識と初期設定

停止するキーワード（音声コマンド）については，陸上試験および予備試験にて高い割合で認識できる条件（音声コマンドの種類，認識一致の判定閾値）を探求して採用した。またこの初期設定コマンド以外にも，各使用者が利用しやすい音声コマンドを任意に設定できるように，制御装置にタッチパネル式の入力装置を機能した。これらの工夫により，本システムの汎用性を高めたと評価する。

④音声認識を阻害する外的要因の影響

周辺漁労機器の騒音や風、二人乗り以上の場合は他の乗組員の声の影響が懸念されたが，漁船における実証試験では，強風（風速 8m/秒程度）の影響を抑えられること，また，指向性が強いマイクを用いることで，周囲にいる作業者の発言などによる影響も確認されなかったことより，開発したシステムではこれらの影響は排除できたと評価する。今回使用した指向性が強い装着型無線マイク（通信は 2.4GHz）は良好な結果を得たが，有線マイクや他の無線通信についてはさらなる検討が必要であることがわかった。

b. 漁労機器の停止機構

①漁労機器を停止する機構の妥当性

電磁弁で油圧の回路を遮断して停止させるシステムを選択したことについて，実証試験に

て設計通りに機能することを確認したため，妥当な停止機構であったと評価する。

②停止機構の追従性

キーワード（音声コマンド）を発してから漁労機器が停止するまでの時間は，陸上試験および実証試験で計測した結果，ともに約 1.5 秒であった。まき網漁業や定置網漁業などでローラー類を用いる場合は，作業者は漁労機器のごく近傍で作業するため，停止までに 1.5 秒を要すると事故を防げない可能性がある。一方で，小型底びき網漁業のメインウィンチでは，巻き込み事故が危惧される場合は低速で巻き上げながら作業している状況であり，この場合は約 1.5 秒を要しても巻き込み事故を防ぐことが可能であると考えられる。

③バックアップシステムの有無

音声認識停止システムのバックアップシステムとして，音声認識・処理を介さずに作動油遮断装置を作動するための押しボタンスイッチを具備した。これが有効に動作することを確認した。さらに，この押しボタンスイッチによる緊急停止は，ボタン押し下げとほぼ同時に対象油圧機器を停止できることがわかった。これより，前項②に言及した短時間の停止が求められるような状況で，利用することも有効であると考えられる。さらに，複数人が乗船している漁船においては，ブリッジに押しボタンを設置することで，さらに事故を防ぐ可能性が高まると考えられる。これには，無線式のボタンの開発も有効であると考える。

（２）システムの拡張性

①入力者人数の上限

本事業において試作したシステムにおいて，100 件のキーワード（音声コマンド，長さは 29 文字まで）が設定可能であり，また，その内容もタッチパネルにより使用者が変更できる。よって緊急停止に加えて，緊急停止後に逆転動作する音声コマンドを設定することも可能であるため，油圧配管の変更を行えば音声操作機能を具備するように拡張することも可能である。

②導入可能な油圧機器

設計した音声停止システムは，ほぼすべての漁業種類・油圧機器に適用可能である。これは並列回路・直列回路，油圧モータのブレーキ有無を問わない。一方で，迅速な緊急停止が求められる機器（ローラー類）については，停止に要する時間を短縮するための更なるシステム改良が求められる。

４．今後に向けて

本開発において，音声コマンドにより漁労用油圧機器を停止できることを確認した。これに用いるマイクおよび信号処理システム，作動油遮断装置は設計通りに機能することを確認した。音声コマンドの発生から停止までに要する時間は約 1.5 秒であり，事故例調査より，漁法・対象油圧機器によってはより短時間の停止が求められることがわかった。今後は具体的な適用先に応じて，さらなるシステムの最適化を行う。また，緊急停止後にも対応するため，停止のみ

