

汐留補助き電区分所用 省スペース変電設備

Space-Saving Substation Equipment for Shiodome Subsectioning Post

宮嶋 宏樹 大西 満

■ MIYAJIMA Hiroki ■ ONISHI Mitsuru

東海道新幹線の浜松町周波数変換変電所（以下、浜松町FCと略記）は、周波数変換機能と本線の電源区分機能を備えている。今回、浜松町FCの老朽化に伴い、周波数変換設備が大井車両基地内に移転され、大井周波数変換変電所（以下、大井FCと略記）として新設された。また、東京駅から品川駅までの本線の電源区分機能を持つ汐留補助き電区分所（以下、汐留SSPと略記）が新設された。

汐留SSPの導入にあたり、東海旅客鉄道（株）及び東芝は、限られた狭小のスペースに設置することができる、省スペース型変電設備を採用した。汐留SSPは2013年2月に運用を開始し、順調に稼働している。

To replace the aging equipment at the Hamamatsucho Frequency Conversion Substation (FC) of the Tokaido Shinkansen line, the electronic frequency conversion function was moved to the Oi FC constructed in the Oi Railyard, and the power supply classification function of the main line between Tokyo Station and Shinagawa Station was moved to the newly constructed Shiodome Subsectioning Post (SSP).

Central Japan Railway Company and Toshiba have adopted space-saving equipment for the Shiodome SSP to be installed in a limited area. The Shiodome SSP started operation in February 2013 and is operating as planned.

1 まえがき

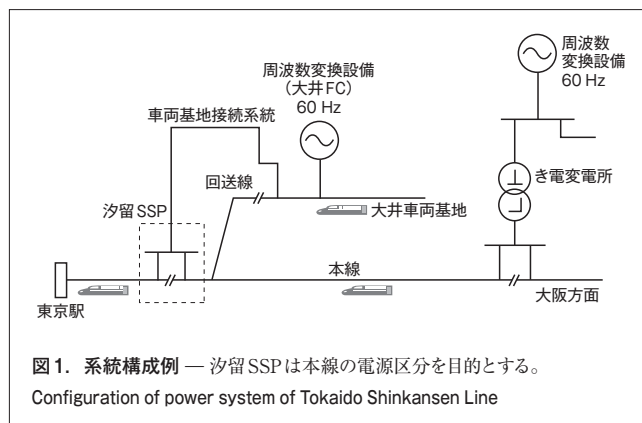
東海道新幹線の車両は60 Hzの単相電力で走行しており、富士川以東の50 Hz地域では、電源周波数を60 Hzへ変換する周波数変換設備が必要である。

浜松町FCは周波数を変換して電力を供給する設備及び本線の電源を区分する設備を備えていた。この浜松町FCの老朽化に伴う設備更新計画により、大井FC及び汐留SSPの新設が計画された。大井車両基地内に新設された大井FCには周波数変換機能が移設され、2012年3月に運転が開始された⁽¹⁾⁻⁽³⁾。この大井FCは、大井車両基地で電力供給と併せて、浜松町FCが持っていた東京駅から品川駅までの本線の電源を区分する機能を代替する設備が必要であるが、車両基地内にあって本線の電源を区分することが地理的に難しいため、汐留SSPが新設された。汐留SSPのき電系統構成を図1に示す。

汐留SSPを新設するにあたって、限られた狭小のスペースに機器を設置する必要があり、省スペースを実現できる変電設備を採用した。

2 汐留SSPの運用と概要

汐留SSPは、浜松町FCの電源区分設備では可能であった、隣接き電変電所の電源による、あるいは周波数変換設備の電源による東京駅から品川駅までの本線への電力供給など電源を区分する機能を備えている。その運用形態の一部を以



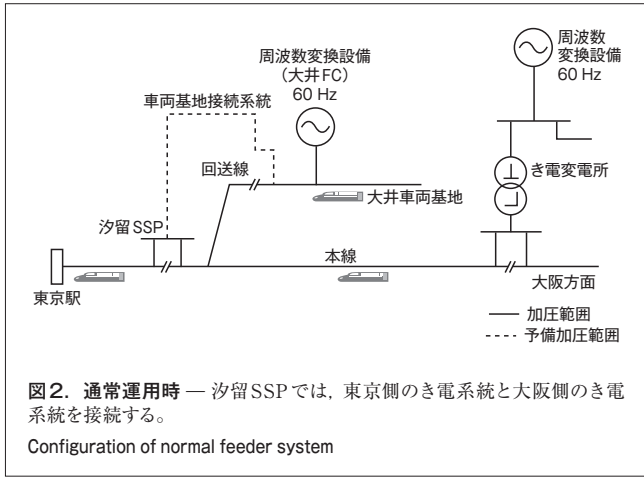
下に述べる。

2.1 通常き電時

営業運転中の通常き電時は、汐留SSPの東京側のき電系統と大阪側のき電系統を接続し、隣接き電変電所の電源により汐留SSPの東京側のき電系統に電力を供給する。通常運用時の加圧範囲の電力系統を図2に示す。

