

E6系新幹線電車(量産先行車)用 空調装置における小型軽量化・機能向上

白石仁史* 林田友紀**
原 正明* 梅崎達昭***
郡嶋宗久**

Down Sizing and Improvement of Passenger Comfort in Air Conditioning System for E6 Series Shinkansen

Hitoshi Shiraiishi, Masaaki Hara, Munehisa Gunjima, Tomoki Hayashida, Tatsuaki Umesaki

要 旨

環境性能、走行性能、快適性の向上をコンセプトに、東京－八戸間を国内最高時速320km/hの営業運転が可能で、かつ盛岡－秋田間の在来線区間も直通できるE6系新幹線電車(量産先行車、以下“E6系新幹線”という。)を、東日本旅客鉄道(株)は2012年度末に導入予定である。三菱電機では、客室の快適性を担うE6系新幹線用空調装置を開発した。E6系新幹線用空調装置の開発にあたり、冷房能力を確保したうえで小型軽量化と消費電力の低減を図ること、また機器故障時でも車内快適性を維持する冗長性システムを構築することを目標とした。

次に今回開発したE6系新幹線用空調装置の特長を示す。

- (1) 各車両の天井に室内機、床下に室外機を2台ずつ分割して搭載していた従来空調装置に対して、空調装置1台を床下に集中して配置する。また、従来別置きとしていた換気装置を空調装置に内蔵し、かつ換気装置ダクトの形状を最適化することによって、従来空調装置に比べ小型軽量化を実現し、消費電力を低減した。
- (2) 空調装置に内蔵している圧縮機用インバータが故障した場合でも、冷房運転を継続し、車内快適性を維持可能な冗長システムを実現した。



E6系新幹線用空調装置

E6系新幹線用空調装置は、1両あたり1台で構成されている。空調装置には、従来空調装置では別置きにしていた換気装置を内蔵している。

1. ま え が き

E6系新幹線は、現在営業運転中のE3系新幹線の次形式として投入される予定であり、E3系新幹線の空調装置をターゲットとして開発目標値を設定した。表1にE6系新幹線用空調装置の開発目標を示す。

本稿では、開発したE6系新幹線用空調装置の構成と、小型軽量化及び冗長性の確保における取組みについて述べる。

2. E6系新幹線用空調装システム

図1に、E3系新幹線とE6系新幹線の空調システムを示す。E3系新幹線では、給気用換気装置及び空調室内機が車体の天井に搭載され、空調室外機と排気用換気装置が床下に搭載される。ここで、空調室内機と空調室外機は車体に付設の冷媒配管によって接続される。給気用換気装置で取り入れた新鮮気は、新鮮気ダクトを用いて2台の室内機へ振り分けられ、車内からのリターン空気と混合し、冷却/加熱される構成となっている。

表1. E6系新幹線用空調装置の開発目標

車種	E3系(他社製)	E6系(開発目標)
冷房能力	44.2kW	54.66kW
消費電力 ^(注1)	約48kW	43kW
暖房能力	32kW	32kW
容積 ^(注1)	-	E3系以下
質量 ^(注1)	約1,820kg	1,400kg

