

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 東北・九州新幹線納入変電設備・配電設備・電車線設備

🔗 整備計画，き電制御，配電制御，地球環境

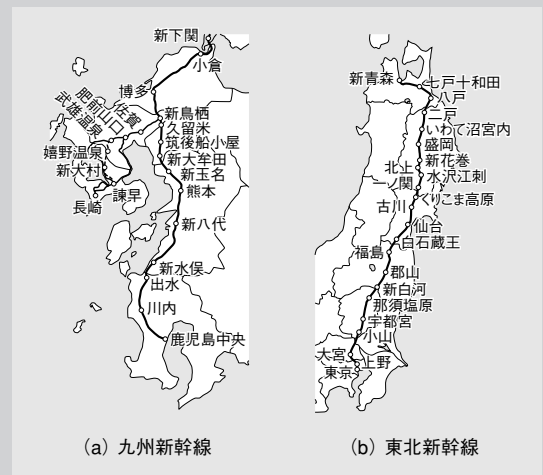
* 衛藤憲行 Noriyuki Eto

概要

東北新幹線（八戸・新青森間）が2010年12月4日に開業し，東北新幹線は全線開業した。また，九州新幹線（博多・新八代間）が2011年3月12日に開業し，九州新幹線は全線開業した。本開業で，新青森駅～鹿児島中央駅が新幹線でつながったことになる。

当社が納入した主な電気設備としては，列車電源を供給する変電設備，駅電気室・配電線路電源を供給する配電設備，軌道内整備・防災設備を担う電車線設備がある。

東北新幹線では，変電設備5ポスト・配電設備は3ポスト・電車線設備一式を納入し，九州新幹線では，変電設備5ポスト・配電設備は2ポストを納入した。



九州新幹線・東北新幹線の路線図

1. ま え が き

今回の延伸工事で東北新幹線・九州新幹線共に全線開業し，整備新幹線計画の2路線が完了した。

当社はこの延伸工事に伴い，き電用変電設備・配電所電気設備・電車線設備などの製作・納入を行ったので，本稿でその設備を紹介する。

第1図に東北新幹線送変電ロケーションを，第2図に九州新幹線送変電ロケーションを示す。

当社電気設備の主な特長は，168kV真空遮断器・SF₆ガスレス真空遮断器・ルーフ・デルタ変圧器などとなる。

2. き 電 設 備

東北新幹線での納入ポストは，新青森変電所(SS)，新底田き電区分所(SP)，新下折紙補助き電区分所(SSP)，新大坪SSP，新新田変圧ポスト

(ATP)の5ポストである。また，九州新幹線での納入ポストは，新玉東SS，熊本総合車両所SS，新不知火SSP，新富合SSP，新氷川SSPの5ポストである。

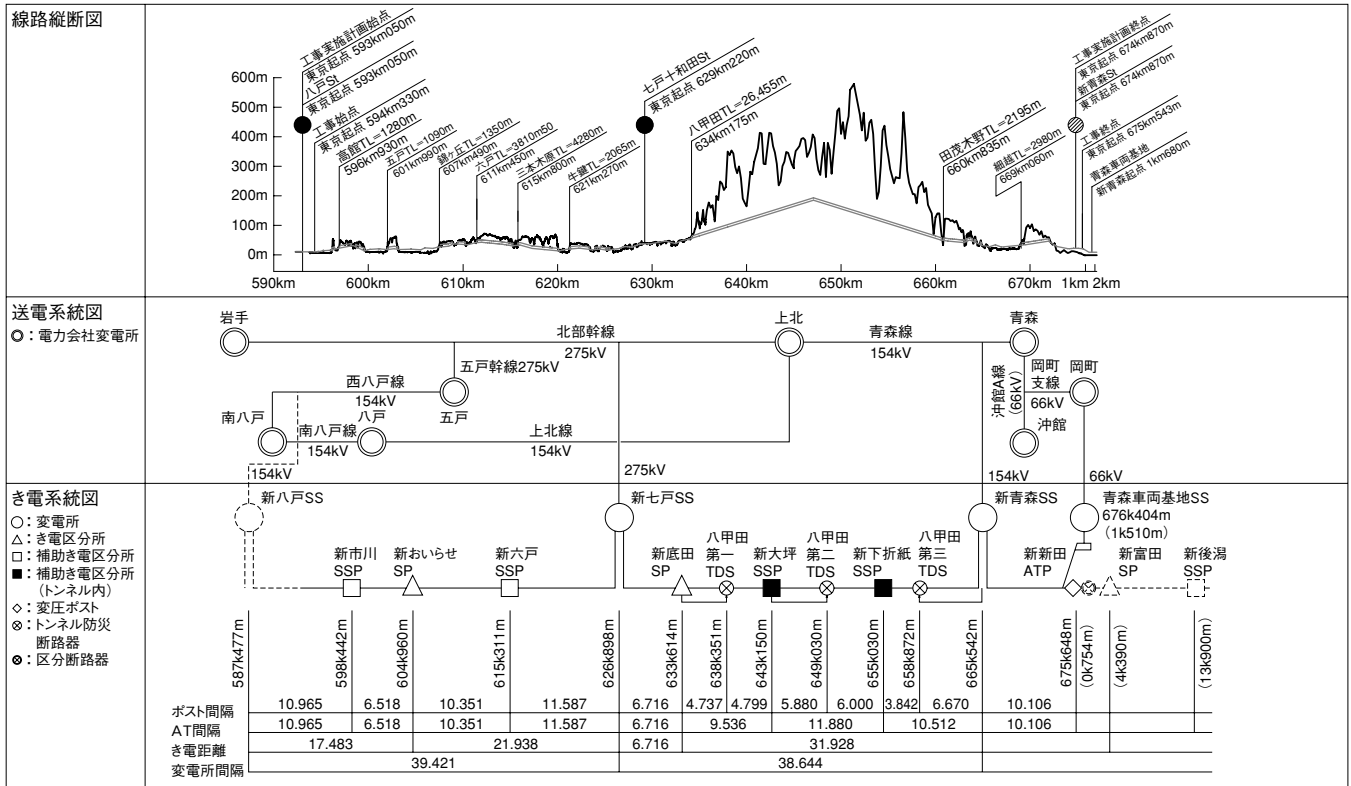
新青森SSは，154kV 2回線を東北電力(株)より受電し，50MVAのスコット変圧器で降圧し，また，新玉東SSは，220kV 2回線を九州電力(株)より受電し，70MVAのルーフ・デルタ変圧器で降圧している。両変圧器とも60kVに降圧し，単巻変圧器を介して単相30kVを営業線車両にき電をしている。第3図に新青森SS単線接続図を示す。