ならず音声による操作についても，開発する必要があると考えている。

以上

５．付録

（１）音声停止操作制御盤の設置説明

（２）作動油遮断装置の設置説明

（３）実証試験漁船油圧回路線図

（４）実証試験で使用した漁労油圧機器

令和3年度 農林水産業・食品作業における
労働安全強化対策推進事業のうち
漁労機器の音声停止システムの開発・実証委託事業

付録1_音声認識停止操作制御盤

〈音声認識停止操作制御盤について〉

形状は非防水式壁掛設置型。
音声操作用コマンドの変更・追加設定および音声認識制御モニタリング用の
タッチパネルを盤面に埋設。
盤内にはパワーサプライ、音声認識制御部であるSBC、電磁油圧方向切換弁の
電気制御用PLC、リレー等を内蔵。
(事業実施報告書記載図5および次項外形図参照。)
本装置はウインチ最大4台分の音声停止操作が可能。
注)非常停止釦箱、マイク、ミキサー、スピーカーは別置き。

漁船での設置条件においては下記。

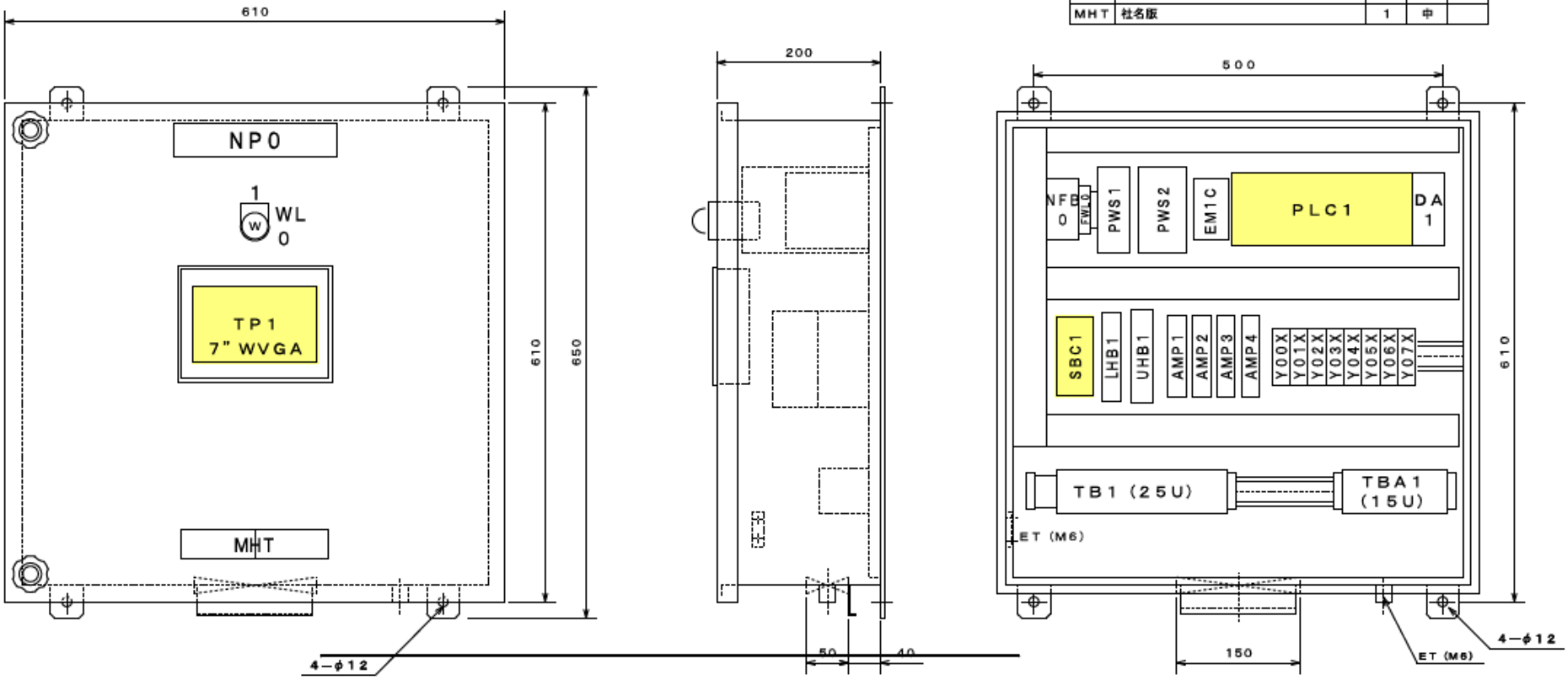
- 設置スペースの確保が必須。
  ただし本システムを適用するウインチが5台以上になれば、
  制御盤の外形も大きくなるため設置スペースも比例して大きくなる。
- 室外設置の場合、防水構造にしなければならない。
- 制御盤をON/OFF操作しやすい場所への設置の考慮。
- 供給電源AC100Vの確保。
- 新規外部配線は
  ①供給電源、②非常停止釦箱、③各電磁弁、④マイク、⑤スピーカー
  の5種必要。
  使用するマイク、スピーカーが無線式であれば外部配線は不要。

図面来歴 BIBLIOGRAPHY.