2.2 東京駅休憩列車設定時

営業列車が終了後の夜間時間帯は、設備の保守点検を行うため隣接き電変電所のき電を停止するが、列車遅延などが発生すると、東京駅で休憩列車が設定される場合があり、この際は隣接き電変電所のき電を停止しても東京駅に電力を供給する必要がある。この場合、汐留SSPは、大井FCの電源と汐留SSPの東京側のき電系統を接続し、大井FCの電源で東



京駅に電力を供給する役割を担う。

大井FCから汐留SSPを経由して、東京駅に電力を供給する場合の電力系統を図3に示す。

2.3 隣接き電変電所のき電不能時

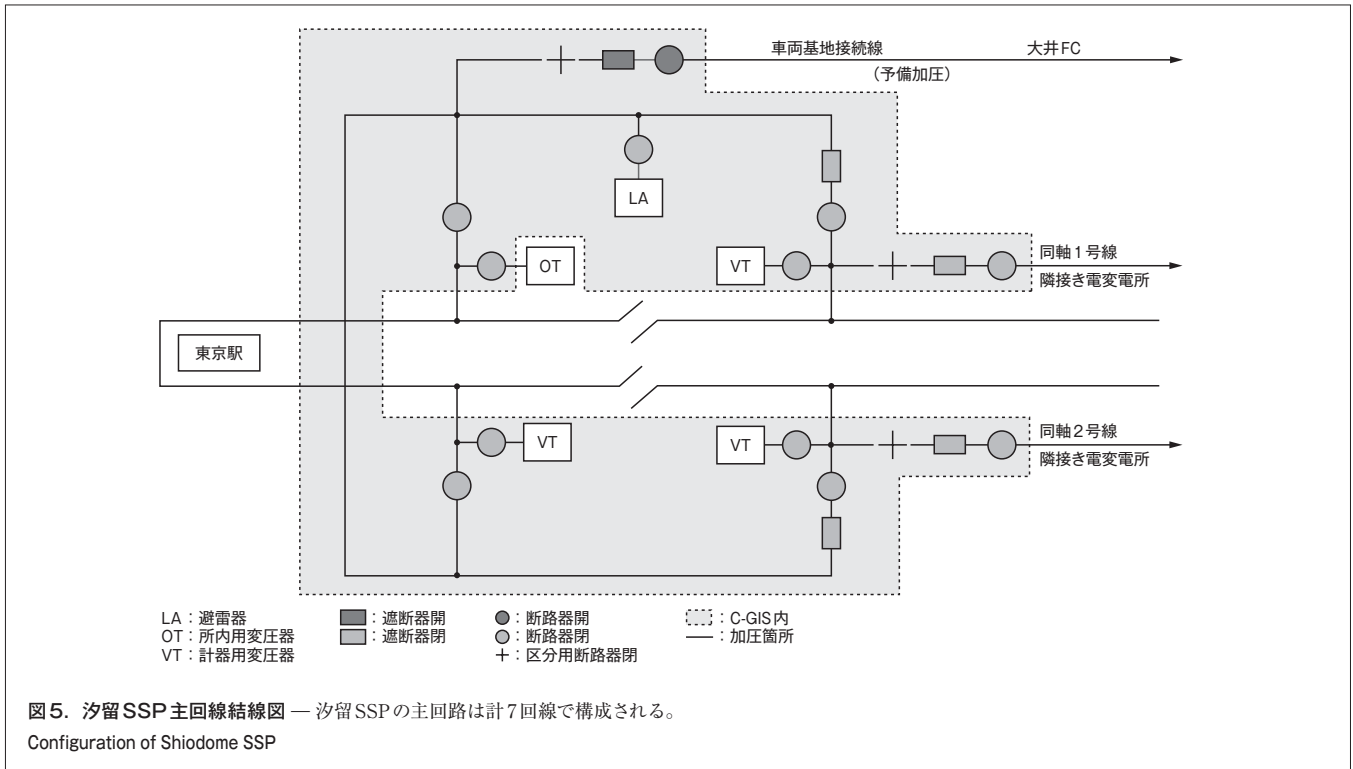
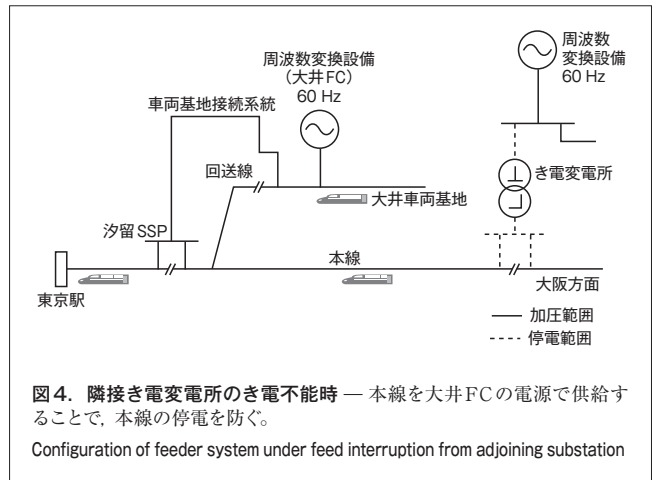
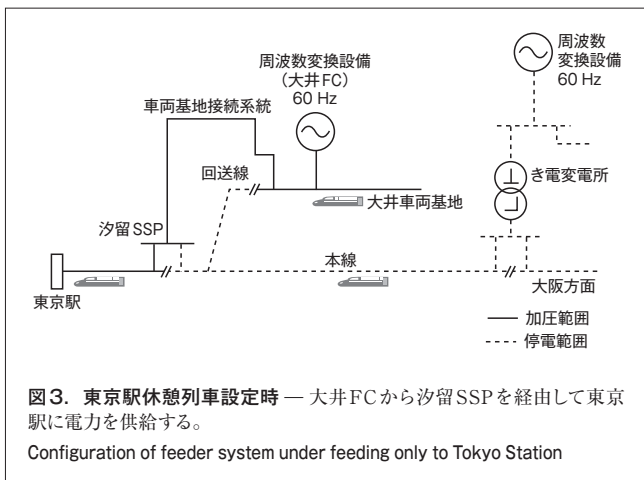
隣接き電変電所がき電不能に陥った場合でも、列車に電力を供給する必要がある。

