

直流電鉄用ヒートパイプ自冷式シリコン整流器

与儀貴洋 Takahiro Yogi
青木隆之 Takayuki Aoki

キーワード 整流器, ヒートパイプ

概要



JR西日本(株)上石見変電所 整流器設置例

電鉄用直流変電所では、交流電力を直流電力に変換するため整流器を設置している。国内在来線では、交換時期を迎えた既設更新が主で、小形軽量の整流器の要求が高まっている。

当社では、電鉄用直流変電所向けにヒートパイプ自冷式シリコン整流器を製作してきた。ヒートパイプ自冷式シリコン整流器は、冷媒に純水を用いた環境調和型の製品である。この特長を生かしながら、更に構造全体を大幅に見直すことで、既設更新に優位な小形軽量タイプの整流器を新たに開発した。

1 まえがき

電鉄用直流変電所では、交流電力を直流電力に変換する機器として、古くは回転変流器や水銀整流器が使用されてきたが、現在ではシリコンダイオード整流器が主流となっている。また、冷却方式も風冷式・液冷式(油入)、フロン系の冷媒を用いた沸騰冷却自冷式を経て、現在では地球環境に負担を与えないヒートパイプ自冷式が主流となっている。

当社は、電鉄用直流変電所向けに2000年初頭からヒートパイプ自冷式シリコン整流器を製作してきたが、開発から10年以上が経過し、見直しの時期に差し掛かっていた。また国内では既設更新が主になることから、更なる小形軽量化の要求が高まっていた。本稿では、新たに開発した小形軽量タイプのヒートパイプ自冷式シリコン整流器を紹介する。

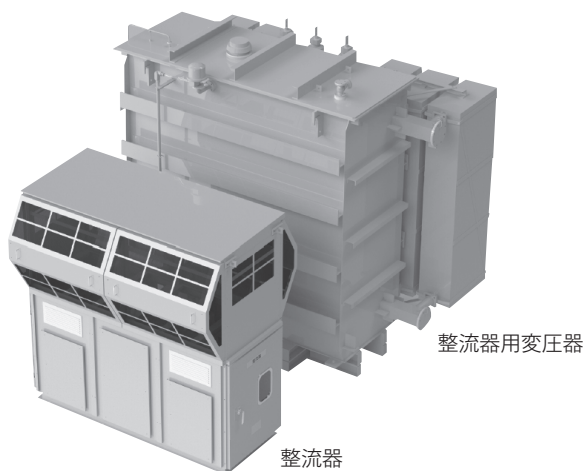
2 定格及び構造

第1表に主な仕様を、第1図に整流器と変圧器の配列例を示す。定格直流電圧は1500V、定格容量は4000kW以下に適用できる。また、直流電圧変動率は5%まで適用できる。

第1表 整流器の主な仕様

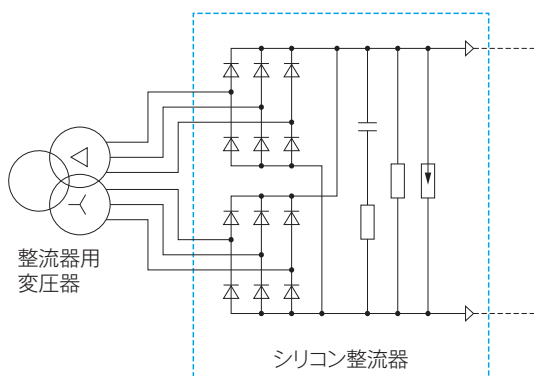
代表的な定格事項と仕様を示す。

定格直流電圧	1500V
定格容量	3000kW・4000kW
定格の種類	クラスD (100%連続, 150% 2時間, 300% 1分) クラスE (100%連続, 120% 2時間, 300% 1分)
入力周波数	50/60Hz
結線方式	二重三相ブリッジ結線
冷却方式	蒸発冷却自冷式
直流統合電圧変動率	5%・6%・8%
適用規格	JEC-2410-2010



第1図 整流器と変圧器の配置例

変圧器と直線状のダクトで接続し、全体据え付け面積の最小化を図った。



第2図 接続図

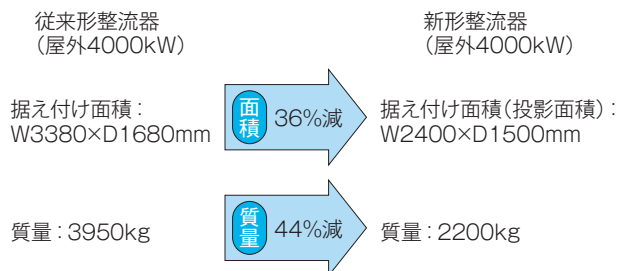
整流器の主回路接続図の概要を示す。

整流器は上部が膨らんだ構造とし、その中にヒートパイプフィンを収納した。基本構造は屋内・屋外共通で、装置上部のヒートパイプフィン部には風雨が直接当たっても支障の無いように十分な雨水対策を施した。装置下部には、主回路、監視・保守部を収納した。