⚠1 2021.10.25 計画質量を実測質量に修正

銘板リスト

記号	記入文字	数量	サイズ	色
NP0	音声認識操作制御盤	1	P24	黒
1	電源	1	P41	黒
MHT	社名版	1	中	



質 量：50kg⚠

製作面数：1面

M66−108−1

事業実施報告書記載図2記載の音声認識停止操作制御盤
主要構成品であるSBC、PLC、タッチパネルの型式は下記。

本図面記号	機器名称	型式
SBC1 PLC1 TP1	シングルボードコンピュータ CPU基本ユニット タッチパネル	RevPiCore3+32GB FX5U-64MT/DS GT2107-WTBD

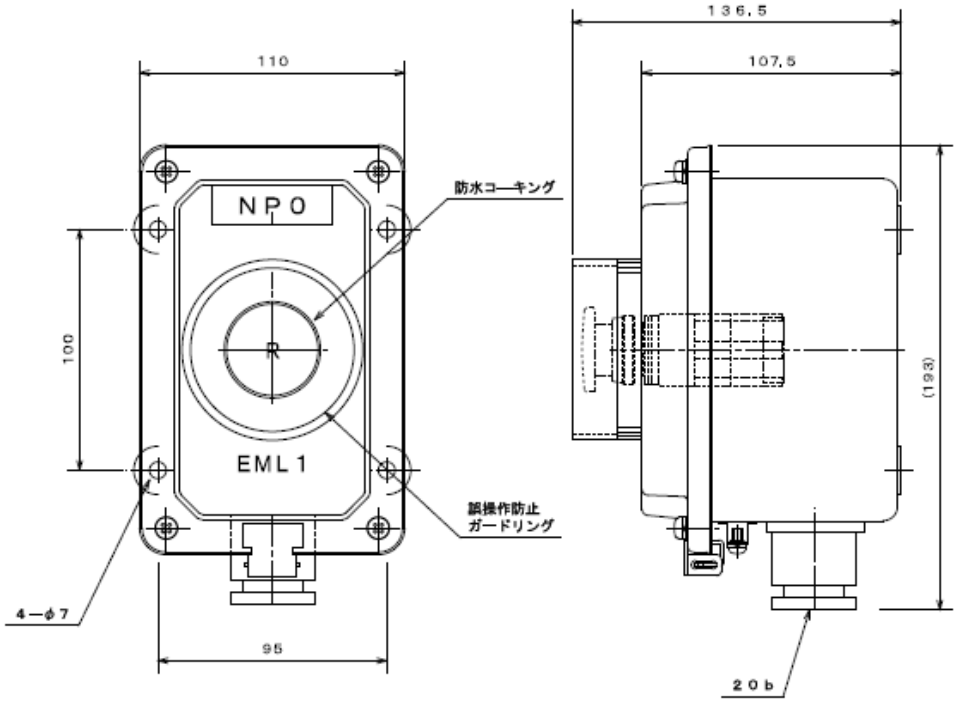
主使用鋼材	
箱体	t2.3 SEHC
扉	t2.3 SEHC
器具取付板	t2.3 SEHC
取付脚	t4.5X32 SS400 FB

塗装色		
	仕 様	メラミン焼付塗装
	外 面	7.5BG7/2 (50G)
	内 面	〃

DC 1

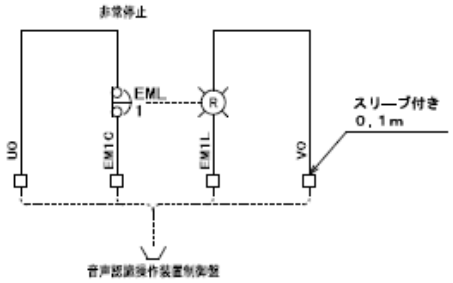
承認 APPROVED Araki	第3角法 3RD ANGLE PROJECTION	漁労機器 音声停止システム	
検図 CHECKED Kawahara	尺度 SCALE A3 1/5		
検図 CHECKED	縮小率 REDUCE	音声認識操作制御盤 外形図	
製図 DRAWN K.Hirata ORIENT	作成日 DATE 2021.5.10	図番 DWG. NO. 319−136−01	⚠1

