

# 活性炭素繊維フィルターを用いた放射性ヨウ素除去用局所排風機の開発

Development of local blower for removing radioactive iodine using the carbon fiber filter.

中部電力株式会社 池堂 和仁

KAZUHITO IKEDOU Non Member

Boiling water type nuclear power plant(BWR) conducts overhaul of the condenser and the turbine regularly. The radioactive iodine dissipation in the turbine system, that occurs in the reactor during plant operation, because it may be released in the atmosphere, implement safeguards against radioactive iodine. Carbon particle filter type local air blower is conventionally used in order to eliminate the radioactive iodine before during maintenance, but has the problem in mobility due to size of the device. We developed the new type of local air blower using carbon fiber to improve mobility of device..

**Keywords:** radioactive iodine , carbon fiber filter , air blower , condenser , turbine

## 1. はじめに

沸騰水型原子力発電所では原子炉内の核分裂に伴い、放射性ヨウ素が生成され、蒸気によりタービンや復水器に運ばれる。

原子炉で発生した時容器は復水器内で水に戻された後、再び原子炉へ戻るという閉ループを形成しているため、外部への放出はない。(Fig.1)

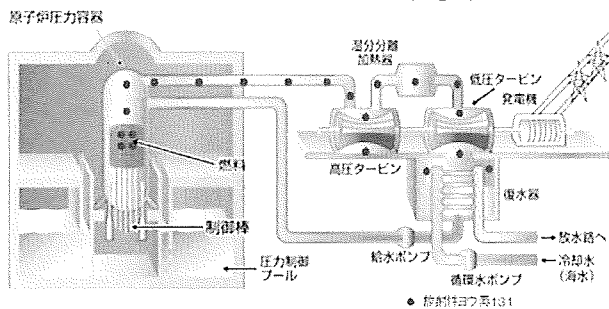


Fig.1 沸騰水型原子力発電所概略図

しかしながら、原子炉の定期点検によりタービン車室や復水器室を開放し、点検を行う場合、タービン車室内や復水器内に残留している放射性ヨウ素は開放によりタービン建屋内に拡散される。

タービン建屋内の放射性ヨウ素は最終的に大気中に放出される可能性があることから、放射性ヨウ素に対する防護対策を考慮する必要があり、除去または減衰させる目的で局所排風機を使用している。(Fig.2)

従来の局所排風機は活性炭粒子フィルターを使用していたが、通風容量を大きくすると大量の活性炭が必要と

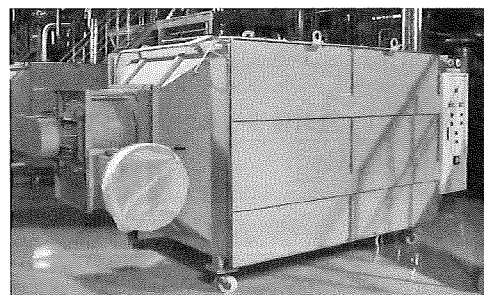


Fig.2 従来市販型局所排風機

なり、それに比例して局所排風機も大型となっていた。

大型の局所排風機は移動が困難で、かつ活性炭は粒子状であり取り扱いも不便であった。(Fig.3)

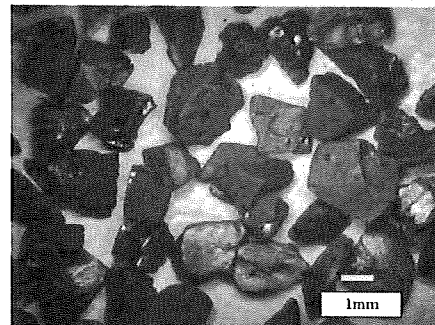


Fig.3 活性炭粒子

このため、活性炭粒子を使用した従来市販されていた局所排風機と同等以上の性能を有しながら、軽量・コンパクトでフィルター交換作業などの運用性に優れた局所排風機を開発することとした。

連絡先:池堂和仁

中部電力株式会社電力技術研究所

〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1

E-mail:Ikedou.Kazuhito@chuden.co.jp

## 2. 開発概要

### 2.1 フィルターとなる素材の検討と評価

#### 2.1.1 従来の局所排風機の問題点と解決策

従来型の局所排風機が大型となる要因はフィルター素材にヤシ殻活性炭粒子を使用しているため、通風容量を大きくすると大量の活性炭が必要となり、その結果、局所排風機も大型となることに問題があった。