熊本総合車両所SSは，66kV 2回線を九州電力(株)より受電し，20MVA不等辺スコット変圧器で30kVに降圧し，車両所内車両にき電している。

2.1 受電遮断器

新青森SSには168kV真空遮断器，新玉東SSには240kVガス遮断器を納入した。真空遮断器の特長

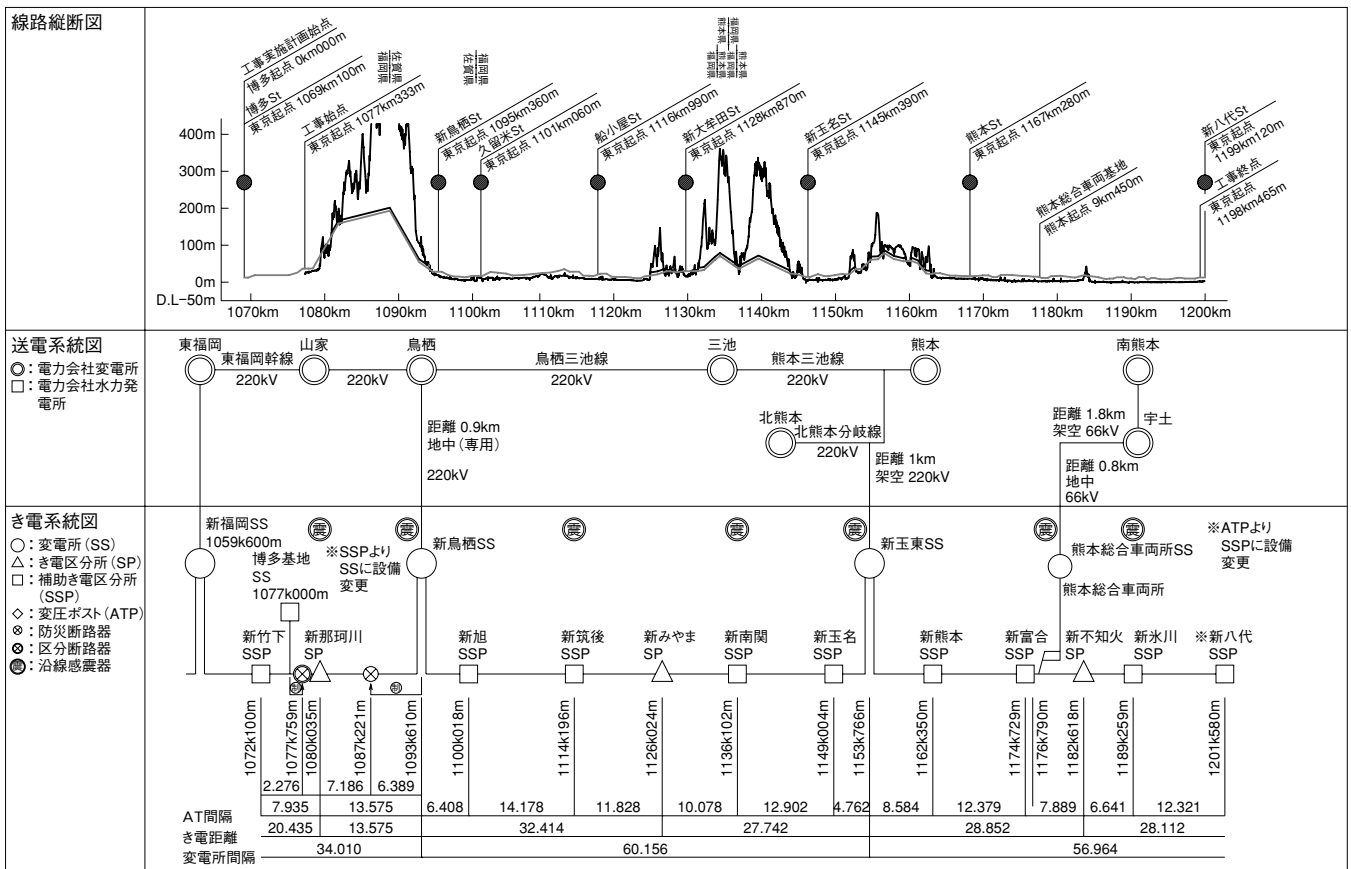
*電鉄技術部



