

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 納入北海道新幹線(新青森・新函館 北斗間) 変電設備

キーワード 整備計画, き電制御, 地球環境, 世界初

概要



北海道新幹線の路線図

北海道新幹線は、新青森・新函館北斗間が2016年3月26日に開業し、将来は札幌までの延伸を予定している。

当社は本工事で、列車走行用に電源を供給するき電用変電設備などを納入した。

納入ポストは、新函館変電所・新木古内き電区分所・新市ノ渡補助き電区分所である。

納入製品には、世界最高電圧となる204kVタンク形真空遮断器（VCB）のほか、超高圧系統に用いられるルーフ・デルタ変圧器、環境対応形のエコタンク形VCB、高耐圧形切替用開閉器など地球環境に優しく、新幹線特有の特長的な特高機器がある。またVCBを採用することで、保守の省力化及び長寿命化が期待できる。

1 まえがき

北海道新幹線の新青森・新函館北斗間約149kmのうち、青森県外ヶ浜町大平と北海道木古内町鶴岡の区間82.1kmは、1988年3月に在来線専用の「津軽海峡線」として先行開業した区間であり、本工事で新幹線規格へ変更され、在来線との共用走行区間となった。この共用走行区間を除いた区間は、新幹線専用として新設された。

第1図に北海道新幹線のき電系統図を示す。新設区間は、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構が事業主体となり施工した。本稿では、この区間に当社が製作・納入したき電用変電設備を紹介する。

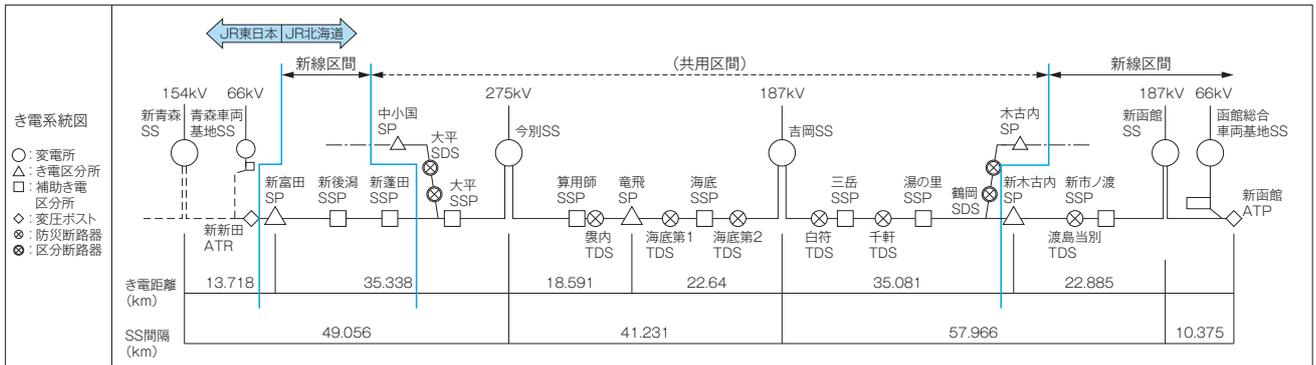
2 き電設備

納入ポストは、新函館変電所（SS）、新木古内き電区分所（SP）、新市ノ渡補助き電区分所（SSP）の3ポストである。

新函館SSは、187kV2回線を北海道電力(株)から受電し、60MVAのルーフ・デルタ変圧器で単相60kVの2回線に降圧している。さらに単相60kVを単巻変圧器に単相30kVに変成し、起点側上下2回線及び終点側上下2回線へき電している。代表として、新函館SSの納入設備を紹介する。**第2図**に新函館SSの主回路電線接続図を示す。