また、ヤシ殻活性炭は粒子状であり取り扱いも不便であった。

このため、放射性ヨウ素吸着の観点から、ヤシ殻活性炭、活性炭素繊維、銀ゼオライトの3素材について比較検討し(Table.1)、活性炭粒子より軽く、細孔などの構造が似通っており、同等の性能が期待できる活性炭素繊維を選定し、性能試験を行うこととした。

Table.1 放射性ヨウ素吸着素材の比較

	メリット	デメリット
ヤシ殻活性炭	<ul style="list-style-type: none"> <li>除去効率が高い</li> <li>廃棄が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大量に必要(重い、取扱が煩雑)</li> <li>温度、湿度に弱い</li> </ul>
活性炭素繊維	<ul style="list-style-type: none"> <li>除去効率が高い</li> <li>安価</li> <li>廃棄が容易</li> <li>使用量が少なく軽量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>温度、湿度に弱い</li> <li>強度がない</li> </ul>
銀ゼオライト	<ul style="list-style-type: none"> <li>除去効率が高い</li> <li>温度、湿度に強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常に高価</li> <li>廃棄費用が高い</li> <li>大量に必要(重い、取扱が煩雑)</li> </ul>

#### 2.1.2 活性炭素繊維フィルターの素材の検討

活性炭素繊維は原料となる素材と加工法の違いから、いくつかの種類が市販されているが、通風容量、価格を考慮してセルロース系の活性炭素繊維を採用した。(Table.2)

#### 2.1.3 活性炭素繊維フィルターの製作

2.1.2の検討結果により、市販のセルロース系の活性炭素繊維を採用したが、強度が十分でないため、不織布で挟むこととした。これは活性炭素繊維が万が一破損しても飛散しないために有効と考える。(Fig.4)

次にこの活性炭素繊維を用いて、活性炭素繊維フィルターを製作した。(Fig.5)

活性炭素繊維フィルターはHEPAフィルターとの互換性を考慮し、HEPAフィルターと同じサイズとした。

Table.2 活性炭素繊維の選定

原料	化学式	特徴
セルロース系(レーヨン)	$[C_6H_{10}O_5]_n$	安価である。強度が弱い。1,600m <sup>2</sup> /g以上が作れない。
アクリロニトリル系(PAN系)	$[C_3NH_3]_n$	1,000m <sup>2</sup> /gまでしか作れない。N原子を含むため有機イオウ化合物に対して触媒として作用し、吸着量が多い。
フェノール系(カイノール繊維)	$[C_{63}H_{55}O_{11}]_n$	3,000m <sup>2</sup> /gまで作れる。布状が作れる。製造工程が簡単である。
ピッチ系	$[C_{124}H_{80}NO]_n$	安価である。不純物が多い。

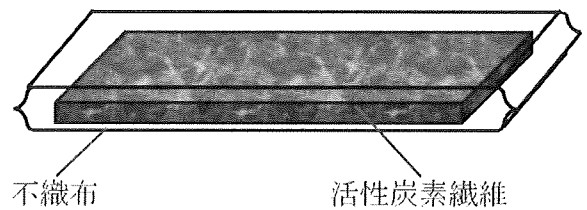


Fig.4 活性炭素繊維断面図

(610mm×610mm×300mm)

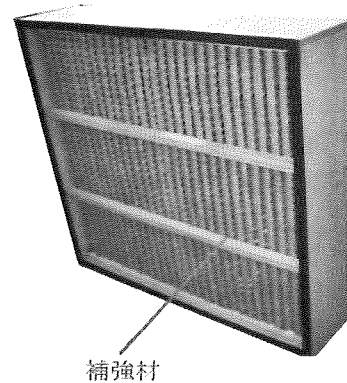


Fig.5 活性炭素繊維フィルター

#### 2.1.4 活性炭素繊維フィルターの評価試験

製作した活性炭素繊維フィルターの性能評価試験を実施するためには評価用試験装置が必要である。試験装置はJIS規格に則り、全長1.3mにおよぶ長大な装置を製作した。(Fig.6)

本装置に製作した活性炭素繊維フィルターを取り付けヨウ化メチル(放射性ヨウ素模擬材)を流し、フィルター前後のヨウ化メチル濃度を測定することにより、フィルターの吸着性能を測定する。

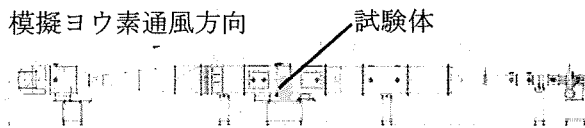


Fig. 6 J I Sに準拠したヨウ素吸着実験装置

その結果、活性炭素繊維フィルターの性能は99%以上であることを確認できた。

これにより、活性炭粒子フィルターと同等以上の性能であることが確認できた。(性能は99%以上)