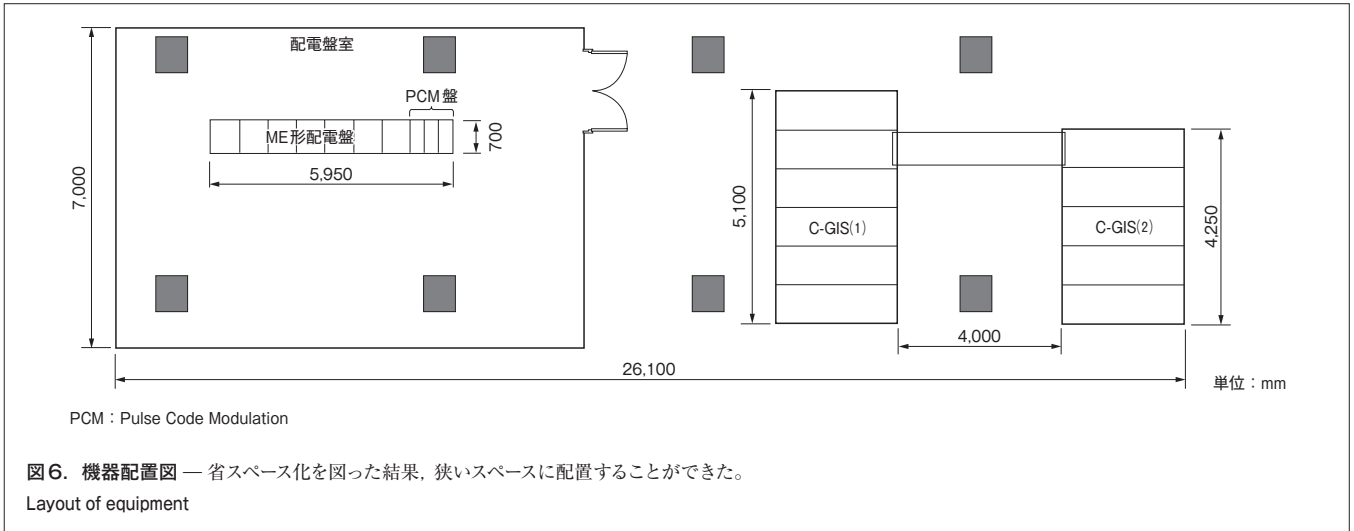
この場合、汐留SSPは、大井FCの電源と汐留SSPの東京側及び大阪側のき電系統を接続し、大井FCの電源で東京駅から隣接き電変電所までの区間に電力を供給する役割を担う。