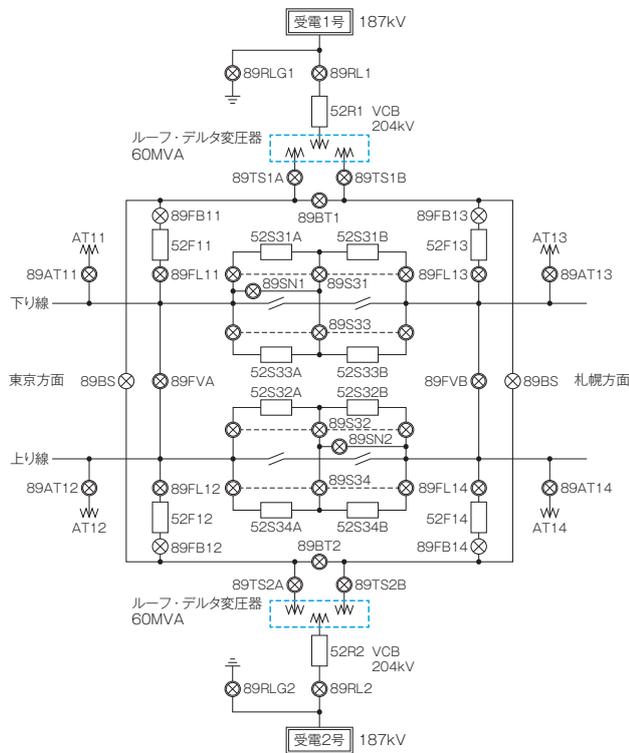
2.1 受電用真空遮断器（VCB）

新函館SSに世界で初めてとなる204kVタンク形



第1図 北海道新幹線のき電系統図

北海道新幹線（新青森・新函館北斗間）のき電系統図を示す。当社の納入ポストは、新函館SS・新木古内SP・新市ノ渡SSPである。



第2図 新函館SS 主回路構成概略図

新函館SSの主回路構成を示す。北海道電力から187kVの超高圧を2回線で受電し、ループ・デルタ変圧器で降圧する。

VCBを納入した。第1表に定格を、第3図に外観を示す。主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 遮断部の高電圧化 真空インタラプタ (VI) 2点切りを採用し、遮断時に電源側と接地側の電圧を均等に保つため配置した電圧分担コンデンサで最適化を図った。
- (2) VIの高電圧・大容量化 電極構造は縦磁界電極構造を採用することで、遮断性能の向上と1万回

第1表 受電用VCBの定格

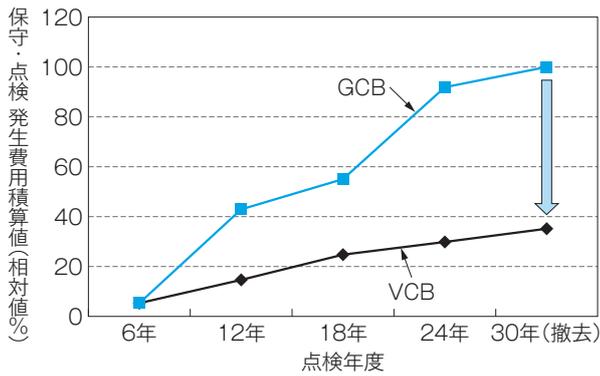
新函館SSに納入した受電用VCBの定格を示す。2点切り技術の確立によって、製品化を実現した。

項目	定格
定格電圧	204kV
定格電流	1200A
定格遮断電流	25kA
定格遮断時間	3サイクル
遮断点数	2
定格ガス圧力	0.15Mpa・G
絶縁媒体	SF ₆ ガス（遮断部はVI）
操作方式	電動ばね方式
適用規格	JEC-2300



第3図 受電用VCB

204kV VCBの外観を示す。世界初の超高圧対応のタンク形VCBである。



第4図 VCBとGCBのLCC概算比較

30年間の保守費を比較すると、GCBに比べて約50%の保守費削減が期待できる。

の多頻度開閉を実現した。これにより、長寿命化が期待できる。

(3) ライフサイクルコスト (LCC) 低減 ガス遮断器 (GCB) と比べて、2000回開閉による遮断部の開放点検が不要であり、撤去時に分解ガスの処理が不要となるなどの点からLCCの低減が望める。