提供：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構

第1図 東北新幹線の送変電ロケーション

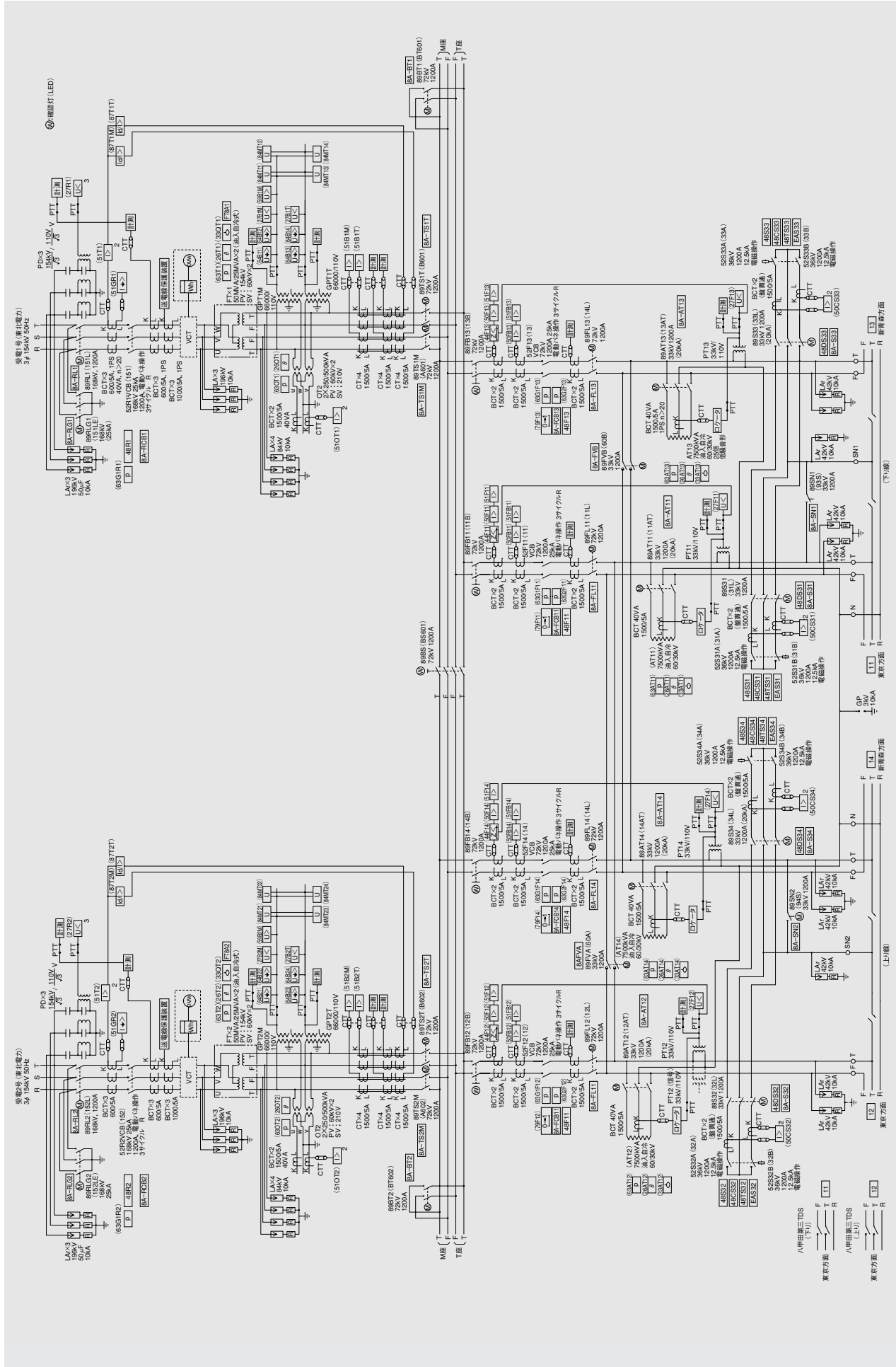
東北新幹線・延伸部工事の送電系統図とき電系統図を示す。当社ポストは、新青森SS・新底田SP・新大坪SSP・新下折紙SSPである。



