

## 脱着のいらない空調用 ロールフィルター装置の開発

### Development of a desorption-free roll filter for air-conditioners



阿部 博輝\*



一木 剛\*



杉浦 芳光\*

Conventional roll-filters used in railway require maintenance workers to detach them from train bodies for the sake of periodical cleaning. On other hand, air-conditioners with automatic filter cleaning have been developed for household use. Referring to such a mechanism, we developed a new roll-filter which enables filter cleaning without a desorption work while maintaining the quality of the cleaning. This paper introduces the evaluation results on cleaning performance and durability of this new equipment.

●キーワード：フィルター、接触材、圧力損失

### 1. はじめに

鉄道車両用空調装置のロールフィルター装置は、首都圏の通勤車両では1両に4機装備され、車内から空調装置へ流れる空気を清浄し、車内環境を向上させる役割を果たしている。この装置は、設定した時間毎に自動的に巻き取る構造で、汚れた面から清掃済の面に移行する仕組みとなっている。また、フィルターの清掃は車両センターで、フィルター部分を取外して定期的に行っているが、家庭用空調装置等においては、自己清掃型フィルターなど、フィルターの脱着がいらぬ機構が導入されている。こうした機構を参考にして、脱着のいらぬ鉄道車両用空調用ロールフィルター装置の開発を行うこととした。

なお、本装置はJR東日本小山車両センターで考案した試作装置を元に、テクニカルセンターで実使用を考慮し改良を加え開発した装置である。

### 2. 試作品の概要

フィルター巻取機構および接触材（フィルターに付着した塵埃を清掃するブラシ）を検討するため、いくつかの方式で試作品を製作し、ベンチ試験により各種調査を行った。

#### 2.1 フィルター巻取機構

本稿では、最終的に採用したフィルター正逆転式について記す。この方式は、現在のフィルター巻取り機構と同様、一定時間経過すると一定長さ分を巻取り、すべて巻終わると全体を巻き戻す方式である（図1）。また、フィルター機能を維持させる方式としては、フィルター巻取り時に接触材と接触させ、フィルターに付着した塵埃を掻き取ることで、フィルター機能を維持させる機構となっている。なお掻き取った塵埃は、ダストボックスに貯蔵し、定期的に回収する仕組みとした。

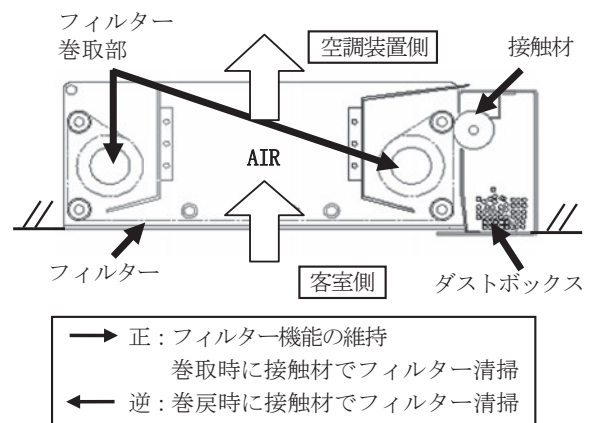


図1 フィルター正逆転式

#### 2.2 接触材

接触材を選定するため、入手が容易なスポンジ、ポリプロピレンブラシ、ナイロンブラシ、エチケットブラシの4種類の材料について、毛の太さ、毛丈を変え、清掃効果を比較した。試験には、現車からとり降ろした（汚れた）フィルターを用いた。主な確認項目を、①顕微鏡による目視でのフィルター表面の清掃効果、②清掃前後のフィルター圧力損失度合いとして、比較評価した。

##### 2.2.1 顕微鏡による品質確認

顕微鏡を用いて、清掃前後のフィルターを比較したところ、清掃前のフィルター表面には、何層にも塵埃が蓄積されフィルターの目に絡みついていたが、清掃後では、全ての接触材において、フィルター表面の大半の塵埃は除去されていた。しかしながら一部の接触材では、ダストボックス内の塵埃が増加すると、塵埃と接触材が絡まり、フィルターに再付着する事象が発生した。そのため、接触材への塵埃の付着量を評価項目に加えることとした。

