

災害対応の役割も果たす海底ケーブル敷設船 「きずな」

伊藤 環

「きずな」(以下「本船」という)は、インターネットをはじめとした国内外にシームレスに広がる通信インフラとして、非常に重要な通信用海底ケーブルの保守を主に担う船として、2017年4月に就航した。

従来の海底ケーブル関連業務のみならず、敷設船としては初めて、災害時の通信インフラの迅速な復旧を目的とした災害対応機能も備えている。情報通信環境が極めて重要な現代において、その基盤を守る使命を持つ船として、主な機能と実際の災害発生時の対応例について報告する。

キーワード：通信インフラ、海底ケーブル敷設・保守、災害対応機能

1. はじめに

現代社会における電話やインターネット、配信映像・音楽、企業のビジネスデータ、世界中のIoT関連データなどは、世界中の海の底に張り巡らされた光ケーブルが、情報の流通を支える重要インフラとなっており、我が国において特に国際間のデータは、海底ケーブルを利用した通信が全体の99%以上を占めており、ここ数年GAF(A (Google, Apple, Facebook, Amazon))と呼ばれる米国巨大IT企業が、海底ケーブルへの建設投資をけん引している。

国内においても情報格差是正の観点から、離島への光海底ケーブルの建設が進められており、島国日本での通信に海底ケーブルは不可欠である。光海底ケーブルは、陸揚げ局、光ケーブル、海底中継器から構成されている。陸揚げ局には、伝送装置、海底中継器への給電装置等の装置類が設置され、ケーブル、中継器は、海底の起伏に沿うように設置され、水深1,500m未満

は必要に応じて海底に1~3m埋設して構築されている(図-1)。

この海底ケーブルを新たに敷設したり、修理したりするのに用いられるのが、ケーブル敷設船であり、海底ケーブルの保守の重要性が高まる中、保守を主体とする船として本船を建造した。

また、最近の地震等における大規模災害において、船の災害対応の有効性が高まる中、今回の本船の建造計画にあたっては、過去の災害での復旧工事の知見を生かして、通信インフラの迅速な復旧を目的として、災害対応機能を付加し、社会貢献性を高めている。