マリンハイドロテック株式会社 MARINE HYDROTEC CO., LTD. FUKUOKA JAPAN



銘板リスト

記号	記入文字	数量	サイズ	色
NP0	音声認識操作装置　非常停止	1	P16	黄地赤



主使用鋼材	
箱体	t1.0　SUS304

塗装色	仕　様	ウレタン塗装
	外　面	7.5BG7/2（50G）
	内　面	〃

質量：1.5kg

製作数量：1面

M66－108－2

承認 APPROVED Araki	第3角法 3RD ANGLE PROJECTION	漁労機器　音声停止システム
検図 CHECKED Kawahara	尺度 SCALE A3　1／1	
検図 CHECKED	縮小率 REDUCE	非常停止BOX　外形図
製図 DRAWN K.Hirata ORIENT	作成日 DATE 2021.5.10	図番 DWG. NO. 319－136－02
マリンハイドロテック株式会社		MARINE HYDROTEC CO., LTD. FUKUOKA JAPAN

DC 2

令和3年度 農林水産業・食品作業における
労働安全強化対策推進事業のうち
漁労機器の音声停止システムの開発・実証委託事業

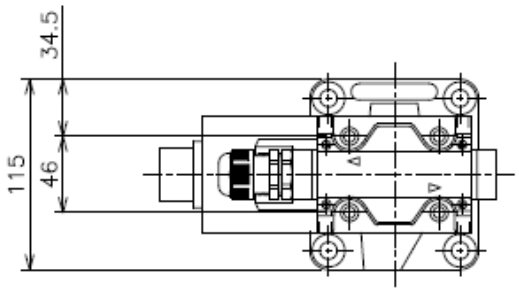
付録2_作動油遮断装置

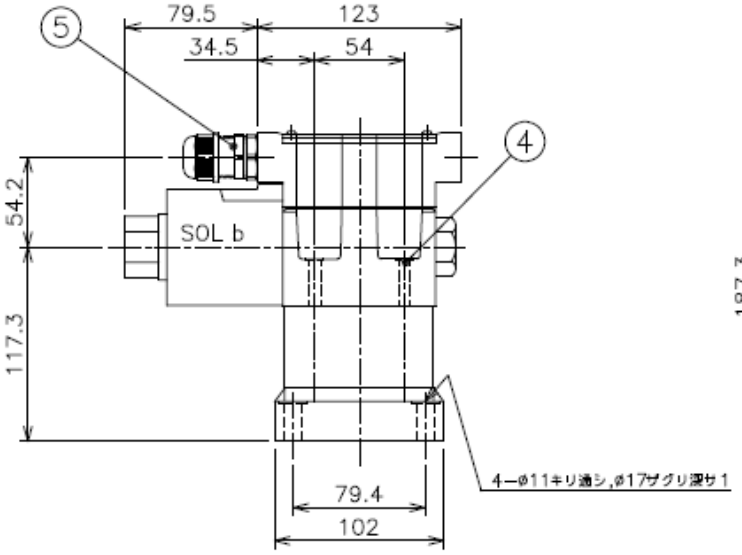
〈作動油遮断装置について〉
実証試験にて使用したものは
汎用性のある市販品の電磁油圧切換弁である。
使用電圧は直流12～48V、交流は100～240Vまで使用可能。
実証試験では船の供給電源の兼ね合いもあり交流100Vの物を使用。
また防水性能においてIP65相当品であるため室内外問わず使用可能である。
サイズにおいては汎用型での最大通過油量100L/minまでなので
小型～中型の油圧漁労機器の音声停止システムに適応。
(次項外形図参照。)