## 2.2.2 圧力損失による品質確認

清掃前後のフィルターの圧力損失を測定し、接触材の清掃効果を調査した。圧力損失は、値が低いほど塵埃の付着による抵抗が少なく、よく清掃された状態といえる。測定の概要は、風洞に空調用フィルター装置を取り付け、風洞上部からファンで空気を吸い込み（現車の空調環境を模擬した風量）、風洞内圧力と大気圧の差から、圧力損失を求めた（図2）。結果は、全ての接触材において清掃後の圧力損失測定値は清掃前の値より低くなった。

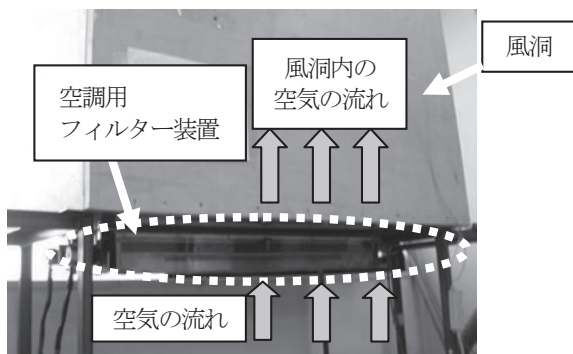


図2 圧力損失測定装置

## 2.2.3 総合評価

接触材については、比較試験を行った中から、最も清掃効果が高く（圧力損失が小さく）、接触材への塵埃付着が一番少なかったナイロンブラシ（毛の太さ100 $\mu$ m、毛丈10mm）を選定し、現車搭載用試作品の製作を行うこととした。

## 3. 現車搭載試験

開発したロールフィルター装置を当社小山車両センターのE231系電車に1年間（H23.9～H24.9）搭載し、各部の劣化状態および装置の清掃効果等を確認した。グリーン車用に2台（4・5号車）、普通車用に4台（6号車）製作し、図3に示す位置にて搭載した。

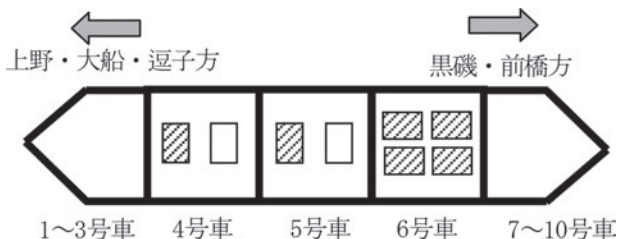


図3 開発品搭載位置（斜線部）

## 3.1 耐久性

現車から取り下ろした後、装置を分解し、各部の劣化を調査した。フィルターについては、破れ、ほつれ等の劣化はなく、接触材に関しても、抜け、毛並みの磨耗はなかった。また、車体取付部やフィルター取付部でのネジのゆるみはなく、外觀やモーターに関しても、異常は認められなかった。

## 3.2 清掃効果

1年間搭載後のロールフィルターを用いて、清掃前後の圧力損失を測定した（測定には、図2の装置を使用）。新品と1年間搭載後（清掃済）の値を比較したところ、普通車では約2%増加し、グリーン車用では、差は認められなかった（表1）。以上の結果より、現車においても耐久性および清掃効果が問題ないことが分かった。

表1 圧力損失結果

種類	フィルター状態	圧力損失 (Pa)
普通車用	新品	8.9
	清掃前	9.3
	清掃後	9.1
	新品/清掃後 増加率	2%
グリーン車用	清掃前	9.1
	清掃後	8.9
	新品/清掃後 増加率	0%

測定値は、2台の平均である

## 4. おわりに

既存の装置をベースに、自己清掃機能付きの空調用ロールフィルター装置を開発した。ベンチ試験や現車搭載試験を行い、清掃効果および耐久性については、問題がないことを確認した。そして、これまでEV-E301系やE129系への搭載が決まり、実用化することができた。

今後は、塵埃のダストボックス内における蓄積状況や走行線区による影響等を調査し、最適な清掃周期（ダストボックスおよび接触材）を調査する必要があると考えている。