2. 海底ケーブル敷設船としての機能と装備

ケーブル敷設船の主な業務は、海底ケーブルを建設することと、既設ケーブルの故障時などに修理することである。

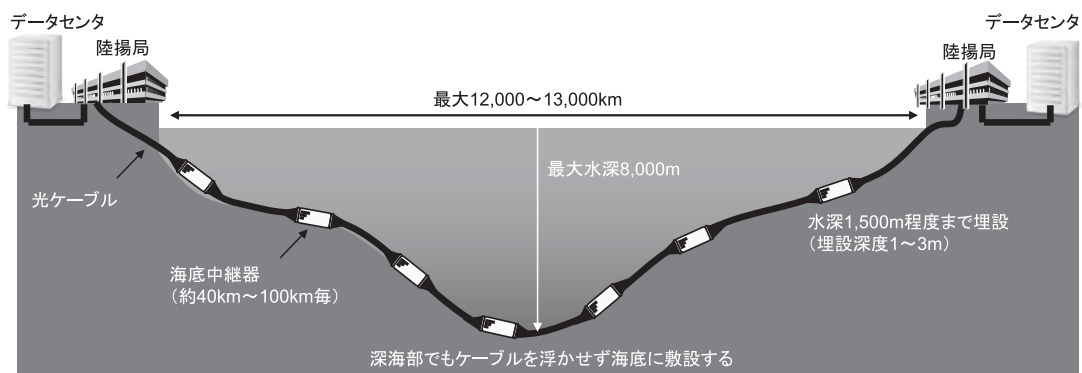


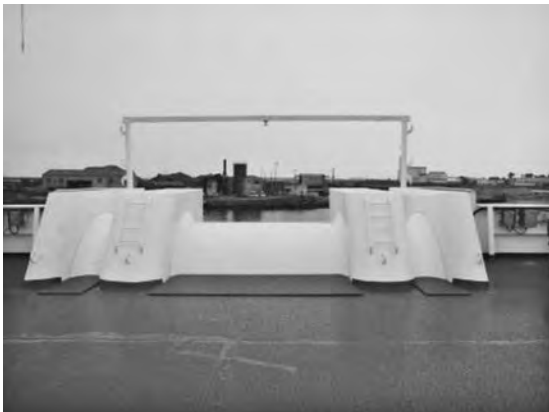
図-1 海底ケーブルシステムの構成

(1) 建設作業

建設作業は、船内の「ケーブルタンク」(写真一1)からケーブルを繰り出し、船尾の「シーブ」(写真一2)と呼ばれる滑車を通じて敷設していくのが基本形である。



写真一1 ケーブルタンク



写真一2 シーブ

ケーブル敷設ルートは、海底の複雑な地形や地質、既設のケーブルの位置などを考慮し事前に入念に設計し、この計画ルートに沿って正確に敷設すると共に、海底には起伏があるため、ただ繰り出すだけではケーブルの一部が宙吊り状態になり、故障の一因になることから、海底地形になじむようケーブルの繰出速度を船速に対し0.1%単位で微調整する等、繊細に施工している。

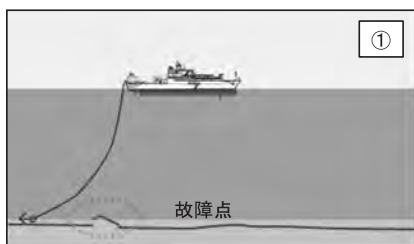
また、沿岸部や漁場などではケーブルを海底面にそのまま敷設するとアンカーや漁具などで損傷する可能性があるため、海底に埋設する作業が必要になる。このため主に鋤式の埋設機で敷設と同時に海底に埋設している。

(2) 修理作業

修理作業は、陸上から故障点を確認しそこに船で向かい、故障付近の海底ケーブルを探線し、ケーブルを船上に収容後、船上でケーブルを切断して故障のある側を特定、問題のない側のケーブルを一旦、海底に戻しブイを設置しておく。次に故障がある側のケーブルを巻き上げ、故障点を光学試験や絶縁試験、目視によって判定後、故障点を除去して搭載ケーブルと接続、先ほどのブイへ向け敷設した後、ブイを収容して問題の無い側のケーブルと接続して海底に沈下する(図一2, 3)。

