

電気鉄道向け パッケージ型変電所

Package Type Substation Equipment for Electric Railways

伊藤 房男 神田 浩司

■ ITO Fusao

■ KANDA Kouji

屋内変電設備の更新においては、据付けスペースや工期の制約から機器の更新が困難になることが多く、この解決策として、限られた空き地を利用したコンパクトな屋外設備化は有効な更新手段である。

今回、広島電鉄(株)宮島変電所の更新にあたって、既設建屋内での更新スペースが確保できないことから、省スペースで建屋を必要としない屋外用縮小型変電所(以下、パッケージ型変電所と呼ぶ)を適用し、初納入した。

パッケージ型変電所は、変電設備として必要な機能をすべて収納した屋外型設備であるが、採用にあたっては超重汚損^(注1)などの設置環境対策が大きな課題となった。この課題を解決するために、耐塩害対策をはじめ、整流器設備の小型化や完全自冷技術を採用した結果、省スペースでの機器更新を実現し、併せて工事費用を含めた総合的な費用低減に大きく貢献できた。

Compact type outdoor substation equipment is becoming essential for the replacement of indoor substation equipment for electric railways, to overcome restrictions in terms of work space and construction period.

Toshiba has developed package type outdoor substation equipment to be applied in cases of insufficient work space, and has delivered the first set of equipment to the Miyajima Substation of Hiroshima Electric Railway Co., Ltd. The package type outdoor substation equipment incorporates effective functions for outdoor usage to deal with a heavily polluted environment, and to counteract high temperature of the monitoring control panel through the use of an automatic cooler and a compact rectifier. This equipment satisfies the customer's needs for replacement in a small area and reduction of the total costs including construction costs.

1 まえがき

広島電鉄(株)宮島変電所は、図1に示すとおり、広電西広島～広電宮島口駅間16.1kmの鉄道線の広電宮島口駅側に位置し、500kW整流器設備を設置する直流(DC)変電所である。納入後37年を経過しており、変電機器並びに建屋自体の老朽化も進んでいるうえに、切替え・更新スペースに制約があることなどから、省スペース化とトータルの建設コストを抑える目的で、パッケージ型変電所を営業路線として初めて採用した。

従来のDC変電所は、受電スイッチギヤ、整流器用変圧器、整流器、DCスイッチギヤ、所内電源盤、保護・監視制御盤、遠方監視制御装置などが機能ごとに分散配置されており、保守点検スペースも個々に必要となるため、変電所全体では多くのスペースが必要となっていた。

変電設備の省スペース化を目的に開発したパッケージ型変電所は、これら受電設備から遠方監視制御装置に至る主要機器を一つの集合体構成としてスイッチギヤに収納した、オールインワンのDC変電所である。