30年間使用した場合、VCBはGCBと比べて約50%のLCC低減が期待でき、保守費用の軽減が望める。第4図にVCBとGCBのLCC概算比較を示す。

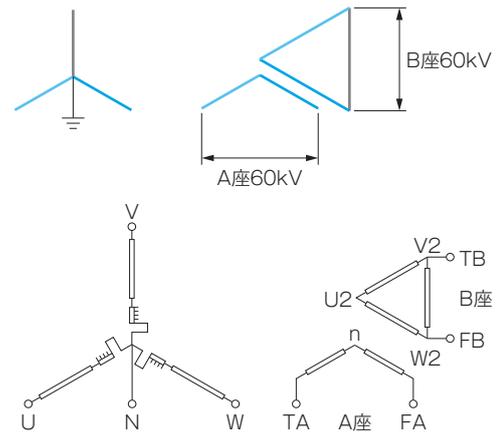
2.2 き電用変圧器

新函館SSに60MVA ルーフ・デルタ変圧器を納入した。主な特長は、以下のとおりである。

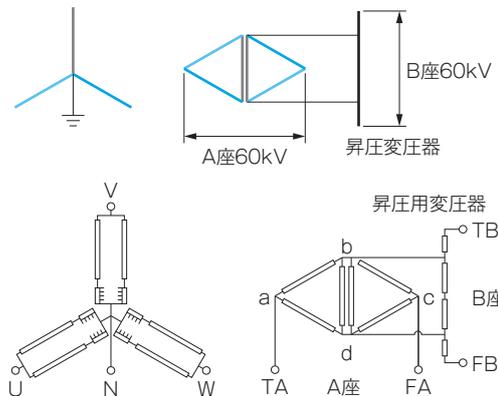
(1) 巻線数の削減 一次側のY結線と二次A座側のルーフ巻線 (Λ), B座側のデルタ結線 (Δ) で構成され、変形ウッドブリッジ変圧器と比べて巻線数が削減され、小形・軽量化を実現した。

(2) 昇圧変圧器不要 ルーフ・デルタ変圧器では、本体のみで60kV 2回線を作ることができるため、変形ウッドブリッジ変圧器では必要な昇圧変圧器が不要となり、省スペース化を図ることができる。第5図に結線の比較を示す。

(3) 防音壁による低騒音 共用走行区間の吉岡SSは、津軽海峡線の開業当初からき電用変圧器を防音建屋内に設備していたが、変圧器本体の低騒音化を実現したことや他の整備新幹線での納入実績を踏まえて、新函館SSは防音壁構造を採用し、防音建屋



(a) ルーフ・デルタ結線変圧器 巻線構造



(b) 変形ウッドブリッジ結線変圧器 巻線構造

第5図 き電用変圧器結線の比較

ルーフ・デルタ変圧器と変形ウッドブリッジ変圧器の結線を示す。巻線の削減及び昇圧変圧器が不要となり、省スペース・軽量化を実現した。

第2表 き電用変圧器の定格

新函館SSに納入したルーフ・デルタ変圧器の定格を示す。187kVから60kV×2回線に降圧する。

項目	定格
冷却方式	油入自冷式
定格容量	60MVA
定格一次電圧	187kV
定格二次電圧	A座：60kV B座：60kV
過負荷耐量	定格電流の300%-2分間
結線方式	ルーフ・デルタ結線
そのほか	ラジエータ別置き形 本体防音壁付き
適用規格	JEC-2200

レスとした。これにより、工事施工の簡略化が図られた。第2表に定格事項を、第6図にルーフ・デルタ変圧器の外観を示す。



第6図 ルーフ・デルタ変圧器

60MVAルーフ・デルタ変圧器の外観を示す。ラジエータを別置きとし、本体防音壁を採用することで低騒音化を図っている。

第3表 き電用遮断器の定格

き電用遮断器の定格を示す。機構部は乾燥空気絶縁、遮断部は真空絶縁とし、脱SF₆化を図っている。

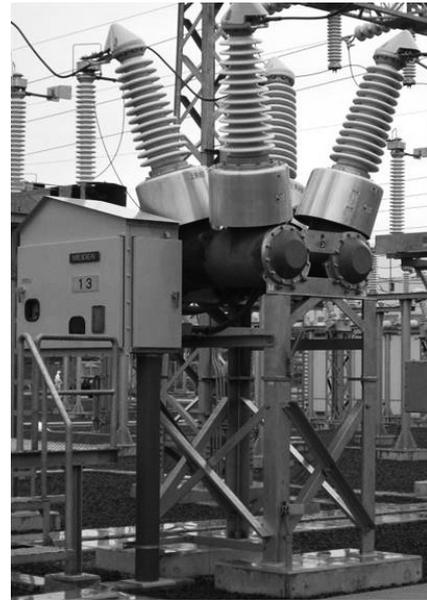
項目	定格
定格電圧	36/72kV
定格電流	1200A
定格遮断電流	25kA
定格遮断時間 (サイクル)	3サイクル
標準動作責務	R号
定格ガス圧力	0.5Mpa・G
絶縁媒体	乾燥空気
操作方式	電動ばね方式
適用規格	JEC-2300

