

多核種高除染性空気浄化システム開発による作業被曝低減化研究 (3)メタルファイバーフィルターの吸着メカニズムと除染係数の測定

Development of a high efficiency multi-nuclide aerosol filters for radiation protection during a process of cutting core (3)Investigation of Capture Mechanism of Metal-Fiber Filter and Measurement of Decontamination Factor

*奈良林 直¹, 石井亮憲¹, 千葉豪¹, 佐藤修彰², 増田隆夫¹ (¹北海道大学, ²東北大学)

福島第一原子力発電所の廃炉においては、作業者の被曝低減と敷地外の放射性物質の漏洩防止のために、多核種高除染性空気浄化システムを開発する。本報では、メタルファイバーフィルターの特性を測定した。

キーワード: 廃炉作業、福島第一原子力発電所、多核種、空気除染システム、作業被曝低減

1.緒言 福島第一原子力発電所の廃炉においては、原子炉建屋や格納容器内の汚染は深刻で、廃炉作業を実施するためには、作業者の被曝低減と敷地外の放射性物質の漏洩防止を徹底しなくてはならない。本報では、湿式と乾式メタルファイバーフィルターのうち、後者の吸着メカニズムの検討と、除染係数の測定を実施した。

2.フィルター特性試験 図1に示す空気浄化システム試験装置を用いてファイバー径や充填率などのパラメータを変化させてメタルファイバーフィルターの吸着性能(除染係数DF)を測定した。

図2にフィルターに捕捉されたエアロゾル模擬粒子

(BaSO₄)のFE-SEM画像を示す。最大粒径は約1 μ m、最小粒径は数十nmで、メタルファイバーにトラップされている。SEM画像の倍率を上げると外径約2 μ mのメタルファイバーには無数の溝があり、数十nmのナノ粒子がこのファイバーの溝にトラップされていることがわかる。

3.フィルターの高性能化 ファイバー径30 μ m、50 μ m、70 μ mの3種類のメタルファイバーを用いて充填率(空間に占めるステンレスの体積割合)を変えて除染係数DF(=投入質量/通過質量)を測定した。図3に試験結果を示す。ファイバー径が小さい30 μ mと50 μ mのフィルターは充填率を高めるとフィルター単段でDF=500くらいの値が得られた。一方、ファイバー径70 μ mのフィルターでは、DF=30程度と低いが目詰まりは起こりにくく、初段に使用すると次段に1/30程度のエアロゾルを送ることになり、総合性能として目詰まりに強く、除染係数が高い多層フィルターを構築することができる。

図4は、フィルター通過後の粒径分布である。数十nmサイズの非常に小さなナノ粒子がフィルターを通過していることが分かる。粒子径が非常に小さいため、全体の質量からみるとごく僅かであるが、体内被曝を考えると、このような微粒子に対する吸着性能を高めておく必要があると考える。

4.デブリ加工方法に対するフィルターの要求性能 米国Zion発電所の廃炉作業では、プラズマカッターなどの熱が入る作業は格納容器内の線量が上がり断念し、ワイヤカッターに切り替えたとのことである。福島第一原子力発電所の廃炉作業では、レーザービームによる切断加工法が用いられた場合、発生するヒュームと呼ばれる数十nmサイズの高除染性空気浄化システムが必要となる。

5.結言 メタルファイバーのファイバー径や充填率を変えて除染係数DFを測定した。今後は更にゼオライトの分子篩を用いた多核種の放射性エアロゾルやレーザ切断に伴うナノサイズのヒュームの除去についても取り組む。

参考文献 [1] 奈良林ら、2016春の年会 1D20.

[2]秋山ら、2016春の年会 1D21

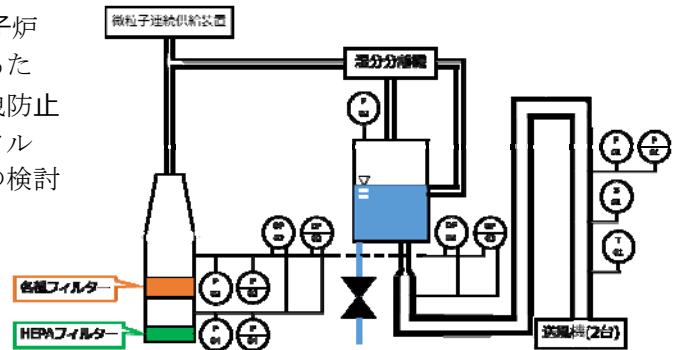


図1 空気浄化システム試験装置の概要

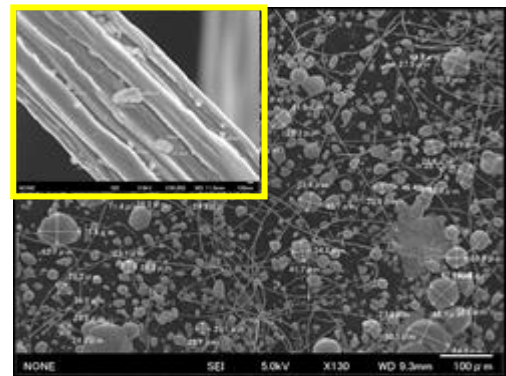


図2 フィルターに捕捉された粒子

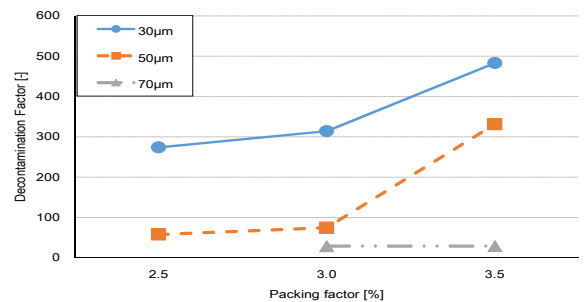


図3 フィルター充填率と除染係数

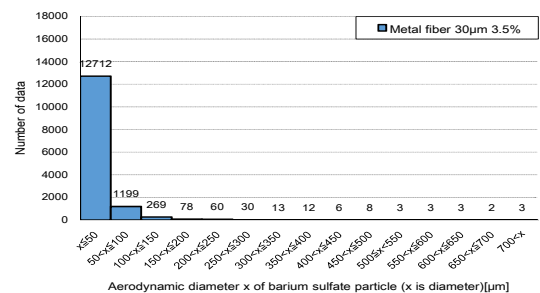


図4 フィルター通過後の粒径分布

*Tadashi Narabayashi¹, Akinori Ishii¹, Go Chiba¹, Masanobu Sato², Takao Mmasuda¹ Hokkaido Univ., ²Tohoku Univ.