

Invitation To Railway Technology

「TWILIGHT EXPRESS 瑞風」の開発

1. はじめに

当社は、トワイライトエクスプレスの伝統・提供価値を受け継ぐとともに、新たな価値として沿線の地域の魅力（美しい日本の素晴らしさ）を発信する日本を代表する寝台列車を目指して、「美しい日本をホテルが走る。」をコンセプトに「TWILIGHT EXPRESS 瑞風（以下、「瑞風」）」（図1）を開発・投入しました。今回はこの「瑞風」の技術的な面をピックアップして紹介します。



図1：TWILIGHT EXPRESS 瑞風

2. 開発概要

(1) 車体

① 安全性

当社の安全対策の標準として前面衝突対策、オフセット衝突や側面衝突対策等の各種衝突対策構造を適用しており、安全性も最新の車両と同等以上となるよう設計製造しました。

② 展望デッキ

「瑞風」の特長のうちの1つとして、最後尾では展望デッキに出ることができます。デッキのお客様に走行による強い風が当たらないように風洞試験を行い（図2）、得られた知見を踏まえて先頭形状に工夫を加えました。



図2：風洞試験での検証

(2) ハイブリッドシステム

非電化区間の走行と10両編成での構成が前提であり、各種システムを比較検討の結果、発電機からの出力で主回路を駆動させる「DEC」方式を採用し、併せて力行をアシストして発電機出力に余裕を持たせること、回生吸収による省エネを考慮して、主回路用バッテリーを搭載してハイブリッドシステム（図3）としました。編成構成を図4に示します。

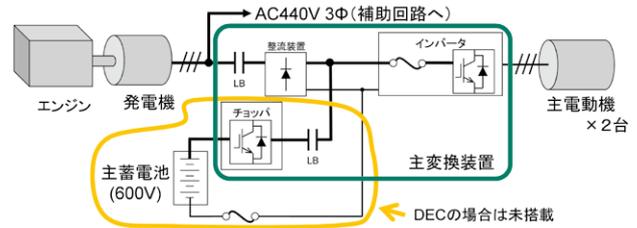


図3：ハイブリッドシステム図



図4：編成構成

また艙装スペースが限られていましたので、走行に必要な主回路装置と各種サービス機器の電源電圧を共通化した上で発電装置を1800rpm/60Hz一定運転とし、補助電源装置を廃止して小型化を図りました。

なお、将来のローカル気動車置き換え車両向けハイブリッドシステムへの適用も視野に入れた構成としています。

(3) 主回路

① 発電装置

寝台客車列車等では、前代のトワイライトエクスプレスのように床上に大容量の電源装置を搭載した電源車を連結して給電するのが一般的ですが、「瑞風」は床上の客室スペースを極力お客様にご利用いただくため2台の発電装置を床下に配置し、電源を有効に使えるよう並列運転するようにしました。

なお、発電機関は検修の容易さを考え、当社の気動車で一般的な450PSのものを定速回転制御に変更して使用しています。



②主変換装置

当社の在来線電車の主回路電源電圧は高圧または特別高圧ですが、「瑞風」では低圧の直流600Vとすることで機器間の絶縁距離を縮小しました。さらに、半導体素子の冷却を従来の走行風自冷式に替えて水冷式を採用したことで、225系の半導体素子ユニットから体積比で約92%の小型化を実現しています。また、制御装置は不具合調査などを想定して極力室内からアクセス出来るように機器配置を工夫しています(図5)。

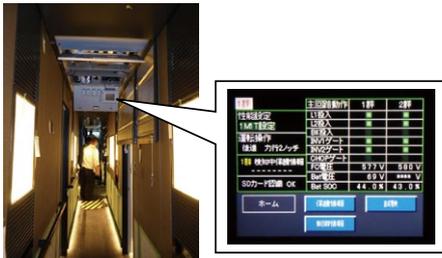


図5：室内設置の状態表示LCD

なお電源電圧を直流600Vとすることで、自動車で用いられている汎用の半導体素子の採用が可能となり、スケールメリットを生かしたコスト面での優位性も追求しています。

③主回路バッテリー

地球環境への配慮として回生エネルギーの吸収や、力行時の発電装置の燃費節減(力行アシスト)を目的としてリチウムイオンの主回路バッテリーを搭載しました。安全対策として感電防止の観点から、帯電部分の露出が無いコネクタを採用し作業時のリスクを低減しています。また、万一バッテリーが発火した場合に備えて自動消火装置も搭載しました。

(4)補助回路

①三相母線の2系統化

「瑞風」ではサービス機器を多く搭載しており、大きな負荷電流が流れます。そこで、発電装置の並列運転台数などを考慮し、図6に示すように三相母線を2系統に分けました。なお発電装置故障時は、両系統間を短絡して電源誘導することで冗長性を確保しています。

(5)モニタ装置

①システム構成の二重系化

223系などで実績のあるモニタ装置をベースに、更なる可用性の向上を目指して待機二重系化を図りました(図7)。増大する情報量に対応するため、基幹伝送には2.4Mbpsのアークネット通信方式を用いています。系統毎に制御装置、端末器をそれぞれ接続しており、系間伝送に

より相互の状態をモニタリングしています。通常は1系を「現用系」、2系を「待機系」として運用しており、1系で不具合が発生した場合には自動で2系に切り替わるシステムとしています。

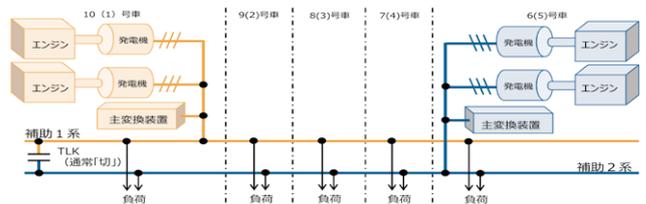


図6：三相母線系統

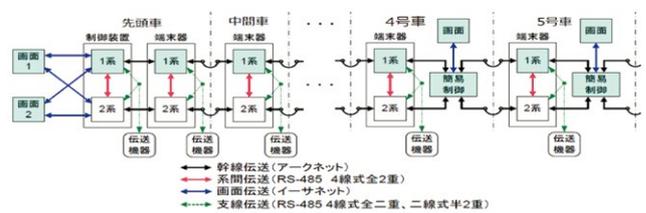


図7：モニタシステム構成

②負荷コントロール機能

「瑞風」では給湯装置や厨房機器など多くのサービス機器を搭載しているため、特に大きな電力を必要とする力行時は需要過多となり、発電エンジンが停止してしまう恐れがあります。そこでモニタ装置でサービス機器の動作を段階的に制御する「負荷コントロール機能」を設け電力需給のバランスを適正に保っています。

(6)動揺防止システム

「瑞風」は山陽本線から山陰本線を走行する中で「上質な乗り心地」を実現するために、既存車両を用いて運用予定線区の乗り心地の現状把握を行いました。その結果レール継目では、車両側でより積極的に振動を制御する必要があることがわかりました。

そこで、当社の在来線車両では初となる動揺防止システムを導入しています。左右動に対してはフルアクティブ動揺防止装置を、上下動に対してはセミアクティブ動揺防止装置を採用して乗心地の向上を図っています。

3. おわりに

「瑞風」が当社のフラッグシップ車両として、これまで長く親しまれてきたトワイライトエクスプレス同様に愛され続けることを期待すると共に、「瑞風」に搭載した車両システムがこれからの気動車の新たな礎となることを願っています。