提供：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構

第2図 九州新幹線の送変電ロケーション

九州新幹線・延伸部工事の送電系統図とき電系統図を示す。当社ポストは、新玉東SS・熊本総合車両所SS・新不知火SP・新富合SSP・新水川SSPである。



第3図 新青森SS単線接続図
新青森SSの主回路構成を示す。154kV受電・スコット変圧器を採用している。

は、遮断部に真空バルブを採用することで遮断性能の向上とSF₆ガスの削減を図っている。

また、ガス遮断器の特長は、操作機構に皿ばね方式を採用し操作機構の単純化を実現すると共に、大幅にコンパクト化を図っている。

第1表に定格事項を、第4図に168kV真空遮断器を、第5図に240kVガス遮断器を示す。

2.2 き電用変圧器

新青森SSに50MVAスコット変圧器を、新玉東SSに70MVAルーフ・デルタ変圧器を、熊本総合車両所SSに20MVA不等辺スコット変圧器を納入した。主な特長は、以下の通りである。

(1) 従来、変圧器の騒音対策として防音建屋を設

備していたが、変圧器本体を低騒音化することで建屋レス化を図った。これにより工事施工の簡略化を実現した。

(2) 電界強度の解析技術の進歩で、コンパクト化設計を実現した。

(3) スコット変圧器・不等辺スコット変圧器においては、中性点をフル絶縁することでM点用アレスタを省略した。

(4) ルーフ・デルタ変圧器においては、従来の変形ウッドブリッジ結線と比べ巻線数が少なく、総損失が小さいため、本体・放熱器をコンパクト化することができた。

第2表に定格事項を、第6図に50MVAスコット

第1表 受電用遮断器の定格事項

東北新幹線と九州修新幹線に設置した受電用遮断器の定格を比較した。電圧、絶縁媒体及び遮断時間で大きく仕様が異なる。

路線	東北新幹線	九州新幹線
形式	真空遮断器	ガス遮断器
絶縁媒体	真空・SF ₆ ガス	SF ₆ ガス
台数(台)	2	2
定格電圧(kV)	168	240
定格電流(A)	1200	2000
定格遮断電流(kA)	25	31.5
定格遮断時間(サイクル)	3	2
標準動作責務	R号	
操作方式	電動バネ	
操作軸	三相一体形	
総質量(kg)	9900	10,300



第4図 168kV真空遮断器

168kV真空遮断器の外観を示す。三相一体形・遮断部は、真空絶縁となっている。



第5図 240kVガス遮断器

240kVガス遮断器の外観を示す。三相一体形・遮断部は、ガス絶縁となっている。

第2表 き電用変圧器の定格事項

東北新幹線と九州修新幹線に設置したき電用変圧器の定格を比較した。スコットとルーフ・デルタはラジエータ別置き、不等辺スコットは一体形となっている。

路線	東北新幹線	九州新幹線	
結線方式	スコット結線	ルーフ・デルタ結線	不等辺スコット結線
形式	屋外油入自冷式		
台数(台)	2	2	2
定格容量(MVA)	50	70	20
定格の種類	連続(300% 2分間)		
相数	3/2		3/1
定格一次電圧	F168~R154~ F147kV(7タップ)	F255~R220~ F215kV(9タップ)	F72~R66~ F63kV(7タップ)
定格二次電圧	60kV×2		30kV
総質量(kg)	112,500	159,500	48,500



第6図 50MVAスコット変圧器
50MVAスコット変圧器の外観を示す。一次側154kV・二次側60kV×2回線となっている。



第7図 70MVAルーフ・デルタ変圧器
70MVAルーフ・デルタ変圧器の外観を示す。一次側220kV・二次側60kV×2回線となっている。



第8図 20MVA不等辺スコット変圧器
20MVA不等辺スコット変圧器の外観を示す。一次側66kV・二次側30kVとなっている。

第3表 き電用遮断器の定格事項

東北新幹線と九州新幹線に設置したき電用遮断器の定格を比較した。仕様としては同じだが、台数が異なっている。

路線	東北新幹線	九州新幹線
形式	真空遮断器	
絶縁媒体	乾燥空気	
台数(台)	6	8
定格電圧(kV)	72/36	
定格電流(A)	1200	
定格遮断電流(kA)	25	
定格遮断時間(サイクル)	3サイクル	
標準動作責務	R号	
操作方式	電動パネ	
総質量(kg)	2300(代表)	1800(代表)



第9図 72kV SF₆ガスレス形真空遮断器
九州新幹線に用いた真空遮断器の外観を示す。脱SF₆ガス化を図っている。

変圧器を、第7図に70MVAルーフ・デルタ変圧器を、第8図に20MVA不等辺スコット変圧器を示す。

2.3 き電用遮断器

当社従来の真空遮断器は、操作機構部をSF₆ガスで絶縁していたが、東北新幹線・九州新幹線共に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遮断器を導入した。これにより、地球温暖化対策にも大きく貢献している。第3表に定格事項を、第9図に72kV SF₆ガスレス形真空遮断器を示す。