2.3 き電用遮断器

絶縁媒体に乾燥空気を用いた環境に優しいエコロジータイプのタンク形VCBを納入した。第3表に定格事項を、第7図にエコタンク形VCBの外観を示す。本VCBはSF₆ガスを使用しないため、地球温暖化防止に貢献するほか、ガス回収が不要なこと、塗装レス及び遮断部保守不要であることから、LCCを低減している。第8図にSF₆ガス使用におけるCO₂ (換算) 発生量を示す。

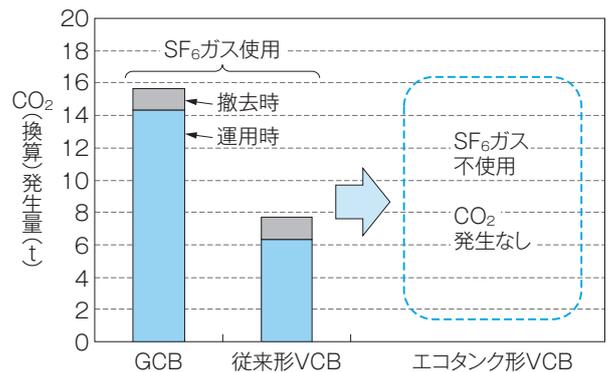
2.4 切替用開閉器

低操作電流形の電磁操作方式切替用開閉器を納入した。新函館SS及び新木古内SPでは、救済き電



第7図 エコタンク形VCB

72kV/36kVのエコタンク形VCBの外観を示す。アルミタンクの採用で塗装を不要とし、保守作業の軽減を図っている。



第8図 SF₆ガス使用におけるCO₂ (換算) 発生量

脱SF₆ガスを実現したことで地球温暖化防止に貢献している。絶縁媒体を大気に放出できることから、保守作業の軽減も図ることができる。

時に函館総合車両基地SSからの電源突き合わせで発生する電位差に対応するため、高耐圧形を納入した。第4表に切替用開閉器定格を、第9図に外観を示す。

2.5 電鉄用配電盤

各ポストには機能集約形の電鉄用配電盤を設置した。代表で第10図に新函館SSのシステム構成の概略図を、第11図に監視制御盤を示す。配電盤の主な特長は、以下のとおりである。

第4表 切替用開閉器の定格

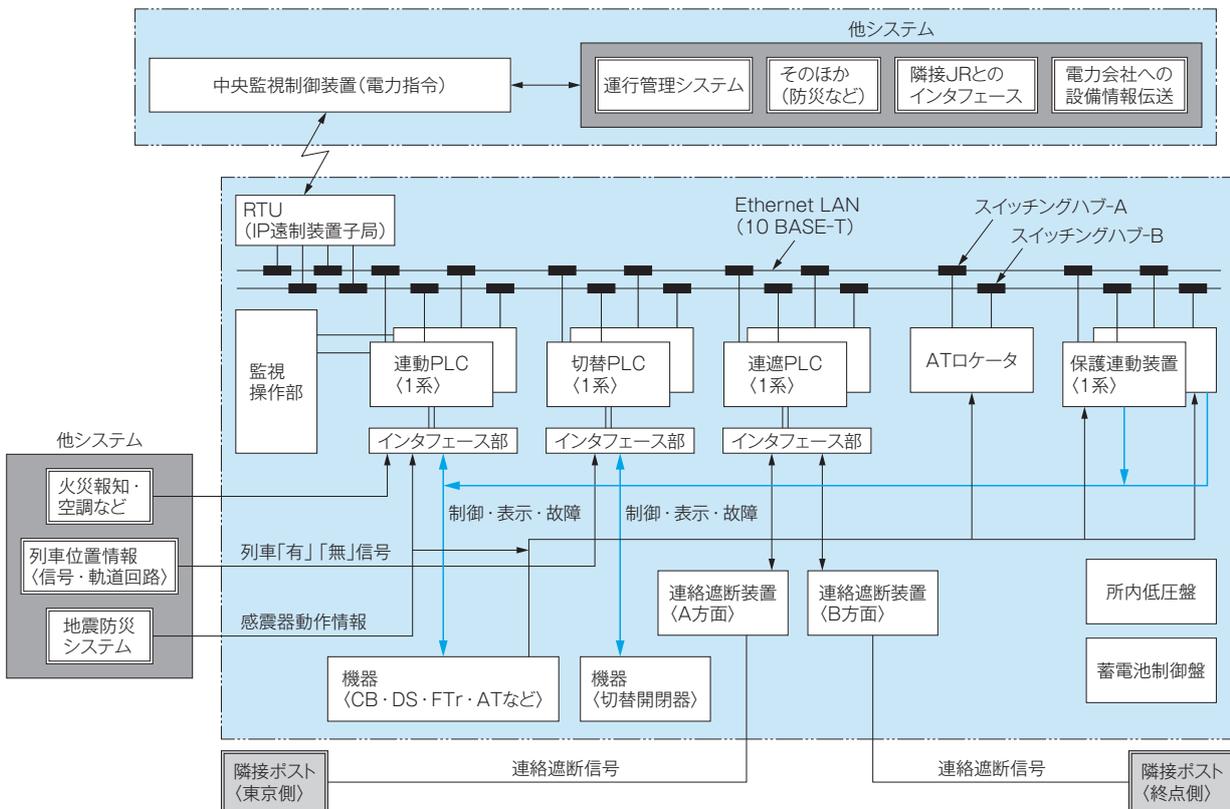
切替用開閉器の定格を示す。極間絶縁電圧は通常42kVであるが、高耐圧化のため60kVとなっている。