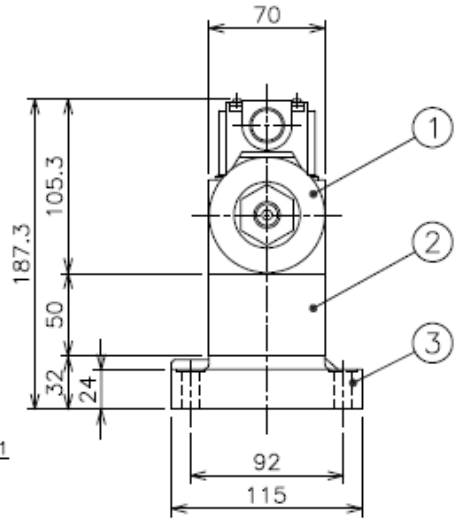
電磁油圧切換弁の使用台数は油圧漁労機器1機あたり2台必要。

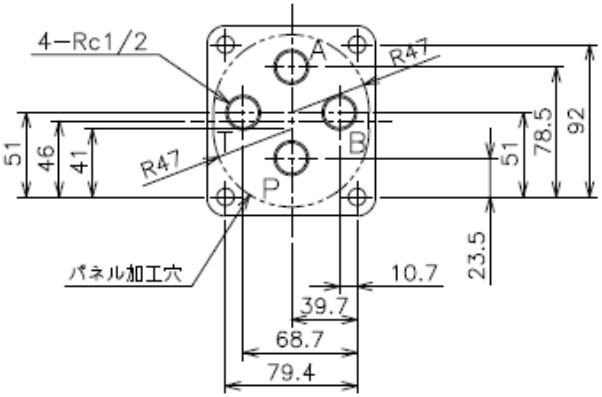
注)大型の油圧漁労機器または油圧モータの作動油量が100L/minを超える場合、
電磁油圧パイロット切換弁(最大通過油量1100L/min)を使用する必要がある。

漁船での設置条件においては下記。
- 上記で述べた油圧モータの作動油量に適するバルブサイズにしなければならないため設置スペースの確保が必須。
- 設置場所は機側操作弁から油圧漁労機器の間。
新規油圧配管ライン増設(油圧漁労機器1機につき)は配管2本であるが、
既存油圧配管サイズの変更は無し。(事業実施報告書記載図4参照。)
- 電磁油圧切換弁から音声認識停止操作制御盤までの新規電線増設および配線工事が必要。
- 設置した場所において外的損傷が危惧される場合、保護用ケースが必要。

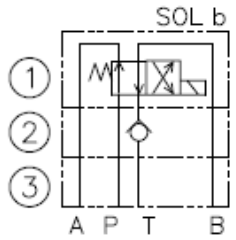








シンボル



P・T・A・B ポート ： Rc1/2

質量 ： 約 8.3 kg

音声認識停止制御用
電磁油圧切換弁

No	品名	型式	数量	備考
5	Gネジケーブルグランド(A型)	FGA21L−14B	1	ケーブルø9~ø14
4	六角穴付ボルト	M6 x 85	4	
3	サブプレート	UG67/00	1	
2	チェック弁	Z1S10T1−3X	1	
1	電磁切換弁	DSG−03−2B3−D24−50	1	

承認 APPROVED T.ARAKI	第3角法 3 RD ANGLE PROJECTION	Vスタック電磁切換弁 DSG−03−2B3−D24−50 + Z1S10T1−3X + UG67/00 外形寸法図	
検図 CHECKED T.ARAKI	尺度 SCALE A3−1/3		
製図 DRAWN T.ARAKI	縮小率 REDUCE		
原図 ORIGINAL	作成日 DATE 2021.10/11	図番 DWG. NO. 612−287	

