

光海底ケーブルシステム用給電装置

金子 智幸・千葉 義則

国見 金明・中村 友隆

要旨

海底ケーブルシステムでは、定電流源の給電装置によりシステムへの電力供給を行います。給電装置は、長期間のシステム運用に耐えるとともに、長距離システムへの給電のため超高電圧出力を実現する必要があります。本稿では、弊社の海底ケーブルシステムに適用されている、小型、高電圧、高信頼な給電装置について紹介します。

キーワード

●海底ケーブル ●高電圧 ●高耐圧 ●高信頼性 ●定電流制御

1. まえがき

海底ケーブルシステムの海底機器への電力供給は、陸揚げ局舎に設置された給電装置により行われます。

本稿では、太平洋横断長距離システムへの適用が可能で、かつ、小型・高信頼性を実現した給電装置について紹介します。

2. 海底ケーブルシステムの概要

海底ケーブルシステムは、陸上から光を送出する光端局装置 (WDM) と、光を増幅する海底中継器と、海底中継器に電力を供給する給電装置と、それぞれの機器を監視する監視装置で構成されます。図1 にシステム構成例を示します。

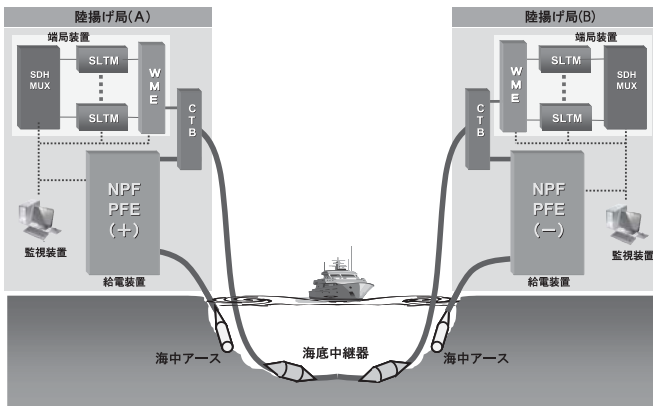


図1 システム構成例

給電装置は、海底中継器に対して直流の定電流を供給します。ここでシステム給電系の信頼性を向上させるため、おのおのの陸揚げ局で全システム電圧を給電できる能力を持つ給電装置を両陸揚げ局に設置し、両局から電圧を分担する両局給電を行います。図2 に両局給電時の電圧分担例を示します。

通常は、システム給電電圧を両陸揚げ局から正極及び負極で全システム電圧の1/2をおのおの給電する構成としています。両局給電中に片局の給電装置が障害となった場合は、対向陸揚げ局の給電装置から全システム電圧を供給して海底中継器