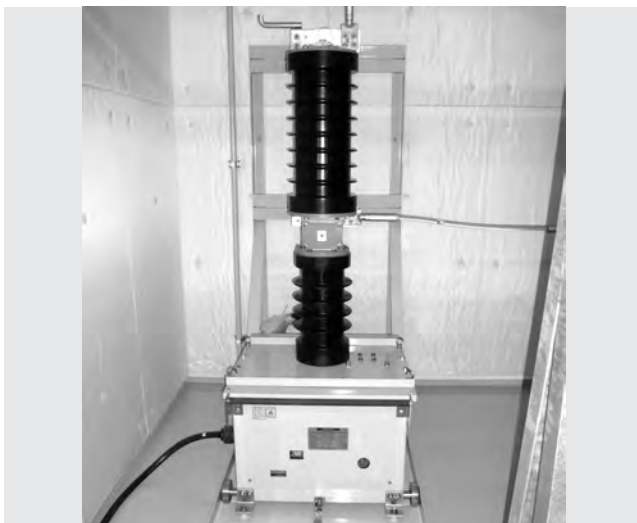
2.4 切替用開閉器

既設東北新幹線で採用した電磁操作方式から、更に投入コイルの最適化を図り、低操作電流形の切替用開閉器を開発した。これにより、直流電源設備容量の低減と制御ケーブルの縮小化を図るこ

第4表 切替用開閉器の定格事項

東北新幹線と九州修新幹線に設置した切替用開閉器の定格を比較した。仕様としては同じだが、台数が異なっている。

路線	東北新幹線	九州新幹線
形式	真空開閉器	
台数(台)	16	24
定格電圧(kV)	36	
極間絶縁電圧(kV)	42	
定格電流(A)	1200	
定格短時間電流(kA)	12.5	
定格遮断時間(サイクル)	5	
操作方式	電磁操作式	
総質量(kg)	270	



第10図 36kV切替用開閉器

36kV切替用開閉器の外観を示す。東北・九州共に共通。低操作電流形とし、設備のコスト削減に貢献している。

とができた。第4表に定格事項を、第10図に36kV切替用開閉器を示す。

2.5 GIS (Gas Insulated Switchgear) 設備

熊本総合車両所SSにガス絶縁開閉装置を納入し、縮小化とメンテナンスの省力化を実現した。受電設備を屋外、き電設備を配電盤室と同一建屋に収納することで、省スペース化を図っている。

本設備は昼夜問わず車両所内と配電を行う重要設備のため、保守作業の削減にも貢献している。第5表に定格事項を、第11図に72kV屋外形C-GISを、第12図に36kV屋内形C-GISを示す。

2.6 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。第13図に新玉東SSのシステム構成図を、第14図に監視制御盤を示す。配電盤の主な特長は、以下の通りである。

(1) 大容量高速のPLC (Programmable Logic

第5表 C-GISの定格事項

熊本総合車両所SSに設置した受電用C-GISとき電用C-GISの定格を比較した。異なる点は、電圧と設置場所となる。

路線	九州新幹線	熊本総合車両所SS
設置場所	屋外	屋内
定格電圧(kV)	72	36
定格電流(A)	800	1200
定格遮断電流(kA)	25	
定格遮断時間(サイクル)	5	3
標準動作責務	A号	R号
面数(面)	8	12