隣接き電変電所のき電不能時の電力系統を図4に示す。

2.4 汐留SSPの概要

汐留SSPの主回路結線図を図5に示す。主回路は、大井





FCから受電する系統1回線、本線上下線両方面の4回線、及び隣接き電変電所からき電する系統2回線の計7回線で構成されている。汐留SSPの変電設備はこの主回路を構成するキュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS : Cubicle Type Gas Insulated Switchgear) と、この7回線の監視制御及び保護を行う主配電盤から成る。

3 汐留SSPの技術課題

従来の補助き電区分所では、開閉設備として気中絶縁オープン式開閉設備又はGISを用いていた。しかし、汐留SSP新設位置は約5,600 mmと高さに制限があった。また、設置スペースが狭小であったことから、幅を約7,000 mm以内、奥行きを27,000 mm以内に収め、更に支障物を回避して、開閉設備を設置する必要があった。

気中絶縁オープン式開閉設備の場合、遮断器や断路器などの各コンポーネントそのものが大きくなること、コンポーネント間や対地離隔距離が大きくなることから、前述の条件を満足することは不可能であった。またGISの場合、主回路や開閉設備は接地された管路に密閉されているため、絶縁距離の問題はないが、必要設置面積を考慮すると前述の条件を満足することが困難であった。

そこで主回路は、構成機器を全てユニット化し、回線単位で機器を収納することで省スペース化を図ることができるC-GISの採用を検討した。更に主配電盤は、補助継電器主体の電気回路をソフトウェア化したME (マイクロエレクトロニクス) 形配電盤を採用し、省スペース化を図った。

省スペース化を実現した全体機器配置図を図6に示す。C-GIS及びME形配電盤の具体的な省スペース化について、以下に示す。

4 補助き電区分所用 C-GIS

4.1 補助き電区分所用C-GISの定格諸元

補助き電区分所用C-GISの定格諸元を表1に示す。

新幹線のき電電圧は単相30 kVであるため、対地電圧は30 kVとなる。また、大井FCの電源と隣接き電変電所の電源の位相差が180°となる場合には、開閉設備の極間に60 kVの電圧がかかるため、開閉設備をこれに耐えられる極間耐電圧定格にする必要がある。

このことから、3相-36 kVスイッチギヤの絶縁階級では満足しないため、1ランク上位の72 kVクラスのC-GISを採用した。ここで、C-GISは3相構成を標準にしているが、新幹線は単相き電であるので中相を未使用にしている。

4.2 C-GISの機器構成

一般的な補助き電区分所では、電源区分を目的としており、負荷電流や事故電流を遮断する運用は行わないため、断路器だけで主回路を構成している。しかし汐留SSPは、大井FC

表1. 補助き電区分所用C-GISの定格諸元

Rated specifications of cubicle-type gas-insulated switchgear (C-GIS)

項目	諸元	
定格電圧	36 kV	
耐電圧試験値	雷インパルス	200 kV
	商用周波	70 kV
定格周波数	60 Hz	
定格電流	1,250 A	
定格遮断電流	25 kA	
定格短時間電流	25 kA (1秒)	
標準動作責務	一般用A : O-(1分)-CO-(3分)-CO	
制御電圧	100 V	
操作電圧	100 V	

O : 遮断動作
CO : 投入動作後直ちに遮断動作

電源の受電回線や隣接き電変電所からのき電線の接続回線があるため、これらの回線の開閉設備には遮断器を採用し、遮断器開放後の断路区分用に断路器を直列に入れる構成とした。