項目	定格
形式	切替用開閉器 (高耐圧仕様)
使用場所	屋内
極数	単極
用途	切替用
操作方式	電磁操作式
定格電圧	36kV
極間絶縁電圧	60kV (高耐圧)
定格周波数	60Hz
定格電流	1200A
定格投入電流	31.5kA
定格短時間電流	12.5kA (2s)
定格開極時間	0.05s以下
極間商用周波耐電圧	140kV (高耐圧)
対地商用周波耐電圧	70kV
極間衝撃波耐電圧	350kV (高耐圧)
対地衝撃波耐電圧	200kV
動作責務	O-(1s)-C, C-(1s)-O



第9図 切替用開閉器

36kV切替用開閉器の外観を示す。低操作電流形とし、非同期電源突き合わせ対応の高耐圧仕様となっている。



第10図 新函館SS システム構成概略図

配電盤システム構成図を示す。機能別集中二重化構成とし、大容量処理・高速化を実現した。



第11図 新函館SS 監視制御盤

新函館SS 監視制御盤の外観を示す。配電盤全体としては、操作盤・各PLC盤、保護連動装置・連遮装置・ロケータ装置・計測装置の構成となる。

- (1) 大容量高速のPLC (Programmable Logic Controller) を採用し、連動処理をラダーシーケンスで構築することで処理速度の高速化を実現した。また、二重化することで信頼性の向上を図った。
- (2) 集中形次世代デジタル継電器の採用で、高機能・高性能なシステムを実現した。また装置の二重化で、信頼性の向上を図った。
- (3) 各装置間をEthernet LANで接続することで、他メーカーの装置を含むシステム構成が容易となった。
- (4) 新設時の現地連動試験では、遮断器の動作回数の低減と中央連動確認の効率化のため、模擬シミュレータ装置を導入した。
- (5) 連絡遮断回線や簡易遠制回線には光ケーブルを採用してノイズを低減し、信頼性を向上した。
- (6) 現在値表示、日報・月報の集計のほか検査用集計機能を有する計測装置を導入し、保全業務と現地検査の効率化を図った。

(7) SSの配電盤側の主な自動機能は、以下のとおりである。

- (a) 受電自動切替・受電再閉路
- (b) き電再構成・き電再閉路・き電自動開放
- (c) 切替個別自動連動・切替用開閉器異常時の予備器自動切替
- (d) 63AT発生時の89AT自動開放

3 むすび

北海道新幹線の開通事業に一役担えたことは、当社にとって誇りである。

北海道新幹線は、将来は札幌まで延伸する計画である。

今回納入の各設備が機能を十分に発揮し、安全で安定した新幹線運行に貢献することで、北海道新幹線を利用して東京～北海道間を移動する人々の重要な足となることを期待する。

最後に、本設備製作にあたり、ご指導・ご協力いただいた多くの関係者の皆様に深く感謝の意を表す次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



衛藤 憲行
Noriyuki Eto

電鉄システム事業部技術部
電鉄用変電設備のエンジニアリング業務に従事