また、フィルター耐圧試験として、フィルター前後の圧力損失が1,000Paとなるように風量を調整し、1時間放置後にフィルター素材の変形確認ならびに除去効率試験を行った。

その結果、素材が変形することはなく、除去効率も99%以上であった。

なお、通常のろ過面速は15cm/sec程度である。

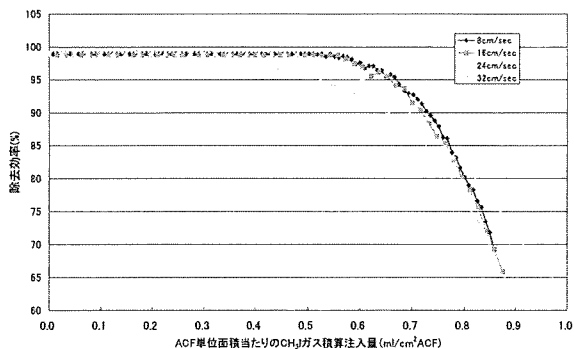


Fig. 7 活性炭素繊維フィルター風量実験データ

## 2.2 新型局所排風機の製作

### 2.2.1 新型局所排風機の設計

製作した活性炭素繊維フィルターを採用した、原子力発電所向け新型局所排風機を製作することとした。

新型局所排風機に求める項目として、以下の4点を考慮した。

- (1) 性能は従来の局所排風機と同等以上
- (2) 大きな設備を使用しないで、移動が可能
- (3) 狭隘部へも移動可能
- (4) 活性炭フィルターの交換が容易

### 2.2.2 新型局所排風機の製作

2.2.1の要求項目に満足する新型局所排風機を製作した。(Fig.8)

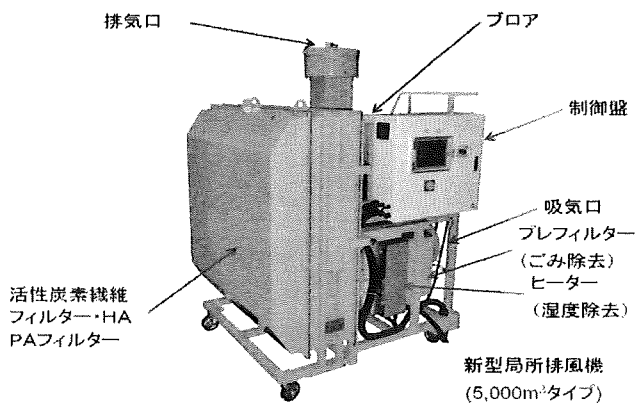


Fig. 8 新型局所排風機 (5,000m³/hタイプ)

製作した新型局所排風機はプレフィルター、ヒーター、HEPAフィルターを備えている。

空気はまずプレフィルターで大きなごみ等を除去し、ヒーターで湿分を下げた後、HEPAフィルターで微細な放射性物質を除去し、最後に活性炭素繊維フィルターで放射性ヨウ素を除去する。

なお、写真の5,000m³/h以外にプロア部とフィルターを分割可能な2,000m³/hタイプを製作した。

### 2.2.3 新型局所排風機の仕様

新型局所排風機には大容量型の5,000m³/hタイプと標準型の2,000m³/hタイプがある。その仕様をTable.3に示す。

Table.3 新型局所排風機仕様

	Model 2,000m³/h	Model 5,000m³/h
型式	DSC-33H-1	DSC-83H-2
仕様	電源 3相 200V 50/60Hz 寸法 1,500L*820W*2,074H 重量 280kg	電源 3相 200V 50/60Hz 寸法 1,760L*1,460W*2,335H 重量 410kg
性能	粉塵除去効率 >99.97% ヨウ素除去効率 >99% 処理風量 2,000m³/h	粉塵除去効率 >99.97% ヨウ素除去効率 >99% 処理風量 5,000m³/h
フィルター	HEPAフィルター×1 活性炭素繊維フィルター×1	HEPAフィルター×2 活性炭素繊維フィルター×2
特徴	フィルター部とプロア部を分割可	—

### 3. 結言

(1) サイズが 1/3 にコンパクト化 ((5,000m<sup>3</sup>/h タイプ)できたため、移動にクレーン等が不要となり、手押しでも移動可能になった。

