

## 繊維状粒子自動計測器 FM-7400AD を使用した リフラクトリーセラミックファイバーの作業環境測定の可能性について

○小西雅史、小西淑人（㈱エフアンドエーテクノロジー研究所）  
小西高之（㈱ウエスト）

### 1. はじめに

平成 26 年度の『化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会』報告書（平成 27 年 2 月）でリフラクトリーセラミックファイバー（別名セラミックファイバー、RCF、以下 RCF という）については、区間推定上側限界値及び個人ばく露の測定の最大値ともに二次評価値を超えていたことから、適切なばく露防止対策が講じられていない状況では、労働者の健康障害のリスクは高いものと考えられるため、制度的対応を念頭においてばく露リスク低減のための健康障害防止措置の検討を行うべきであるとされた。そこで、労働安全衛生法第 57 条への追加、特定化学物質障害予防規則第 38 条の 3 の特別管理物質への追加等が予定されており、作業環境測定の実施が義務付けされる予定であり、平成 27 年 4 月 17 日の管理濃度等検討会で

○ RCF の管理濃度 :  $0.3f/cm^3$

○ 測定方法

①ろ過捕集方法 - 計数方法

②簡易測定法 : ①の方法による併行測定が必要

○局所排気装置の性能要件・稼働要件  
抑制濃度による :  $0.3f/cm^3$

○第 1 種作業環境測定士の資格区分 : 第 1 号が決定された。

そこで、上記測定方法の②の簡易測定法として、繊維状粒子自動計測器 FM-7400AD（以下 FM-7400AD という）について使用の可能性について検討を行った。

### 2. FM-7400AD の較正について

#### 2.1 FM-7400AD について

FM-7400AD は、米国のミネソタ州にある MSP 社が平成元年から平成 4 年に当時の環境庁が導入を検討していた FM-7400 型の後継機として製造したものであり、FM-7400 型の性能を維持した上でよりコンパクトにしたものである。

共存粉じんの影響を受けることなく、NIOSH の Method No. 7400 と同等の総繊維数濃度を計測できる繊維状粒子自動計測器である。



FM-7400AD の外観

#### 2.2 較正に使用した RCF

FM-7400AD の較正には新日鉄化学社製（以下新日化という）の 1260 の粉末状 RCF を使用した。

#### 2.3 較正方法

RCF 発生器を接続したチャンバーに位相差顕微鏡法（以下 PCM 法という）用のカウル付ホルダー（ $\phi 25$  mm メンブランフィルター）を接続したポンプ（吸引流量 2L/min : GilAir-5）と FM-7400AD を接続し、RCF を発生させてサンプリングを行った。

サンプリング後の FM-7400AD のバックアップフィルター（ $\phi 25$  mm カウル付ホルダー・メンブランフィルター : ミリポア社製）をアセトントリアセチン処理し、バックアップフィルターを位相差顕微鏡法（以下 BU・PCM 法という）より濃度を算出した。

BU・PCM 法の濃度と FM-7400AD の表示値の濃度から較正係数を算出し、FM-7400AD の較正值として入力した。

#### 2.4 チャンバー内に発生させた RCF の状況

サンプリング後の PCM 法用のサンプルをアセトントリアセチン処理し、PCM 法により画像ソフトを使用して各サンプル 2~5 視野で合計 349 本の繊維について長さと幅をそれぞれ計測し、繊維の状況を確認した。その結果、長さの最大値は  $62.353\mu m$ 、最小値は  $1.163\mu m$ 、幾何平均値は  $8.557\mu m$ 、幾何標準偏差が 2.134、幅の最大値は  $2.791\mu m$ 、最小値は  $0.233\mu m$ 、幾何平均値は  $0.586\mu m$ 、幾何標準偏差が 1.836 であった。

### 3. 較正された FM-7400AD による測定

#### 3.1 測定方法

RCF 発生器を接続したチャンバーに PCM 法用のカウル付ホルダー（φ25 mm メンブランフィルター）を接続したポンプ（吸引流量 2L/min: GilAir-5）と FM-7400AD をそれぞれ接続し、RCF（新日化、イソライト）を発生させそれぞれサンプリングを行った。

サンプリング後、PCM 法、BU・PCM 法のフィルターをアセトン・トリアセチン処理し、濃度を算出し、FM-7400AD の表示値の濃度と比較した。

（ただし、FM-7400AD の表示値の濃度は f/L で表示されるため、f/cm<sup>3</sup> に換算し濃度の比較を行った。）

#### 3.2 測定結果

測定結果は表、図 1、2 のとおりで、RCF（新日化）では平均の値が FM-7400AD の表示値は 0.598f/cm<sup>3</sup>、BU・PCM 法が 0.488f/cm<sup>3</sup>、PCM 法が 0.523f/cm<sup>3</sup> で、表示値の濃度を BU・PCM 法の濃度で除した平均値が 1.11、表示値の濃度を PCM 法の濃度で除した平均値が 1.15 であった。