2005年にゴムタイヤ式LRT(Light Rail Transit)試験線(大阪府堺市)のDC変電所向けに開発し、2007年までの2年

(注1) 汚損のほかに、温度や湿度などの対策が必要な環境のことで、いちばん汚損度の高い環境区分。

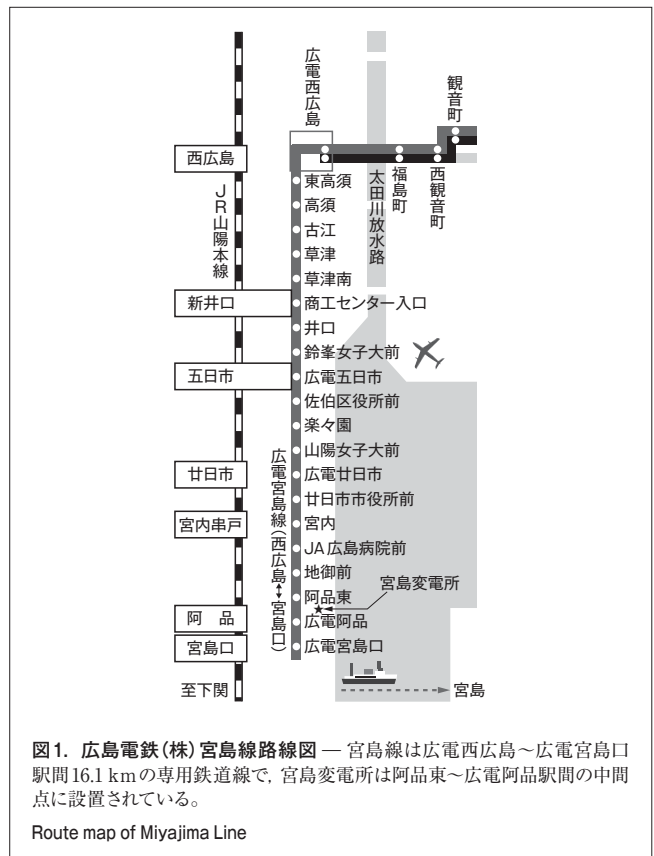


図1. 広島電鉄(株)宮島線路線図 — 宮島線は広電西広島～広電宮島口駅間16.1kmの専用鉄道線で、宮島変電所は阿品東～広電阿品駅間の中間点に設置されている。

Route map of Miyajima Line

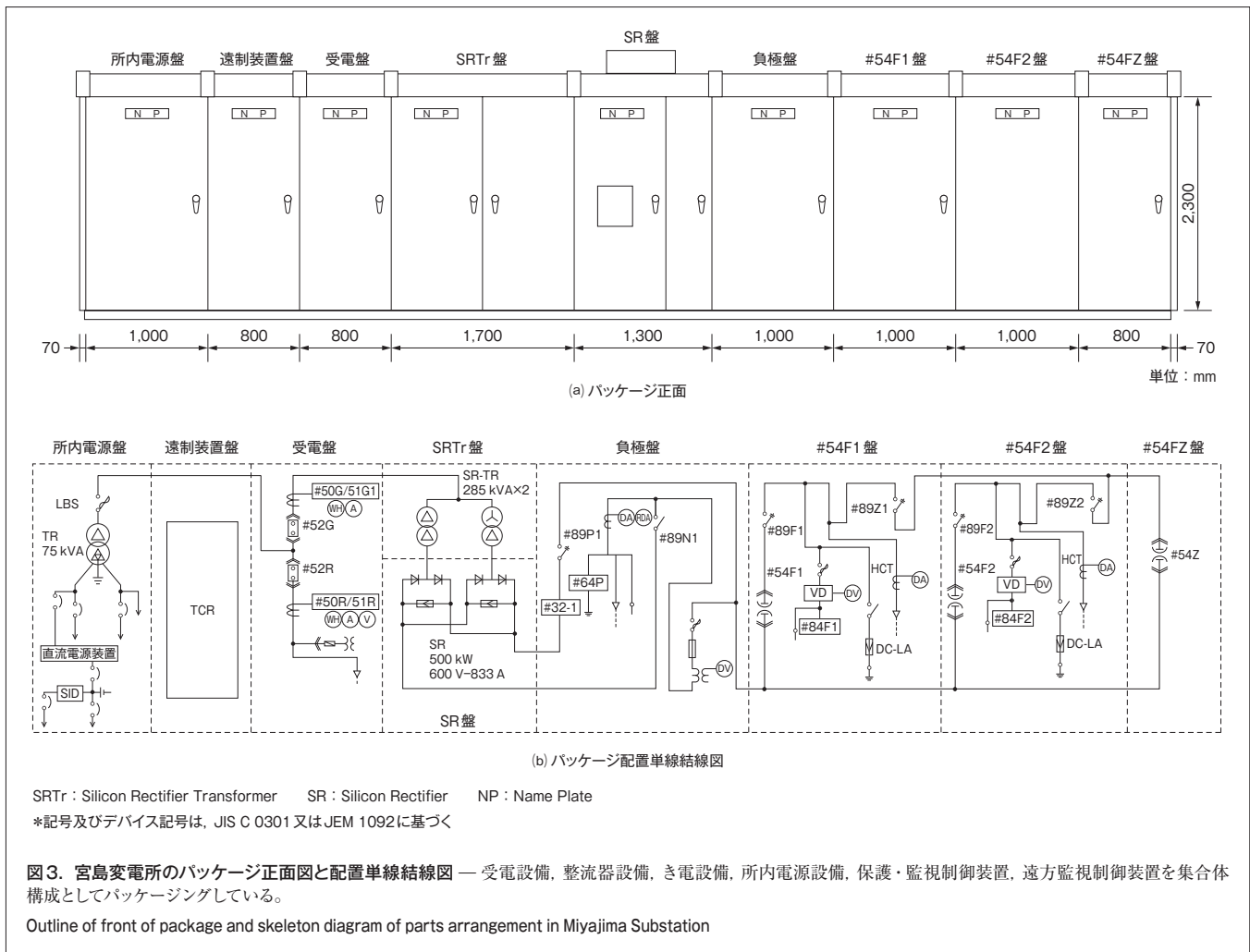


図3. 宮島変電所のパッケージ正面図と配置単線結線図 — 受電設備、整流器設備、き電設備、所内電源設備、保護・監視制御装置、遠方監視制御装置を集合体構成としてパッケージングしている。

Outline of front of package and skeleton diagram of parts arrangement in Miyajima Substation

2.3 地球環境対策

パッケージ型変電所は地球環境に優しい機器を積極的に採用している。整流器用変圧器は、環境汚染の心配がなく、難燃性である液体シリコンを採用し、整流器については純水を用いた小型ヒートパイプを採用している。

3 パッケージ化技術 (製品改良ポイント)

宮島変電所は、図4に示すように海岸から直線距離で20 mほどに位置するため、設置環境対策として超重防食塗装^(注3)に加え、発熱量の大きい整流器設備を中心に使用部材の変更や筐体(きょうたい)構造の見直しを行っている。更に、監視制御部分の改良などを行い保守・運用性の向上を図っている。