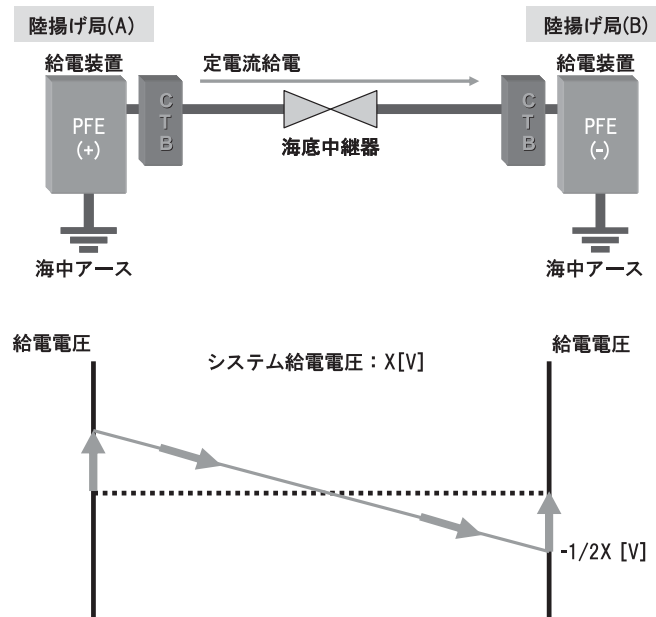


図2 両局給電時の電圧分担例

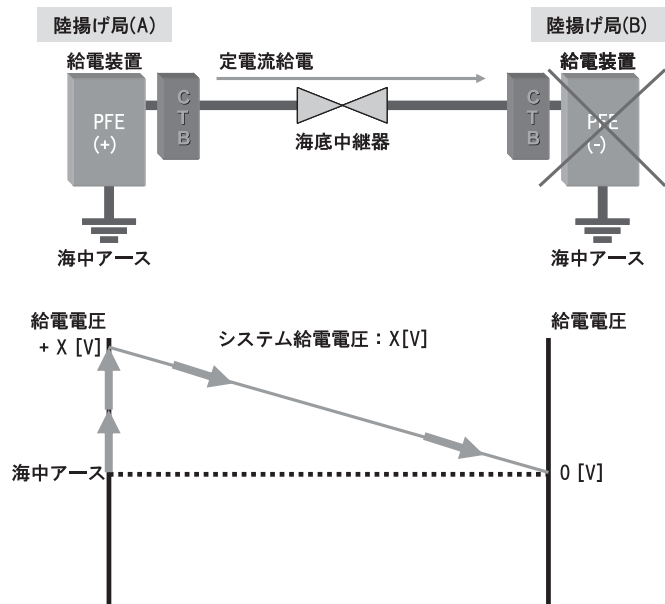


図3 給電装置障害時の電圧分担例

に対して定電流の供給を可能とし、システム冗長化することで信頼性を向上させています。図3に給電装置障害時の電圧分担例を示します。

3. 給電装置の概要

給電装置は、海底ケーブルを介して海底中継器に安定して直流定電流を供給する機能を有しています。定電流を供給するDC/DCコンバータ部を冗長構成、定電流を制御するフィードバック制御部も冗長構成とすることで、両局給電によるシステム冗長性のほか、装置単体でも高信頼性を確保しています。

また、海底ケーブル用給電装置は以下のような機能を有します。

- (1) 海中分岐装置の給電路切替回路を制御 (BU機能)
- (2) 海底ケーブル短絡障害時の直流抵抗を測定するための低電流供給機能
- (3) 海底ケーブル位置探索用の交流低周波信号を重畳 (EL機能)

3.1 給電装置構成

弊社給電装置は4種類の架により構成され、定電流DC/DCコンバータ部の構成を増減させることにより海底ケーブル長により決まるシステム給電電圧に柔軟に対応することができます。システム電圧は海底中継器の数とケーブル長で決定され、長距離になるほど高電圧出力が必要となります。写真に基本となる4架の装置外観を示します。

高電圧発生部では、DC-48Vから定電流出力に変換した複数台のコンバータ出力を用いて高電圧出力を得ています。

給電出力監視制御部では、給電出力のデジタル制御及びモニタ機能、装置操作機能、装置警報情報の収集監視、並びに監視装置とのインタフェースを有します。

給電路切替部では、給電装置の出力を海底ケーブルと試験用負荷への切替、並びに給電装置の入力である給電アースを海底アースと局アースへの切替を行います。更に、海底ケーブルに高電圧でチャージされた電荷を放電するための放電機能と海底ケーブルの障害位置判定装置 (FLTS) との接続部を有します。

試験用負荷部は全システム電圧に相当する負荷を有しており、給電装置を海底システムから切り離し、単独で給電装置機能の確認を可能とすることにより、保守の容易性を確保しています。

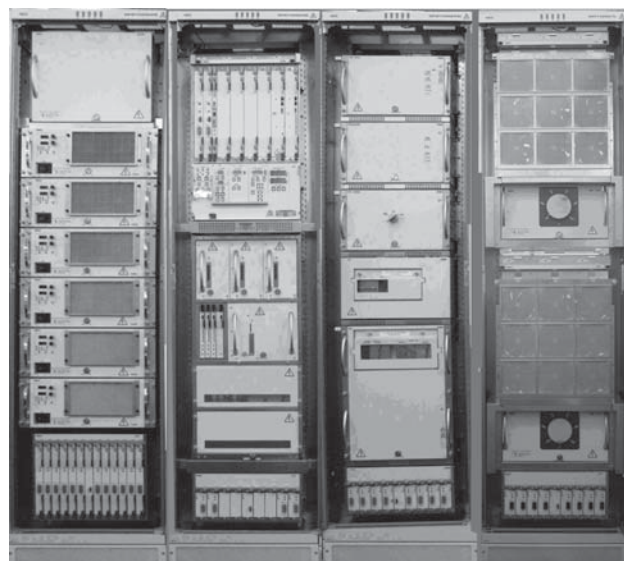


写真 装置外観

3.2 信頼性

給電装置は定電流を安定に供給するために高電圧を発生するDC/DCコンバータ部ではn+mの冗長構成、定電流を制御する出力制御部では2+1の冗長構成とすることで装置単体での高信頼性を有しています。また、両局給電によるシステム冗長構成とすることで高信頼性を確保できます。図4に給電装置のブロック図を示します。

3.3 安全性、保守性

給電装置は高電圧を発生するため、安全性の確保は重要な課題の1つです。また保守の容易性を考慮した設計としています。

- (1) 高電圧部ユニットには鍵を装備し、容易に抜けないようにするとともに鍵をアンロック状態にすると給電装置は即時に遮断します。
- (2) 操作の必要な高圧部には前面に保護カバーが装備され、この保護カバーを外すと給電装置は即時に遮断します。
- (3) 背面には高電圧部があるため扉には鍵を装備し、容易に開けられない構造とするとともに扉を開けると給電装置は即時に遮断します。
- (4) 緊急停止用のボタンを前面と背面に装備し、このボタンを押すと給電装置は即時に遮断します。
- (5) 感電防止のため、海底ケーブルの残留電荷を放電する機能を有しています。
- (6) 停止させた給電装置は海底システムから切り離すことが