(注1) 換気装置を含む。

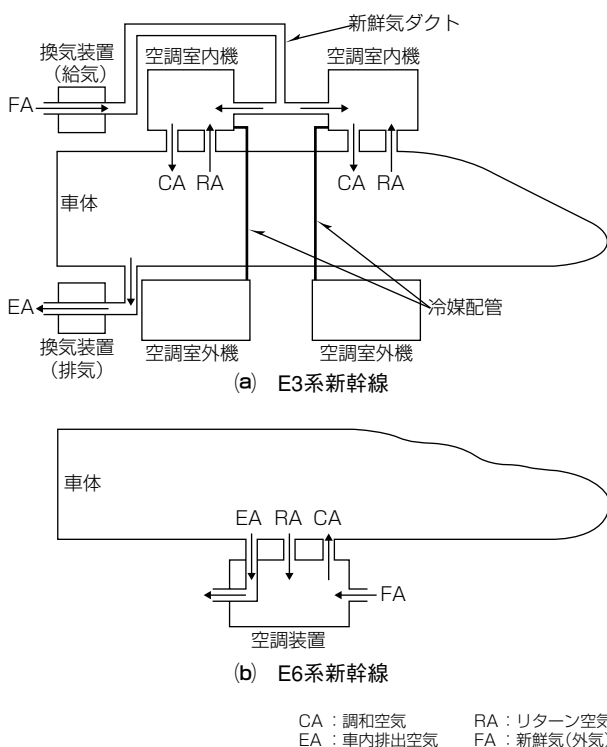


図1. E3系及びE6系新幹線の空調システム

これに対しE6系新幹線用空調装置は車体の床下に集約して搭載され、新鮮気と車内からのリターン空気が混合され冷却/加熱する構成である。

3. 小型軽量化と消費電力低減

E6系新幹線用空調装置の小型軽量化を図るため、次の取組みを実施した。

3.1 空調装置の床下集約化

E3系新幹線空調装置は、屋根上と床下に分割搭載されているため、冷媒配管を車体に付設する必要があったが、E6系空調装置では床下に集約することで冷媒配管の付設を不要とした。また、空調装置に換気装置を内蔵したため、換気装置から空調装置へ送風する車体側の新鮮気ダクトも不要となった。集約にあたり、目標冷房能力を満足しつつ消費電力を低減するためには、電動機の搭載台数を低減する必要があった。

表2に電動機を備える内蔵機器の台数を示す。E6系の室外送風機の台数は、E3系に比べて増加するものの、大容量スクロール圧縮機の採用と室内送風機の集約によって、電動機の合計台数を削減することで約10%の消費電力低減を実現した。

3.2 給排気一体型換気装置の開発

E3系では換気装置を給気用と排気用で別置きにしていたが、E6系では換気装置を給気用と排気用で一体化し、さらに空調装置に内蔵した。これによって換気装置の筐体(きょうたい)と電動機を省略でき、大幅な小型軽量化を実現した。

3.3 新鮮気ダクトの最適化

換気装置を空調装置に内蔵することに伴い新鮮気ダクトも内蔵することとなり、空調装置の限られた搭載スペースで風量を確保するため、ダクト形状の最適化を実施した。

図2にE6系新幹線用空調装置の新鮮気ダクト形状を、図3に風速分布の解析結果を示す。従来の新幹線用新鮮気ダクトは一定の大きな開口面積で長くとり、風量を調整する板をダクトの入口部に付設して所望の風量に調整していたが、E6系では入口部の風量調整板を廃止し、ダクト内部で流路面積を絞って換気送風機給気部の要求風量(風速)に調整した。特に、従来の約1/5以下という薄さ(30mm)によって小型化を実現した。