マリンハイドロテック株式会社 MARINE HYDROTEC CO., LTD. FUKUOKA JAPAN

令和3年度 農林水産業・食品作業における
労働安全強化対策推進事業のうち
漁労機器の音声停止システムの開発・実証委託事業

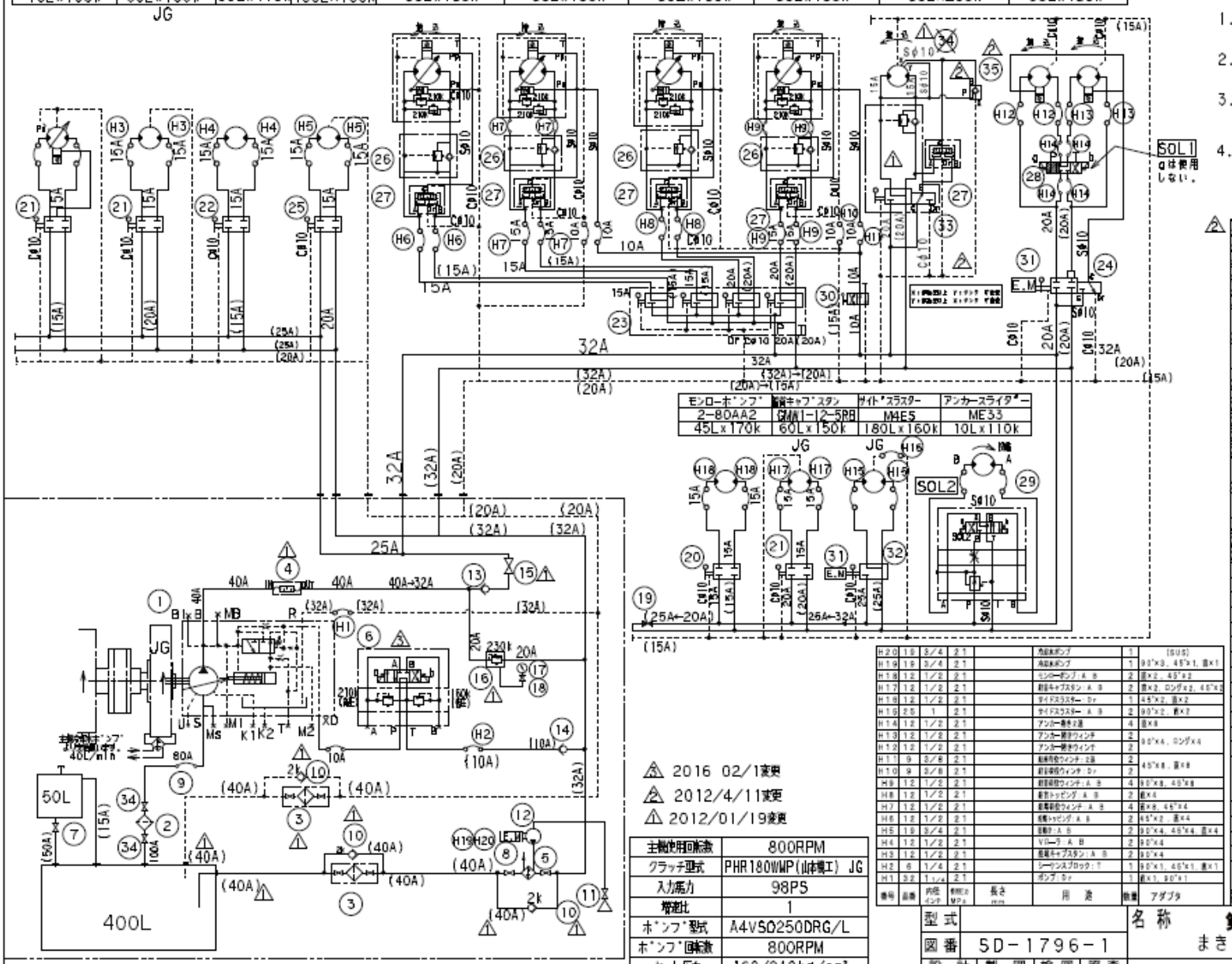
付録3_実証試験漁船油圧回路図

〈実証試験漁船油圧回路について〉
実証試験を実施した漁船の油圧回路図については次項参照。
回路の構成は並列回路で油圧源である油圧ポンプは主機駆動式である。

注1)実証試験で使用した漁労油圧機器は船首荷役ウインチである。
次項の油圧回路図は音声停止システム試験導入・実証前状態の油圧回路である。
注2)実証試験で使用した漁労油圧機器である船首荷役ウインチの仕様外形図は
別紙 付録4_船首荷役ウインチ仕様外形図を参照。

ホースリール	船尾キャブスタン	V-15	舫巻き	船尾トッピングウインチ	船尾荷役ウインチ	船首トッピングウインチ	船首荷役ウインチ	アゼ曳きウィンチ	アンカー巻ウインチ
MAG18VP220-3	GMW1-12-5RB	H-70DC2	M4C-067	MAG18P220-3	MAG33VP500-5	MAG18P220-3	MAG33VP500-5	MRH2-750-9PW	2BF20AD4C-A
15Lx105k	60Lx150k	30Lx110k	130Lx160k	30Lx160k	50Lx150k	30Lx160k	50Lx150k	60Lx200k	90Lx180k