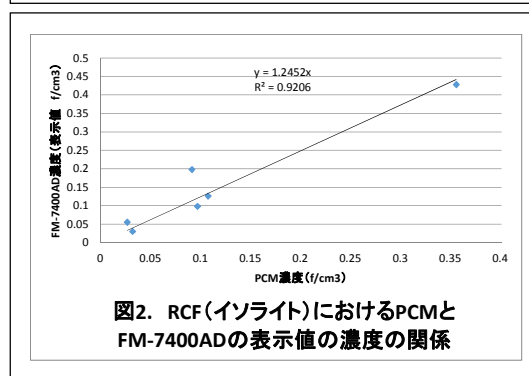
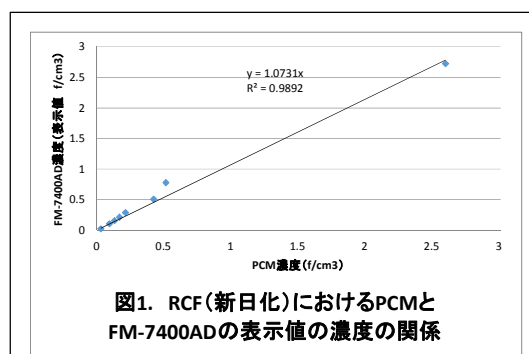
RCF（イソライト）では平均の値が FM-7400AD の表示値は 0.156f/cm<sup>3</sup>、BU・PCM 法が 0.132f/cm<sup>3</sup>、PCM 法が 0.118f/cm<sup>3</sup> で、表示値の濃度を BU・PCM 法の濃度で除した平均値が 1.47、表示値の濃度を PCM 法の濃度で除した平均値が 1.43 であった。いずれの場合も PCM 法に比べて FM-7400AD がやや高い値であった。

| 表 RCFにおける各濃度 |              |                   |                   |        |                   |         |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|---------|
| 新日化          | FM7400AD 表示値 |                   | FM7400AD BackUp   |        | PCM               |         |
|              | f/L          | f/cm <sup>3</sup> | f/cm <sup>3</sup> | 表示値/BU | f/cm <sup>3</sup> | 表示値/PCM |
| 1            | 2722         | 2.722             | 2.131             | 1.28   | 2.592             | 1.05    |
| 2            | 777          | 0.777             | 0.398             | 1.95   | 0.516             | 1.51    |
| 3            | 505          | 0.505             | 0.575             | 0.88   | 0.425             | 1.19    |
| 4            | 287          | 0.287             | 0.237             | 1.21   | 0.215             | 1.33    |
| 5            | 213          | 0.213             | 0.269             | 0.79   | 0.172             | 1.24    |
| 6            | 158          | 0.158             | 0.183             | 0.86   | 0.134             | 1.18    |
| 7            | 104          | 0.104             | 0.075             | 1.38   | 0.097             | 1.07    |
| 8            | 19.6         | 0.0196            | 0.038             | 0.52   | 0.032             | 0.61    |
| AV.          | 598.2        | 0.598             | 0.488             | 1.11   | 0.523             | 1.15    |
| イソライト        | FM7400AD 表示値 |                   | FM7400AD BackUp   |        | PCM               |         |
|              | f/L          | f/cm <sup>3</sup> | f/cm <sup>3</sup> | 表示値/BU | f/cm <sup>3</sup> | 表示値/PCM |
| 1            | 98.3         | 0.0983            | 0.161             | 0.61   | 0.097             | 1.02    |
| 2            | 55.4         | 0.0554            | 0.022             | 2.57   | 0.027             | 2.06    |
| 3            | 30.4         | 0.0304            | 0.032             | 0.94   | 0.032             | 0.94    |
| 4            | 428          | 0.428             | 0.382             | 1.12   | 0.355             | 1.21    |
| 5            | 198          | 0.198             | 0.080             | 2.46   | 0.091             | 2.17    |
| 6            | 126          | 0.126             | 0.113             | 1.12   | 0.108             | 1.17    |
| AV.          | 156.02       | 0.156             | 0.132             | 1.47   | 0.118             | 1.43    |

### 4. まとめ

今回の実験では、RCF に対する較正係数を求めた後、実験を行ったため PCM 法との相関も良く、RCF 取扱い作業場での使用が可能であると判明した。ただし、この実験は、実験室内の閉鎖系のチャンバー内に RCF 繊維のみが発生している状態で行った結果で、実際の現場では RCF 以外の繊維も存在する可能性があるため、現時点では管理濃度等検討会で決定した併行測定を行い、現場ごとに RCF 換算係数を求め、表示値の値を補正することが妥当であると思われる。また、今回は RCF のみの発生のため位相差顕微鏡による PCM 法で分析を行い FM-7400AD の表示値と比較したが、実際の現場では、FM-7400AD の表示値は総繊維数濃度の表示なので、表示値が管理濃度を超えた場合は、併行測定の PCM 法用のフィルター、あるいは FM-7400AD のバックフィルターなどを分析して RCF のみの繊維数濃度を算出する分析方法（例えば分散染色法等）を加える必要がある。

今後は、実際の現場で測定を行い総繊維数濃度と RCF 濃度との関係を検討する予定である。



小西 雅史

株式会社 エフアンドエーテクノロジー研究所

TEL : 046-241-0180 FAX : 046-241-5612

〒243-0211 神奈川県厚木市三田 3634-8