第11図 72kV屋外形C-GIS

72kV屋外形C-GISの外観を示す。2回線受電，2VCT方式。

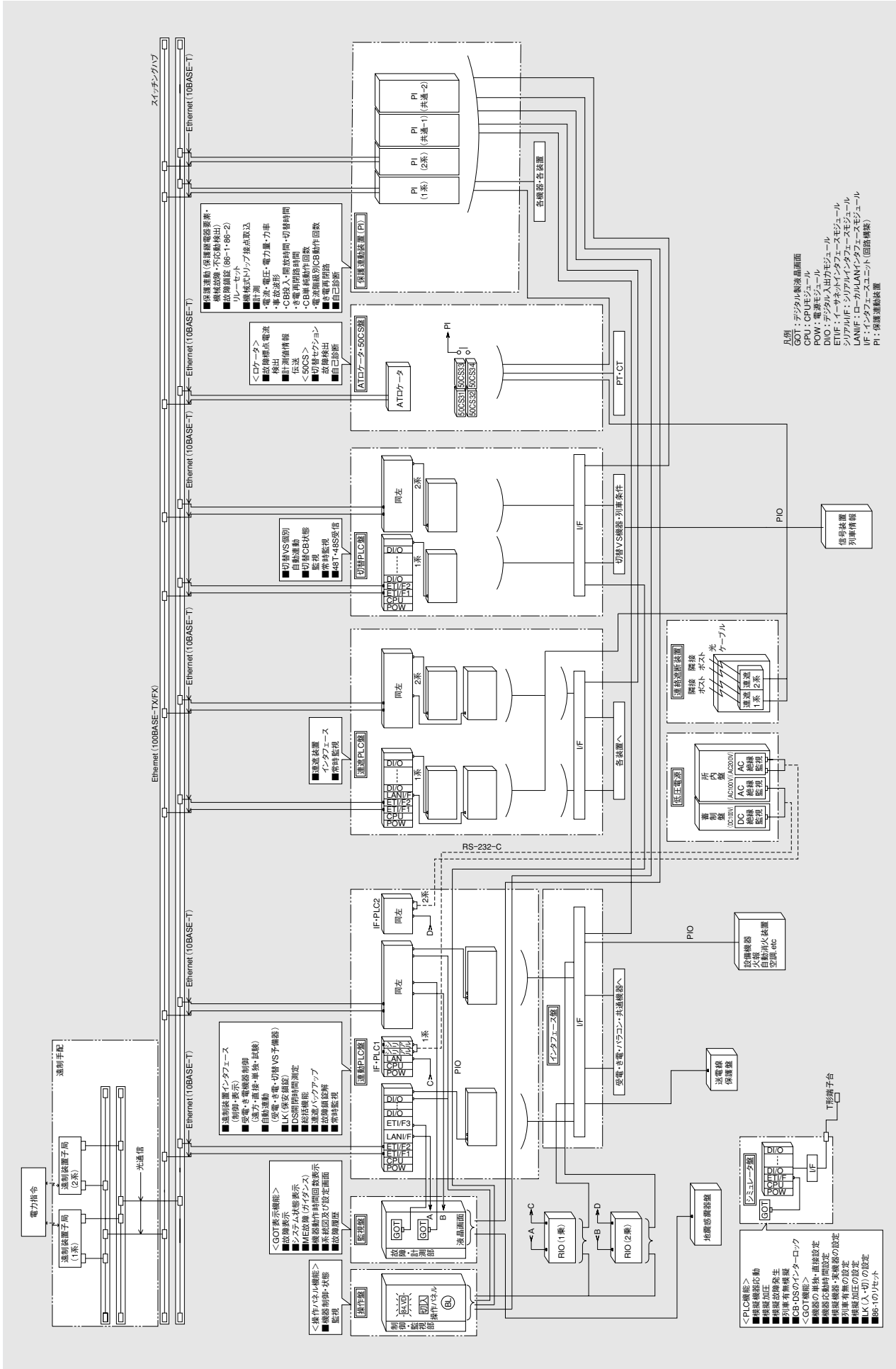


第12図 36kV屋内形C-GIS

36kV屋内形C-GISの外観を示す。複雑な単相き電構成をコンパクトに収めている。

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高速化を実現した。また、2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できた。また、装置の完全2重化で、信頼性の向上を図った。



凡例：
 GOT：デジタル操作画面
 CPU：CPUモジュール
 POW：電源モジュール
 DIO：デジタル入出力モジュール
 ETIF：イーサネットインタフェースモジュール
 シリアルIF：シリアルインタフェースモジュール
 LANIF：ローカルLANインタフェースモジュール
 IF：各種インターフェースユニット(回路情報)
 PI：保護運転装置

第13図 新玉東SSSシステム構成図
 新玉東SSSの配電盤システム構成図を示す。機能別集中2重化構成とし、大容量処理・高速化を実現した。



第14図 新玉東SS監視制御盤

新玉東SSの監視制御盤外観を示す。操作盤・監視盤・各PLC盤，保護連動装置・連遮装置・計測装置の構成となる。

(3) 各装置間結合をEthernet LANで接続することで，他メーカー機器との連携が容易になった。

(4) 新設時の現地連動試験の際，遮断器の動作回数を減らす目的と中央連動確認の効率化を考慮し，シミュレータ盤を納入した。

(5) 連絡遮断回線や簡易遠制回線をノイズの影響が無い光ケーブルとし，信頼性の向上を図った。

(6) 所内低圧盤及び蓄電池制御盤に活線絶縁監視装置を設け，メンテナンスの省力化を図った。

(7) 計測装置を別途設け，現在値表示，日報・月報の集計のほか，検査用集計機能を追加し，保全業務と現地検査の効率化を図った。

(8) 変電所の配電盤側の主な自動機能は，以下の通りである。

- (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) 切替用開閉器個別自動連動・切替用開閉器異常時の予備器自動切り替え
- (d) 63AT発生時の89AT自動開放

3. 配電所電気設備

東北新幹線での納入ポストは，金浜配電所(DP)，駒込DP，鳥谷部DPの3ポストである。

九州新幹線での納入ポストは，新大牟田DP，筑後船小屋DPの2ポストである。

配電所電気設備は，電力会社から6.6kV 1回線を受電すると共に非常用発電装置（九州のみ）で，

受電回線が停電した場合でも電力供給が行える設備である。配電系統は，沿線と平行した配電線路設備の電源を高圧で配電し，駅舎の照明設備，防災設備，機械設備，信号・通信設備の電源を低圧に降圧して供給する。**第15図**に新大牟田DPの単線接続図を示す。

3.1 高圧配電盤

遮断器・断路器などの機器は，閉鎖配電盤に収納している。遮断器は電磁操作式を採用し，縮小化と制御電源容量の低減を図った。また，モールド変圧器を採用し，不燃対策を図った。

東北新幹線では乾燥空気絶縁閉鎖盤を採用し，メンテナンスを容易にした。**第16図**に新大牟田DPの高圧配電盤を，**第17図**に金浜DPの乾燥空気絶縁開閉装置を示す。