4.3 C-GISのレイアウト

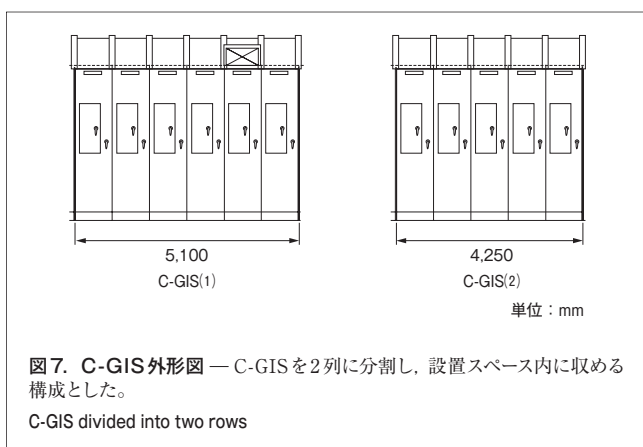
図5に示した主回路をC-GISで構成した場合、盤面数は計11面になるが、11面を1列で設置すると所定の設置スペースに収まらない課題があった。この課題を解決するために、C-GISの列盤を分割することを検討した。

C-GISは絶縁母線で盤間を接続しているため、盤配列を6面と5面の2列に分割することが可能である。2列に構成することで、所定の設置スペースに収めることができた。C-GISの外形図を図7に示す。

5 補助き電区分所用 ME 形配電盤

汐留SSPでは、監視制御盤(1系, 2系), 保護連動装置盤(1系, 2系), 計測装置盤, 共通盤, 及びインバータ盤から構成されたME形配電盤を採用した。保護連動装置盤には集約形のデジタル保護継電器を、また監視制御盤には、PLC(Programmable Logic Controller)とLCD(液晶ディスプレイ)を採用し、配電盤としての集積度を高めた。LCDは機器状態、機器操作履歴や故障履歴の表示だけでなく、タッチパネルから機器操作を行うことができるものとした。この結果、配電盤室における係員の動線を確認した配置とすることができた。

また、隣接き電変電所への同軸ケーブル系統の保護にパルス符号変調(PCM:Pulse Code Modulation)を用いた保護装置(PCM盤)を採用し、従来のケーブル保護装置の盤幅を900mmから350mmに大幅に縮小することで、省スペース化を図った。



PCM盤は、大井FC電源の受電回線と、隣接き電変電所からのき電線接続回線に設置した。大井FC電源や隣接き電変電所で計測した電流値を汐留SSPに伝送し、汐留SSPで計測した電流値を差し引く演算を行って事故を検出することで、同軸ケーブルの事故に対する波及を防いでいる。例えば、健全時には、事故検出対象となる同軸ケーブルの入出力電流の差はほぼ0Aとなる。しかし、事故検出対象の同軸ケーブルで事故が発生したときは、入出力電流値の差は0Aにならない。差の電流値が整定値以上となったとき、その同軸ケーブルの故障と判定する。

6 あとがき

東海道新幹線の浜松町FCの老朽化に伴う設備更新工事において、本線のき電区分機能が汐留SSPへ移転された。汐留SSPを新設するにあたっては、限られた狭小のスペースに機器を設置する必要がある。開閉設備はC-GISを2列に分割することで、配電盤はME形配電盤を採用して省スペース化することで、配電盤室内の狭小のスペースに変電設備を設置することができた。

汐留SSPは、2013年2月に運用を開始し、現在順調に稼働している。今後、運転実績を積み重ね、東海道新幹線の電力安定供給に貢献していく。

文献

- (1) 宮嶋宏樹 他. 新幹線車両基地向け単相き電用静止形周波数変換装置. 東芝レビュー. 67, 10, 2012, p.52-55.
- (2) 大西 満 他. 新幹線単相き電用静止形周波数変換装置の車両基地への適用. 鉄道と電気技術. 24, 1, 2013, p.39-43.
- (3) 大西 満 他. 新幹線単相き電用静止形周波数変換装置の車両基地への導入. JREA. 55, 12, 2012, p.37360-37363.



宮嶋 宏樹 MIYAJIMA Hiroki

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 鉄道電力システム技術部。電鉄用受変電システムのエンジニアリング業務に従事。

Transmission & Distribution Systems Div.



大西 満 ONISHI Mitsuru

東海旅客鉄道(株) 建設工事事務部 電気工事課課長代理。主として東海道新幹線における変電設備の設計・施工監理に従事。電気学会会員。

Central Japan Railway Co.