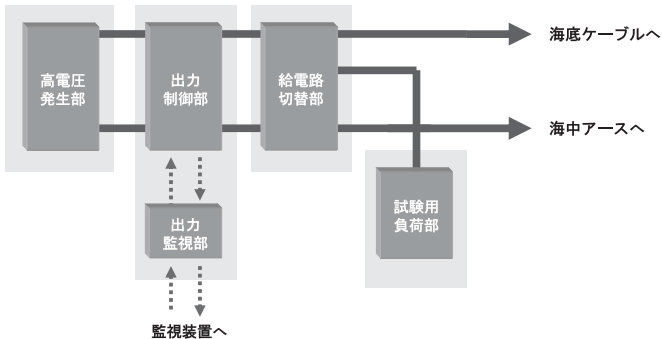


図4 給電装置のブロック図

可能な構成となっており、給電装置の保守が容易です。

- (7) 交換可能なユニットはプラグイン方式を採用し、前面から挿抜可能な構成としています。
- (8) 強制空冷用のファンは給電装置稼働状態で交換可能としています。

4. 給電装置の仕様

4.1 小型化、高出力化

長距離の海底ケーブルシステムでは最大給電電圧が15,000V程度まで必要となります。従来の給電装置の最大給電電圧が10,000Vであったため、片局からの給電を供給できない場合があります。通常時は両局から給電を供給可能ですが、給電装置が故障した際や海底ケーブルが途中で障害となった場合にその障害地点まで電力を供給できないことが想定され、そのためにシステムが停止するリスクがありました。

一方、片局からのシステム給電電圧を15,000Vとするためには、従来の耐電圧規格15kVに改良させる必要があります。耐電圧性能を向上させるためには、空間距離、沿面距離を十分確保することが重要で、そのため装置が大型化してしまい陸揚げ局の限られたスペースに装置を設置できなくなることも課題となっていました。

この課題に対し、高電圧コンバータ1台当たりの出力容量を2倍とし、耐電圧性能を向上させつつ、小型、高出力を実現するために以下の施策を実施しました。これにより、装置設置スペースを大幅に削減することができました。

- (1) 高電圧部と低圧部、筐体間の空間及び沿面距離確保のための遮蔽、立体構造の開発
- (2) 低電圧制御部の小型化による高電圧部の実装スペース確保
- (3) 高電圧コネクタの高耐圧化と小型化
- (4) 高電圧リレー、ノイズフィルタのモジュール化による高耐圧化と小型化
- (5) 高電圧電流センサの高耐圧化と小型化
- (6) 電力密度増大のための高電圧コンバータの高効率化と強制空冷化による高信頼度化
- (7) ラック外形を従来の1.8mからWDM装置のETSIラックと同一の2.2mとし、搭載ユニット数を拡張

4.2 従来装置構成との比較

従来の最大電圧である10,000V出力の給電装置は10架構成となっており、設置スペースとして、横0.8m/架×10架=8mとなっていました。今回紹介した15,000Vと同じ出力の構成を仮定すると12架構成となることから9.6mとなります。

今回紹介した給電装置は、横0.6m/架×6架=3.6mとなり、奥行きは従来装置とも0.6mと同一であるため、設置面積は従来装置比38%を実現しており、大幅な削減を実現しました。

4.3 遠隔監視、制御機能

給電装置は、海底中継器への電力供給を目的としていることから、光端局装置と異なる沿岸近くの陸揚げ局に設置されることがあり、保守の迅速性、容易性のため、市街地の局舎より遠隔で操作可能であることが必要条件とされることが多くなっています。

この要求に対し、装置の警報を監視するためのインタフェースを拡張することで、装置の状態監視及び操作を遠隔で実行できるよう機能を追加しています。遠隔操作可能な機能は、装置の操作パネルと同一であり、給電出力を開始、停止する基本機能のほか、BU/低電流供給機能、EL機能の各パラメータ設定及び起動制御です。表に装置の主要諸元を示します。

5. むすび

今回、長距離システムに適用可能な15,000Vの給電能力を有

表 主要諸元

給電電圧	15,000V	
給電電流	0.6A~1.6A	
BU/低電流供給機能	定電流モード	定電圧モード
設定電流・電圧	0~500mA	30~1,000V
EL機能	IN SERVICE	OUT OF SERVICE
周波数	4~50Hz	4~50Hz
振幅	0~80mA _{o-p}	0~150mA _{o-p}
DCバイアス	-	500mA
入力電圧	DC-48V	
外形寸法(架)	600(W)×600(D)×2,200(H)	

する最新の給電装置を紹介しました。本装置は、大容量太平洋横断システムの給電が可能であり、またフロアスペースを有効活用できるように従来装置比38%の小型化を実現しています。

執筆者プロフィール

金子 智幸
NECネットエスアイ
モバイル・海外ネットワークシステム
事業部
課長

千葉 義則
NEC通信システム
第二ネットワークプラットフォーム
事業部
主任

国見 金明
NEC通信システム
第二ネットワークプラットフォーム
事業部
主任

中村 友隆
高砂製作所
技術本部電源技術部
主任