3.2 配電所システム構成

自動停復電連動処理を行うために，2重化された大容量高速PLCを採用し，信頼性の向上を図った。また，デジタル継電器は，各回線単位にまとめられた分散形デジタル継電器を採用し，信頼性を確保した。**第18図**に筑後船小屋DPのシステム構成図を，**第19図**に新大牟田DPの監視制御盤を示す。

3.3 自動定期検定機能

機器の制御回路の健全性の確認を含め，停復電連動の自動点検機能を有する。所定の条件成立後，監視制御盤から停電模擬信号を与えることで停電連動を実行させて発電機運転に切り替える。一定時間後，停電模擬信号を復帰させて復電連動を実行させる。本機能により，保守作業の合理化を図った。

3.4 計測装置

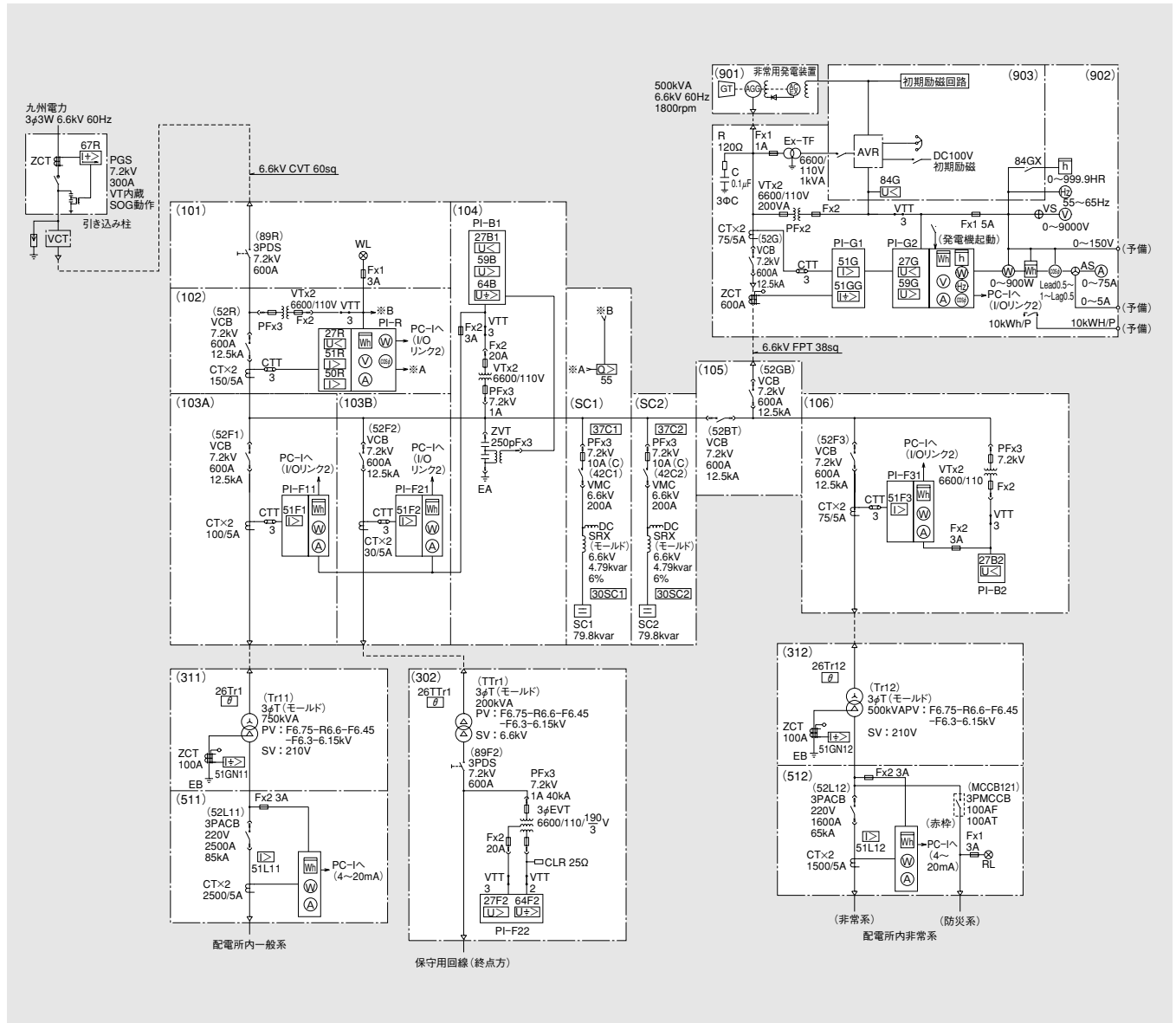
計測装置を別途設け，現在値表示，日報・月報の集計を行い，保全業務の効率化を図った。

4. 電車線設備

東北新幹線で，八甲田第1トンネル防災用断路器(TDS)，八甲田第2TDS，八甲田第3TDSの3ポストに納入した。TDSは，7km以上の長大トンネル内で架線事故・火災などが発生した際に事故点を区分し，き電可能とすることで，トンネル内に残された列車を安全な箇所へ引き出すための重要な設備である。