故障個所の水深が3,000mの場合、海底にあるケーブルを見つけて洋上に引き揚げ作業は、いわば「富士山の頂上から釣り糸でひっかける」ような仕事となる。

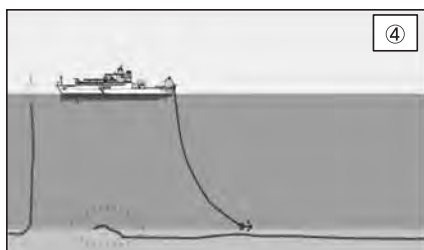
① 探線アンカーによるケーブル捕捉



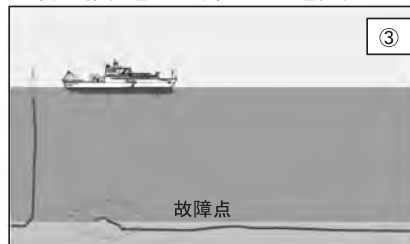
② 探線したケーブル先端を船上に回収



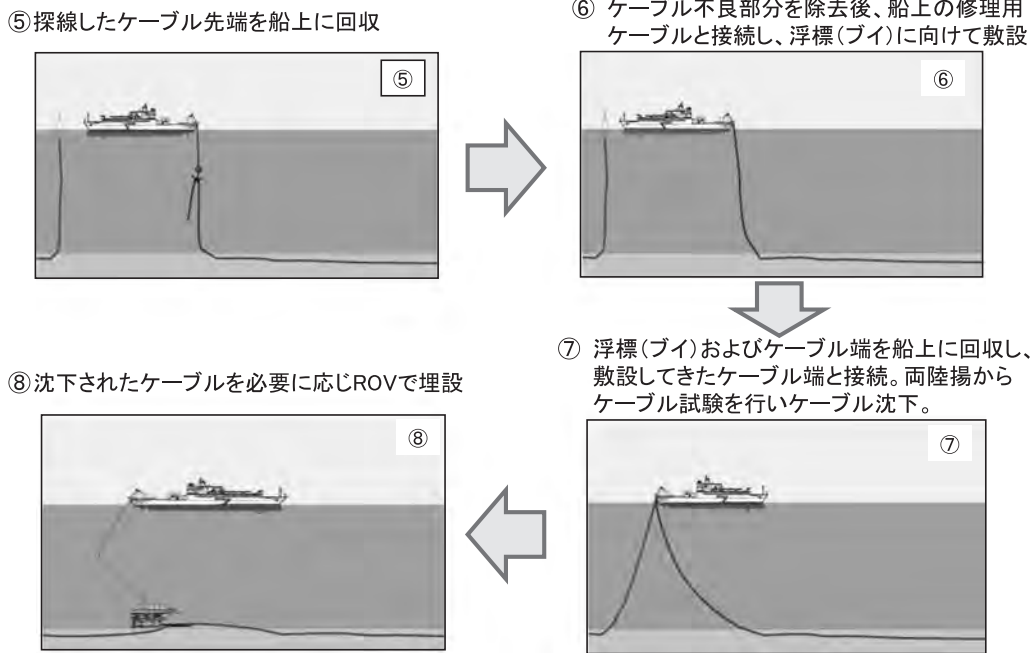
④ 反対側のケーブルを①と同様の方法で探線



③ ケーブルを試験し、良好なことを確認したら、先端に防水措置を施し浮標(ブイ)を設置



図一2 故障修理手順1 (ケーブル探線)



図一三 故障修理手順2 (ケーブル捕線～故障点除去)



写真一三 全景



写真一四 オープンハッチ

(3) 本船の主要目

長さ 109 m, 幅 20 m, 総トン数 8,598 トン, 定員 60 人で、これまでの敷設船より、狭隘な水域などでも機動的に動けるよう船体をコンパクト化し、少人数で効率的に作業ができるように、機器の最適な配置、船内スペースの有効利用を図った設計としている。

また、海底ケーブルの敷設・保守だけでなく、多目的作業船として活躍できるように、船首部に操船、機関、居住区域を集中させている。これにより作業区画を船体後方に広く確保し、多目的に作業を行いやすい構造にしている (写真一三)。

この船体後方の作業区画には、上部をオープンハッチ型とし、船尾作業甲板と合わせて広い作業スペースを確保すると共に (写真一四、五)、資機材搭載、作業のため 10 トンと 5 トンのクレーン各 1 基を設置し、この 2 基のクレーンで作業区画全域をほぼカバーできる配置にしている。



写真一五 作業スペース

(4) 本船に装備された主な設備

①ケーブルタンク

敷設船ならではの設備として、船内のケーブルタンクがある (写真一1)。

本船には容量 935 m³ のケーブルタンクが 2 基設置されており、1 タンクあたり、細いケーブルなら約 1,000 km 分を収納できる。

タンクは円筒状で、ケーブルをタンク内の突起物に引っかけて小さな傷がつくと、故障の原因になることから、天井や床、壁面の凹凸を無くして平滑にし、ここに、ケーブルをレコードの溝のように円状に巻き取って格納する。

②ケーブルエンジン

ケーブルの繰り出しや巻き取る装置としてケーブルエンジンがある（写真—6）。



写真—6 ケーブルエンジン

直径 3.6 m の巨大なドラムにケーブルを巻きつけこれを回転させて、海底からの引き上げや繰り出しを行う。ケーブルエンジンは左右に各 1 基搭載し、ケーブルを同時に巻き上げ、片方は巻き上げ、一方は繰り出しといった多様なオペレーションができる。

③遠隔操作型無人潜水機 (Remote Operation Vehicle : ROV)

現在の海底ケーブルの故障修理に欠かせないのが、海中でのケーブル故障点の確認や修理後のケーブル埋設作業等を担うための ROV である（写真—7）。

ROV「CaRBIS-IV」は、最大適用水深 2,500 m。8 基のスラスターで海中を移動し、前方に備えた磁気センサーを用いて海底に埋まっているケーブルの探査、埋設深度の確認等を行い、前方下部のマニピュレーターやケーブルグリッパなどでケーブル作業の補助を行う。また底部のジェッターから海水を噴射して、修理後のケーブルを埋設する機能もある。ROV の操作は、ROV に搭載している各種カメラやセンサーからの情報により、船上から遠隔で行う。

④電気推進及び自動操船システム (Dynamic Positioning System : DPS)

海底ケーブル工事では、長時間連続で 1～2 ノット



写真—7 ROV



写真—8 アジマススラスト



写真—9 トンネルスラスト

程度の低速、荒れた海象・気象下での航行、長時間にわたる定点保持において高い船位保持精度が求められるなど、繊細な操船が求められる他、一刻も早く故障現場に到達する必要もあり、DPS と相性の良い電気推進システムを採用している。