表2. 電動機を備える内蔵機器の台数

車種	E3系(他社製)	E6系
圧縮機	4台	3台
室内送風機	2台	1台
室外送風機	2台	3台
換気送風機	2台	1台
合計	10台	8台

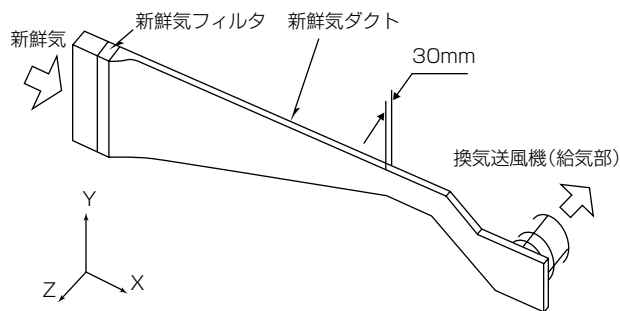


図2. E6系新幹線用空調装置内蔵の新鮮気ダクト形状

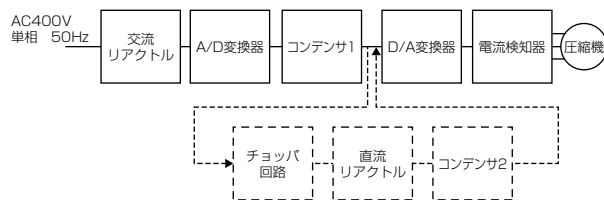


図4. E6系新幹線用空調装置のインバータ回路図

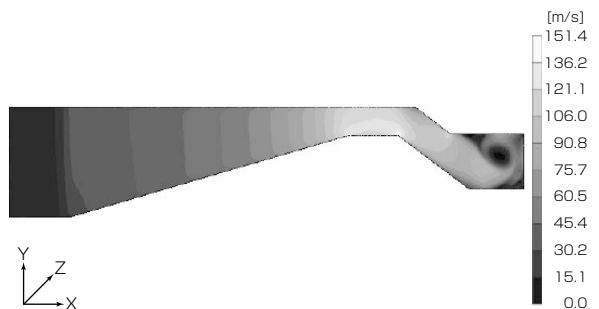


図3. E6系新幹線用空調装置内蔵の新鮮気ダクト風速分布

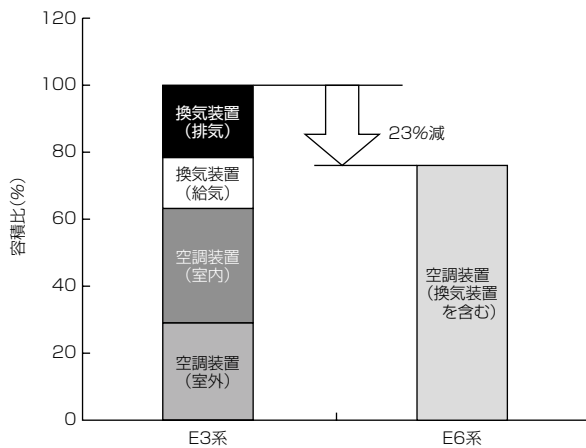


図5. 空調装置の小型化

3.4 空調内蔵インバータの小型化

E6系新幹線用空調装置の圧縮機はインバータ駆動であり、図4にE6系新幹線用空調装置のインバータ回路図を示す。AC400V電源から順に、交流リアクトル、A/D変換器、コンデンサ1、D/A変換器、電流検知器で構成され、従来の新幹線用空調装置のインバータ回路にあるチョップ回路、直流リアクトル、コンデンサ2を廃止して、小型軽量化を図った。

3.5 小型化の効果

図5に、E6系新幹線用空調装置における小型化の効果を示す。E6系新幹線用空調装置は、E3系に比べ容積比で約23%低減、質量比で約23%低減を達成した。

4. 冗長性の確保

E6系新幹線用空調装置では床下に集約したため、万一の故障時に冗長性の確保(バックアップ運転時の車内快適性維持)が必要である。図6に、空調制御ツナギを示す。圧縮機用インバータが故障した場合でも、換気装置用インバータで圧縮機を1台運転し、車内を冷房することができる。

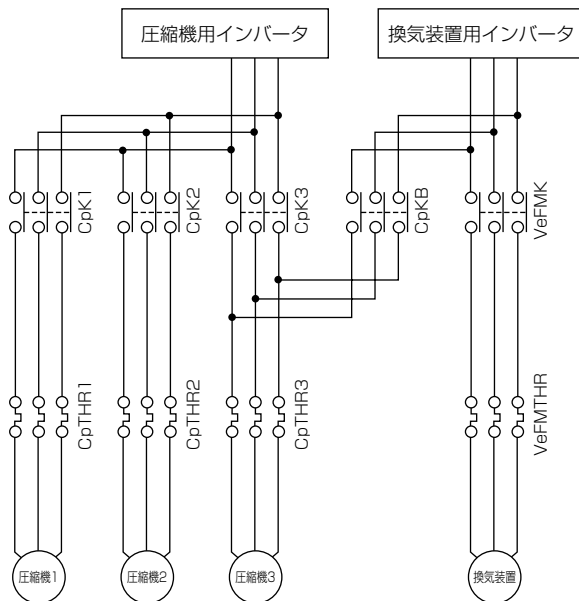


図6. 空調制御ツナギ

5. むすび

E6系新幹線用空調装置の概要について述べるとともに、小型軽量化、冗長性の確保に向けた取り組みについて述べた。今後、この開発で培った技術を生かし他装置への展開を図るとともに、環境への配慮に貢献していきたいと考える。