従来型局所排風機との比較を Fig9 に比較図を Fig.10 に示す。

(2) フィルター素材を活性炭粒子から活性炭素繊維に代えたことにより、素材の軽量化と取扱いが容易になり、交換作業が容易になった。

(3) 活性炭粒子を使用した従来品に比べ、フィルター素材の価格を抑えられたことにより、コストダウンを図ることができた。

	従来型の局所排風機	開発した局所排風機
性能	除去効率 99%以上	除去効率 99%以上
サイズ	全長 3.6m	全長 1.5m
重量	約 1000Kg	410Kg
移動性	・移動はクレーン等が必要 ・活性炭がこぼれないように注意が必要	・手押しにて移動可能 ・流動物がないため、注意は不要
運用性	・フィルター交換は 1 日程 ・活性炭重量 320kg	・フィルター交換は 30 分程 ・フィルター重量 24kg

Fig9 従来型局所排風機と新型局所排風機の比較

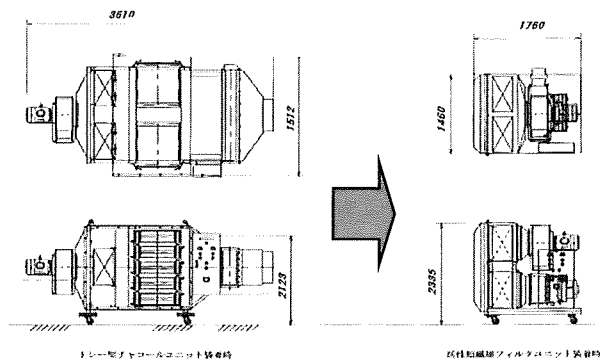


Fig. 10 従来型との比較

### 4. 使用実績

#### 4.1 浜岡 4 号機使用実績

浜岡 4 号機定期点検で使用し、良好な実績を得た。

タービン車室に接続している状況を Fig.11 に、復水器に接続している状況を Fig12 に示す。



Fig. 11 タービン車室接続状況

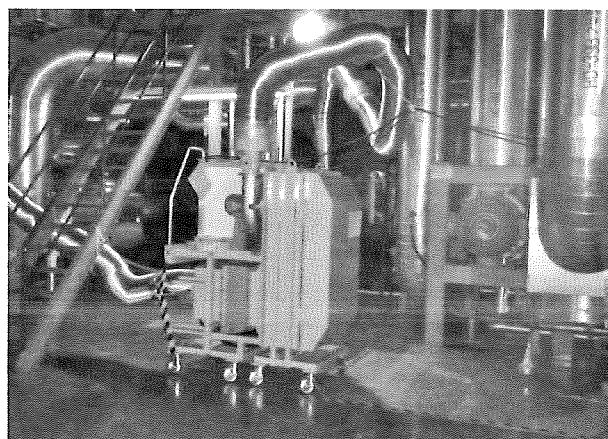
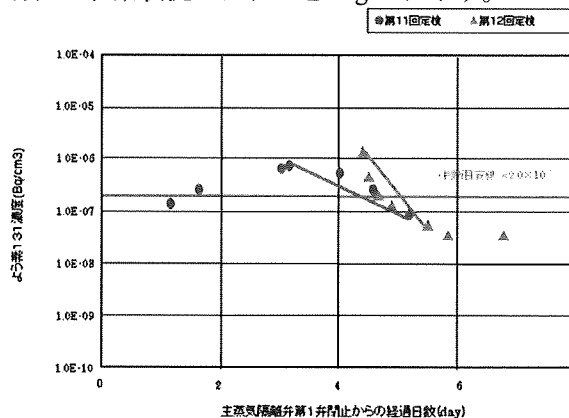


Fig. 12 復水器接続状況

#### 4.2 浜岡 4 号機使用性能

浜岡 4 号機第 1 2 回 (平成 2 2 年度) 定検時において、復水器において新型局所排風機を使用した放射性ヨウ素状況のグラフを Fig13 に示す。



- アラバベンチに活性炭粒子を使用した排風機のヨウ素除去データ
- 新型局所排風機を使用した今回のヨウ素除去データ

Fig. 13 浜岡 4 号機におけるヨウ素除去性能

第 1 1 回定検と比較した場合、放射性ヨウ素の吸着が速いのが解る。

## 5. 最後に

実際に浜岡原子力発電所での使用した実績から見ても従来型の局所排風機と比較して非常に良好な結果となった。

活性炭素繊維フィルターは福島第一原子力発電所の事故においても、小型の局所排風機(アララベンチ)に設置し、建屋換気に使用された。

また、原子力発電所以外においても、R I 研究施設やR I 医療施設への応用も可能であり、今後もこれらの施設において広く使用されることが期待できる。

なお、本装置の開発にあたっては、共同研究先である(株)日本環境調査研究所殿のご尽力によるところが大きく、本稿にて謝辞としたい。

(平成 23 年 10 月 21 日)