備　考（来　歴）



モンローポンプ	船尾キャブスタン	サイドスラスター	アンカースライダー
2-80AA2	GMW1-12-5RB	M4E5	ME33
45Lx170k	60Lx150k	180Lx160k	10Lx110k

1. 図中の***Aは高圧管のサイズを示す。
   ※ 高圧管はシームレス管で、甲板上SUS304 SCH40を機関室内はSTPG SCH40を使用すること。
2. 図中の(**A)は低圧管のサイズを示す。
   ※ 低圧管は、甲板上SUS304 SCH20を機関室内はSTPG SCH40を使用すること。
3. 図中のSφ10はSUSφ10(1.2t)
   Sφ6はSUSφ6(1.0t)
   Cφ10はCutφ10(1.0t)
   Cφ6はCutφ6(1.0t)を使用すること。
4. STGP管は溶接、フラッシング を施工のこと

番号	品番	内径 インチ	使用圧力 MPa	長さ mm	用途	数量	アダプタ
H20	19	3/4	21		冷却水ポンプ	1	(SUS)
H19	19	3/4	21		冷却水ポンプ	1	90°x3, 45°x1, 直x1
H18	12	1/2	21		モンローポンプ：A B	2	直x2, 45°x2
H17	12	1/2	21		船尾キャブスタン：A B	2	直x2, ロングx2, 45°x2
H16	12	1/2	21		サイドスラスター：Dr	1	45°x2, 直x2
H15	25	1	21		サイドスラスター：A B	2	90°x2, 直x2
H14	12	1/2	21		アンカー巻き2連	4	直x8
H13	12	1/2	21		アンカー巻きウィンチ	2	90°x4, ロングx4
H12	12	1/2	21		アンカー巻きウィンチ	2	
H11	9	3/8	21		船尾荷役ウィンチ：2連	2	45°x8, 直x8
H10	9	3/8	21		船首荷役ウィンチ：Dr	2	
H9	12	1/2	21		船首荷役ウィンチ：A B	4	90°x8, 45°x8
H8	12	1/2	21		船首トッピング：A B	2	直x4
H7	12	1/2	21		船尾荷役ウィンチ：A B	4	直x8, 45°x4
H6	12	1/2	21		船尾トッピング：A B	2	45°x2, 直x4
H5	19	3/4	21		舫巻き：A B	2	90°x4, 45°x4, 直x4
H4	12	1/2	21		VD-ラ：A B	2	90°x4
H3	12	1/2	21		船尾キャブスタン：A B	2	90°x4
H2	6	1/4	21		シーケンスブロック：T	1	90°x1, 45°x1, 直x1
H1	32	1 1/4	21		ポンプ：Dr	1	直x1, 90°x1

番号	名称	型式	個数	備考
35	パイロットチェック弁	VOCH03	1	
34	バタフライバルブ	100A	2	
33	切換弁	MSVSP-06A-60CB-CEM1	1	
32	切換弁	MSVSP-08C-180	1	
31	デジコン電動部	DPC-Z4	2	
30	2連切換弁	2SV(プレート付)	1	
29	スタックバルブ SD-1701	4WE6J/G24NDL Z1FS6P ZDR6DP2/150YM UG342/00	1	
28	電磁弁	4WE10G4X/CG24N9DL UG67/00	1	
27	プライオリティ弁	PVT-02	5	△1
26	カウンターバランス弁	CB-04(プレート付)	4	
25	切換弁	MSVSP-06A-130	1	
24	切換弁	MSVSP-06A-85CB-CEM	1	
23	マルチ弁	MSVMP4-06 1 C-50 2 C-30 3 C-50 4 C-30	1	
22	切換弁	MSVSP-04A-30	1	
21	切換弁	MSVSP-04A-60	2	
20	切換弁	MSVSP-04A-40	1	
19	高圧ストップ弁	HF4211-K25A-23	1	
18	ゲージ弁	GD-R02-T	1	
17	高圧圧力計	40MPa	1	
16	リリーフ弁	HR3-BF3-06	1	△1
15	高圧ストップ弁	HF4211-32A-23	1	△1
14	チェック弁	CI-03T-A1	1	
13	チェック弁	CA-10F-A1	1	
12	冷却水電動ポンプ	0.4kw	1	
11	アングル弁	50A	1	
10	チェック弁	LV-12-40A(2k)	3	△1
9	サクションホース	80A	1	
8	スリース弁	40A	2	
7	スリース弁	50A	1	
6	リリーフユニット	4WE6G6X/EG24N5DJL DBDS6K1X/315 UG342/59	2 1	△1
5	オイルクーラ	SL-024B	1	
4	サイレンサー	Z-210-50	1	△1
3	ラインフィルター	KU16-20P	2	
2	サクションフィルター	VN32A-150W-M	1	△1
1	油圧ポンプ	A4VSO250DRG/L	1	JG