整流器用変圧器と直線状のバスダクトで接続できるよう、装置側面に接続箇所を設けた。これにより、整流器及び整流器用変圧器を含めた全体の据え付け面積の最小化を図り、既設更新時など限られたスペース内への設置に優位となる。

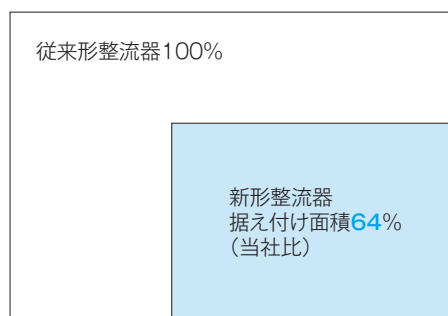
また、整流器用変圧器とのケーブル接続にも対応するため、装置下部からのケーブル引き込みに備えた構造を採用した。

第2図に接続図を示す。高調波電流の電力系統



第3図 据え付け面積・質量比較

屋外4000kW基準にした従来器との比較を示す。



第4図 据え付け面積の縮小

屋外4000kW基準にした従来器との比較を示す。

への流出量低減のため12パルス整流とし、結線方式は二重三相ブリッジ結線(並列12パルス)を採用した。

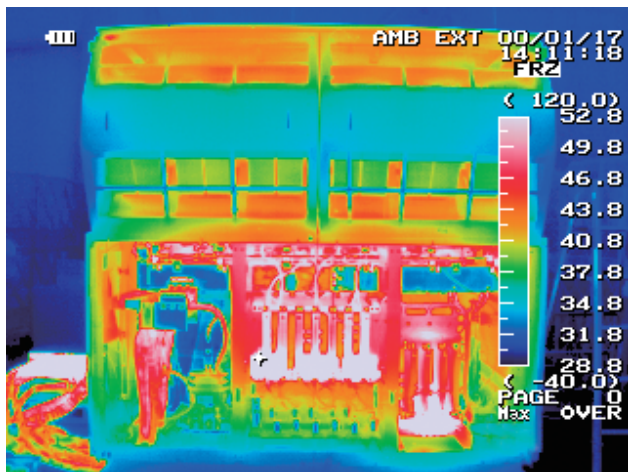
3 特長

3.1 小形軽量化

内部回路の並びを大幅に見直して外観寸法を縮小したほか、質量を大幅に削減した。従来の屋外4000kW(W3380×D1680mm, 3950kg)と比較して、据え付け面積(投影面積)を36%削減、質量を44%削減(W2400×D1500, 2200kg)した。第3図に据え付け面積と質量の比較を、第4図に従来機と新形の据え付け面積の比較を示す。

3.2 感電事故防止

シリコン整流素子とヒートパイプ間に熱伝導特性の高い窒化アルミニウム絶縁体を配置した。これにより、ヒートパイプを非充電部とし、フィンに触れても感電しないよう事故防止を図った。



第5図 温度上昇試験の解析例

温度上昇試験でホットスポットを確認した。

3.3 低環境負荷

ヒートパイプ内の冷却媒体には純水を使用し、機器の廃棄時や万一の破損時に周辺環境に影響を及ぼさない低環境負荷の装置とした。

3.4 密閉構造の採用による耐環境性の向上

主回路収納部を密閉構造とすることで、粉じんなどによる劣化を防止した。密閉構造としても内部に許容温度を超える箇所を生じないように、内部部品や

主回路導体が最適な配置となるよう設計した。設計の効果は温度上昇の試験で確認した。第5図に温度上昇試験の解析例を示す。

4 むすび

今回の開発では、定格出力4000kW以下をターゲットとした。今後は、大容量(6000kW)や特殊定格(クラスS)など幅広い要望に応えられるよう展開していく所存である。

・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》



与儀貴洋
Takahiro Yogi

電鉄システム事業部技術部
電鉄向け変電設備の設計に従事



青木隆之
Takayuki Aoki

電力変換装置工場技術部
電力変換設備の設計に従事