主な改良点を以下に述べる。

3.1 超重防食塗装の採用

ステンレス鋼は、塩分付着により不動態被膜が破壊された場合に錆(さび)が発生する。このため、筐体の加工性や保

(注3) 超重汚損環境で使用される塗装。



守性を考慮した結果、過去のフィールド試験で実績の高い部材塗装を下地塗装として採用した。使用塗料は、JIS K 5600 (日本工業規格 K 5600) 塩水噴霧試験にも十分耐えうる塗装

である。

3.2 ヒートパイプの材質変更及び小型化

ゴムタイヤ式LRT試験線で納入した整流器設備は、整流器用変圧器を正面側に、整流器を背面側に配置した同一盤収納構造を採用したが、発熱ロスが異なることや、塩害地域での使用を前提に給排気スペースを必要最小限に抑える必要があることから、整流器用変圧器と整流器は別ユニット構造を採用した。整流器設備は収納スペースの制約から△-△、Y-△結線の整流器用変圧器を各1台並列接続し、整流器と組み合わせた等価12相方式を採用している。

また、整流器はパッケージ収納を前提に新たに開発した小型ヒートパイプを採用し、耐腐食性や熱変換比率の高い材質を用いたほか、万一の素子交換も現状のメンテナンススペース内で容易に行える構造としている。

このほか、変圧器や整流器本体も耐塩仕様を採用して信頼性の向上を図っている。

3.3 完全自冷化

必要最小限の換気と、塩分を含む外気を極力取り込まない一つの手段として、自冷式ユニットを採用した。

給排気口の改良や遮光パネルの採用により、ゴムタイヤ式LRT試験線でのフィールド試験の結果、図5に示すとおり、盤内温度上昇はおおむね外気温+5℃程度に抑えられ、空調レス化及びファンレス化を実現した。

吸気口部分には、盤内への塩分流入を防ぐ目的で耐塩フィルタを使用している。



3.4 保守・運用性の向上

変電所の監視・制御モードは、遠方-直接-試験の3モードから構成され、直接モード時は主配電盤に相当する集約監視制御パネルからの監視制御が可能な構造となっている。

パッケージ型変電所は、保守性の向上と併せて盤内収納スペースの有効利用を図っており、主配電盤に相当する監視制御パネルは、図6のとおり、盤内発熱量の少ないAC遮断器盤とDC断路器盤の盤内正面位置に収納した。

また、遮断器収納盤については、保守点検時の盤幅開口を広くとる目的から、監視制御パネルをダブルヒンジ構造とすることで保守性の向上を図っている。



4 導入評価

パッケージ型変電所は、機器ごとの単体試験に加え、従来は現地で実施していた組合せ調整試験を、工場出荷前に総合試験として実施していることなどにより、以下のメリットが挙げられる。

- (1) 工場での総合試験により、高い品質が確保されている。
(組合せ時における操作性を含めた仕上げ・調整が工場内で行える)
- (2) 総合試験の実施により、現地調整試験期間を大幅に短縮できる。(現地調整試験は5日前後で終了)
- (3) 主回路及び制御配線の盤内処理化により工事期間を短縮できる。(外線ケーブルの大幅削減で、据付け・復元～調整試験まで2週間以内で終了可能)
- (4) 据付けスペースを大幅に削減できる。
(保守スペースを含め、従来の同クラス設備に比べて30%の省スペース化が可能)



(a) 開放建屋内のパッケージ



(b) パッケージ正面側

図7. 宮島変電所の外観 — 開放建屋は台風時の高潮を避けることを主な目的に設置した。DC電源装置はパッケージ側面に収納されている。
Miyajima Substation

宮島変電所の場合、パッケージの据付け・復元と現地調整試験を約2週間で完了しており、機器の省スペース化と併せて据付け工事の短縮に大きく貢献できた。

パッケージの据付けにあたり、今回は、台風シーズン時の高潮対策と悪天候時の保守性を考慮した開放建屋を採用しているが、一般環境地域ではこのような対策（建屋）は当然不要である（図7）。

5 あとがき

2005年に試験設備用に開発したパッケージ型変電所を広島電鉄(株)宮島変電所に初納入した。今回は、実運用に沿った多くの改良を行ったことにより、高い品質を維持したまま現地へ納入することができ、据付け工事期間の大幅短縮にも十分貢献できた。

今後は、輸送時の分解方法と盤内配線の見直しを行い、高品質を維持しながら工事期間のいっそうの短縮を図っていく。

文 献

- (1) 大竹史郎, ほか. 直流電気鉄道用パッケージ形変電設備. 東芝レビュー. 61, 9, 2006, p.50-54.



伊藤 房男 ITO Fusao

電力流通・産業システム社 電力流通システム事業部 交通電力システム技術部主務。電鉄変電所のシステムエンジニアリング業務に従事。

Transmission & Distribution Systems Div.



神田 浩司 KANDA Kouji

電力流通・産業システム社 府中事業所 スイッチギヤ部主務。気中スイッチギヤの構造設計に従事。

Fuchu Complex