△3 2016 02/1変更
△2 2012/4/11変更
△1 2012/01/19変更

主機使用回転数	800RPM
クラッチ型式	PHR180WMP(山本構工) JG
入力馬力	98PS
増速比	1
ポンプ型式	A4VSO250DRG/L
ポンプ回転数	800RPM
セット圧力	160/210kg/cm²
流量	200L/min

型式	
図番	SD-1796-1
設計	製図 / 検図 / 照査

名称 **第四十八金比羅丸**
まき網附属運搬船油圧回路図

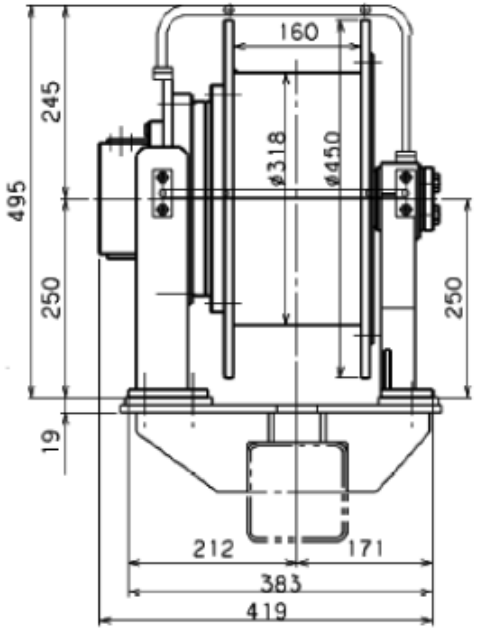
尺度
作製 2011/11/11

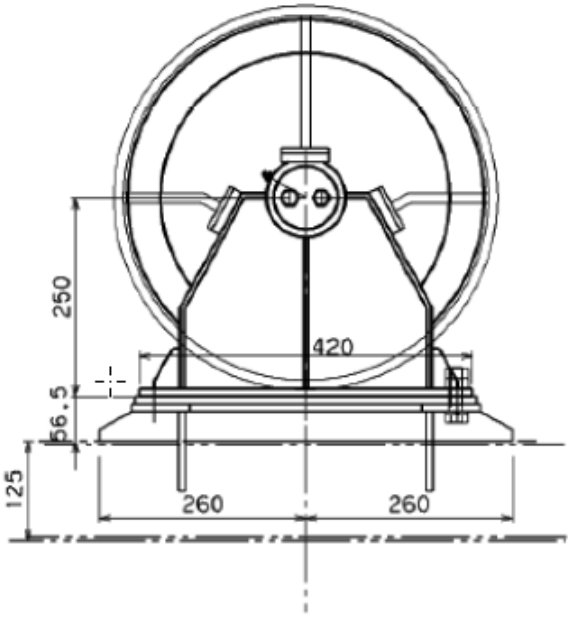
1－3

令和3年度 農林水産業・食品作業における
労働安全強化対策推進事業のうち
漁労機器の音声停止システムの開発・実証委託事業

付録4_実証試験で使用した漁労油圧機器

〈実証試験で使用した漁労油圧機器について〉
仕様外形図は下図参照。





能力	2/1Tx50/25M
ﾌﾞﾚｰｷ力	2.5T
計画径	ø388(3層目)
圧力	150 kgf/cm²
流量	50L/min
油圧モータ	MAG33VP-500-5
ワイヤー	ø14x40M
重量	130 kg