4.1 トンネル防災用断路器

トンネル内設置のため，設置環境を考慮し密閉形であるGISを採用した。**第6表**に定格事項を示す。



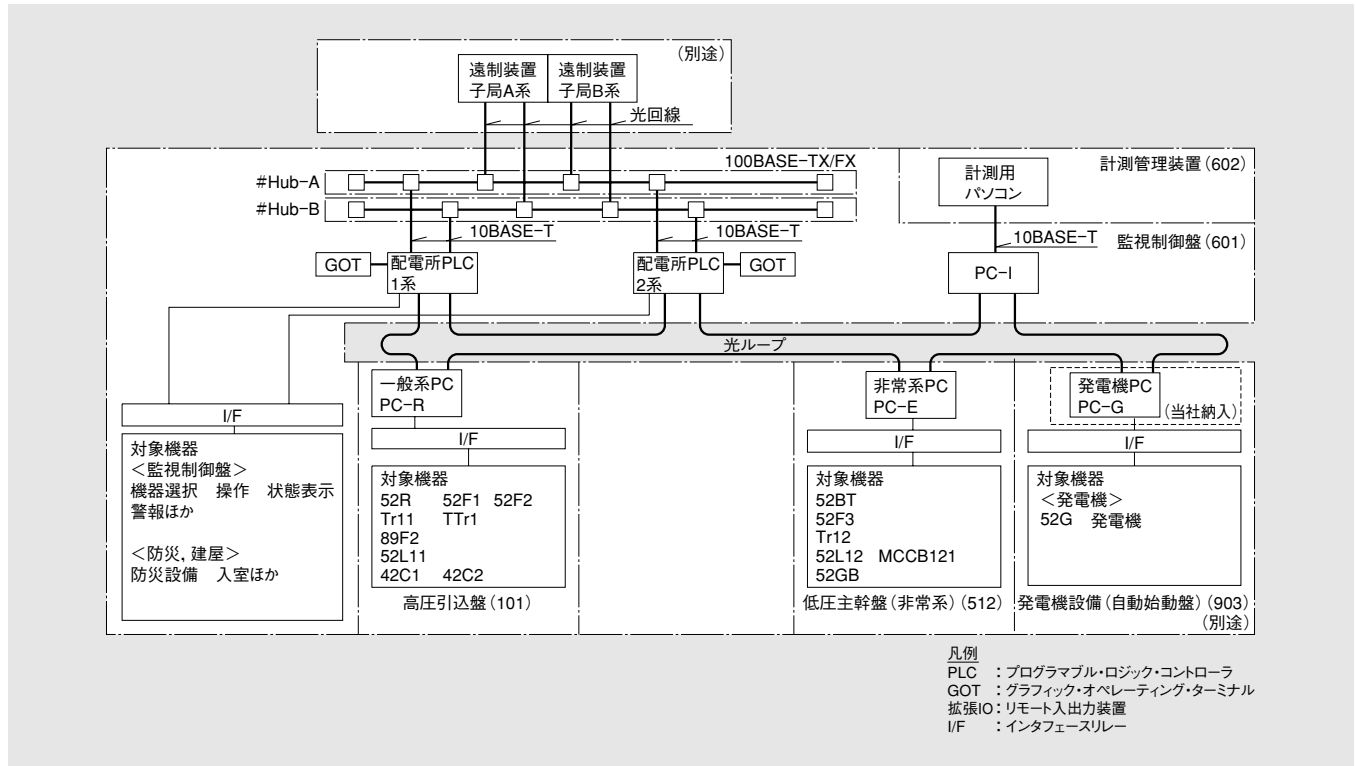
第15図 新大牟田DP単線接続図
新大牟田DPの主回路構成図を示す。6.6kV 1回線受電，非常用発電機を持つ。



第16図 新大牟田DP高压配電盤
新大牟田DPの高压配電盤外観を示す。気中絶縁方式で気中自冷式とし、コスト削減を図った。



第17図 金浜DP乾燥空気絶縁開閉装置
金浜DPの高压配電盤外観を示す。乾燥空気絶縁方式で、周囲環境に影響が少なく、メンテナンスが容易である。



第18図 筑後船小屋DPシステム構成図

筑後船小屋DPの配電システム構成図を示す。各PCと光ループで結合し、回線断でも逆ループで監視制御可能としている。



第19図 新大牟田DP監視制御盤

新大牟田DPの監視制御盤外観を示す。集中2重化構成とし、信頼性を向上させている。

4.2 監視制御

TDSの制御は、近傍の変電ポストから簡易遠制で監視制御を行う。制御電源は現地に設置する蓄電池制御盤より供給される。

5. む す び

き電用変電設備・配電所電気設備・電車線電気設備は、列車運行や旅客サービス・安全確保のた

第6表 トンネル防災用断路器の定格事項

トンネル防災用断路器の定格を示す。ガス絶縁方式としている。

路線	東北新幹線・TDS
設置場所	屋外(トンネル内)
定格電圧(kV)	36
定格電流(A)	1200
定格短時間電流	12.5kA-2s
面数(面)	6

めに重要な設備である。各設備が機能を十分に発揮し、安全で迅速な新幹線運行に貢献している。

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る次第である。

・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

電鉄用変電設備のエンジニアリング業務に従事