推進器としては、水平方向に 360 度回転するアジマススラストを船尾に 2 基装備し、船首部には 2 基のト

ンネルスラストを装備した（写真—8, 9）。

これにより、風速14m、波高3m（海況5）、海潮流3ノット程度の状況下での船位保持を可能とする高い操縦性能を確保した（写真—10）。

⑤敷設を支援するハイテクシステム

船位や船速、方位、ケーブルの繰り出し速力や長さ等の各種データを一元的に収集し、各種工事に活用するため敷設支援システム「Makai Lay」、本船を効率的に操船、工事を記録するために「Navlog」を搭載している。

これらを活用することにより、ROVの位置とケーブル敷設データを照らし合わせて、ケーブルを効率的に探し出したり、敷設前にあらかじめシミュレーシ

ンを行い、船の位置や船速、潮流、海底地形などをモニタリングし、シミュレーション結果とケーブルの着底位置をリアルタイムで補正しながら、ブリッジやケーブルエンジンの制御室に適切な敷設の指示を与えることにより、ケーブル作業をソフト面でサポートしている。

⑥船内ネットワーク

船内には有線、無線によるLANを構築し、船内各所からの衛星通信等による陸上とのデータ通信環境、27台のIPカメラによる各所の作業状況、各種計器類をタブレット等を利用して随所でリアルタイムに確認できるようになっている。

3. 災害対応機能

(1) 資材、車両の運搬

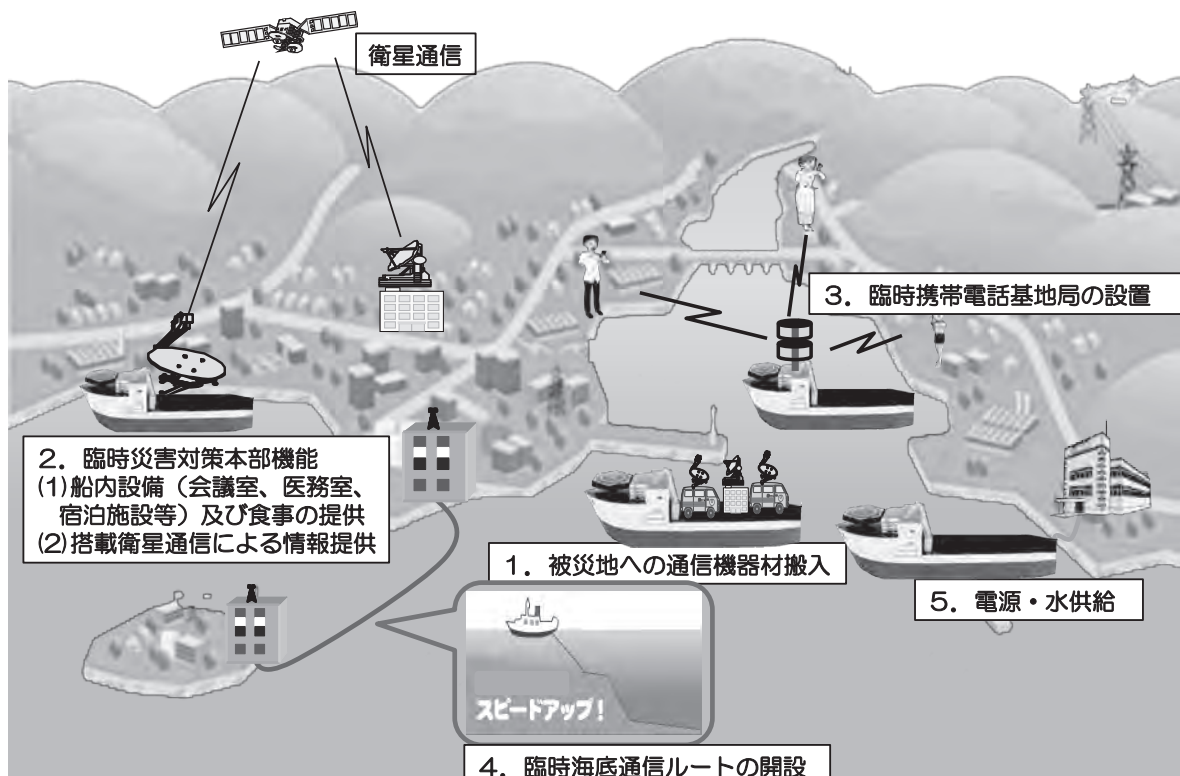
災害時に本船が想定している役割は、まず被災地への災害復旧資機材の搬入、現地臨時災害対策本部としての機能、携帯電話の臨時基地局などの機能、被災地への水や電気などを供給するというもの。もちろん、敷設船として能力を生かして臨時海底通信ルートの開設にも活躍する（図—4）。

このため、まずは資機材輸送の能力を増強した。

通常の敷設船には貨物などを積載するスペースが少ないが、本船には船体後部に十分な作業スペースと貨



写真—10 DPS 操作盤



図—4 大規模災害発生時の敷設船活用イメージ

物積載スペースを確保し、作業甲板へのオープンハッチを設置したことにより、ケーブルタンク内や船内の作業区画にデッキクレーンを用いて資機材を容易に搭載できる。電柱やケーブルドラムなどの大型資材も積載が可能としている。

また、作業甲板上には資機材輸送用に20フィート型コンテナ6個を搭載できる設備を設けている。さらに、大型のデッキクレーンを使用して、非常用移動電源車や移動基地局車など災害復旧用車両も複数搭載できる（写真—11、12）。



写真—11 船尾搭載スペース



写真—12 10トンクレーン

(2) 災害対策本部機能

災害時に対策本部として利用することを考慮し、大型会議室を設置したほか（写真—13）、最大40人程度の対策要員が宿泊・移動で乗船できるようにしている。

また、岸壁停泊中において災害対策要員を支援するため、簡易ベッドの搬入等により多数の休憩場所を確保すると共に、最大60人が利用できる食堂や厨房、冷蔵庫を備え、医務室や入浴施設なども利用できるようにしている。

このほか、船から岸壁への給水、電力供給が可能な



写真—13 会議室

設備も設置している。

災害対策本部が必要な外部との通信手段として、衛星利用による大容量データ通信システム(VSAT)や、衛星船舶電話、インマルサット電話など、複数の通信手段と前出船内ネットワーク設備を備え、被災地でも情報収集、発信を可能としている。

合わせて、非常用携帯基地局など、非常用通信設備を設置できる構造としている点も特徴である。例えば衛星パラボラアンテナを使用する際に死角が生じないように構造としているほか、ブリッジ上部に非常用携帯基地局を吊り上げられるようにクレーンを設置し臨時設備に対応できる配線設備を設けている。

4. 実際の災害復旧支援のための派遣

(1) 北海道胆振東部地震への対応（2018年9月）

2018年9月に北海道で発生した地震により大規模な停電(ブラックアウト)が発生した。通信ビルでは、電力会社からの給電が断たれても通信サービスが途絶えることが無いように、軽油を燃料とする非常用発電機が配備されているが、各通信ビルの燃料の貯蔵量には限りがあるため、長時間継続的な発電には定期的に



写真—14 作業区画への燃料搭載状況

燃料を補充する必要がある。この補充用の燃料、小型発電機、車両等を積んで北海道苫小牧まで運ぶという役割を果たした（写真—14）。

（2）台風24号被害への対応（2018年10月）

台風の暴風雨により、鹿児島県と沖縄県を結ぶ海底ケーブルが被災するとともに、沖縄県内では、陸上の通信ケーブルが広範囲にわたり断線となった。この海底通信ケーブルの修理のための出動の際に、沖縄県域



写真—15 作業甲板への車両搭載状況

で不足した工事用車両を「きずな」に搭載し、沖縄本島まで運搬するという役割を果たした（写真—15）。

5. おわりに

本船の船名は、グループ会社内で、船名を公募したところ、通信会社らしく最も応募が多かったのが「きずな」だった。まさに、人と人のつながり、人とモノのつながりを支える通信イメージにも合致し、次世代に必要なキーワードとしてもふさわしいことなどから、選考審査で高く評価され、船名として採択された。本業の通信インフラのみならず、災害復旧の両面で、重要な役割を担う船としてあり続けたい。

JCMA

【筆者紹介】

伊藤 環（いとう たまき）
NTT ワールドエンジニアリングマリン(株)
企画総務部
部長

