

特定化学物質等障害予防規則に係る有害物質（石綿  
およびコールドタル）の作業環境気中濃度の測定につ  
いて

基 発 第 4 0 7 号 4 8. 7. 1 1

特定化学物質等障害予防規則第36条にもとづく第1類物質および第2類物質の濃度の測定方法については、昭和47年7月12日付け基発第430号「特定化学物質等障害予防規則に係る有害物質の作業環境気中濃度の規定について」により通達したところであるが、今般、同通達別添に、石綿およびコールドタルについての測定方法を別添のとおり追加したので、前記通達および下記に留意のうえ、今般、関係事業場において、本測定方法またはこれらと同等以上の性能を有する測定方法により測定が実施されるよう指導されたい。

記

- 1 石綿については、その気中濃度を $2\text{ mg}/\text{m}^3$ 以下に抑制する局所排気装置の設置を規定しているが、作業環境気中濃度基準を繊維数で表示することが医学的により適切であること。さらに、最近、石綿が肺がんおよび中皮腫等の悪性新生物を発生させることが明らかとなつたこと等により、各国の規制においても気中石綿粉じん濃度を抑制する措置が強化されつつあるので、当面、石綿粉じんの抑制濃度は、次によるよう指導すること。

$5\mu$ 以上の石綿繊維で5繊維/cm<sup>3</sup>

なお、これに対応する石綿粉じんの重量濃度は、およそ $0.30\text{ mg}/\text{m}^3$ であること。

- 2 石綿粉じんの測定方法については、今後の基準改訂も考慮して繊維数を測定する方法と重量濃度を測定する方法とを併記したこと。
- 3 コールドタルの測定方法は、コールドタルを製造し、または、コールドタルを加工処理する等の際、空気中に発散する物質のうち粒子状であつてベンゼン可溶性の物質を測定するものであること。

## 2 2 石 綿

### 2 2. 1 メンブランフィルター法

#### 2 2. 1. 1 原理

メンブランフィルターはセルロースエステルを原料とした薄い多孔性の膜である。孔径は平均 $0.01$ から $10\mu m$ のものがある。このメンブランフィルターの特長は粒子状物質の捕集効率が非常に高く、また採じんがフィルターの極く表面で行なわれるため、捕集した粒子を直接光学顕微鏡で計数するのに都合がよい。

フィルターの屈折率は大体 $1.5$ である。このためフィルターを屈折率 $1.5$ 前後の不揮発性の油に浸すと透明になり、粒子が計数しやすくなる。しかし、このような前処理をするとクリンタイルの屈折率が $1.55$ であるため、普通の顕微鏡でははっきり見えない。そこで、これを計数するのに位相差顕微鏡を使用することになっている。干渉位相差顕微鏡を使用するとさらに見やすい。

#### 2 2. 1. 2 装置および器具

##### ① 白いメンブランフィルター

平均孔径 $0.8\mu m$ 、直径 $4.7mm$ 、採じん面の直径 $3.5mm$

(英国では平均孔径 $0.45$ および $0.65\mu m$ 、直径 $2.5mm$ 採じん面の直径 $2.0mm$ 、米国では平均孔径 $0.8\mu m$ 、直径 $3.7mm$ 採じん面の直径 $3.3mm$ としている。)

##### ② メンブランフィルターを格納する容器

採じんの前後、フィルターが汚れないよう密閉した状態で保存できる容器。

##### ③ フィルターのホルダー

オープンフェイス形のフィルターホルダー

##### ④ 吸引ポンプなど

メンブランフィルターを通して規定の吸引速度が得られる電動式吸

別添

番号	測定対象物	測定方法
22	石 綿	メンブランフィルター法 X線回析法
23	コ ー ル タ ー ル	重 線 分 析 法

引ポンプあるいは手動式吸引ポンプおよび流量計。

⑤ 位相差顕微鏡

2.2.1.3 試料の採取および処理

(1) 採 じ ん

フィルターの採じん面を床面に対し垂直に保持して採じんする。吸引流量は500～1000 ml/minとする。

吸引時間は15分以上とする。

〔参 考〕

顕微鏡の条件を対物鏡×40、接眼鏡×10とした場合、視野の面積は0.17 mm<sup>2</sup>となる。採じん面積が960 mm<sup>2</sup>であるから全視野数は960 ÷ 0.17 = 5647。1視野に平均1繊維の場合、フィルター上の繊維数は5647となる。吸引速度1000 ml/minで15分間採取したとすれば、0.38 繊維/mlとなる。

(2) サンプルの作製

フィルターを透明にする溶液には、フタル酸ジメチル (dimethyl phthalate) と蓚酸ジエチル (diethyl oxalate) を1:1に混合し、さらにこの溶液に0.05 g/mlの割合でメンブランフィルターを加えて溶解して調製したものを使用する。

上記の液を数滴清浄なスライドグラス上に滴下し、その上に粉じんを採取したフィルターの採じん面を上方にして乗せ、その上にきれいなカバーグラスを乗せて固定する。このとき、気泡がはいらないよう注意する。30分程するとフィルターは透明になる。

〔参 考〕

英国ではフィルター上に捕集された石綿粉じんを固定するため、採じん後適当な吸引ポンプによつて清浄な空気を吸引しながら0.025%メタクリル酸 (溶媒クロロホルム) を数滴、採じん面にふきつけ、フィルター上に採取した粒子の脱落を防止する。その処置をした後、そのフィルターをトリアセチンを用いて透明にし、顕微鏡用のサンプルとするよう規

定している。

#### 2.2.1.4 計 数 法

石綿の計数には位相差顕微鏡を使用し、倍率は約400倍とする。  
(対物鏡×40を使用) 計数に先だち、あらかじめ低倍率(約50倍)でフィルター上に粉じんが均一に捕集されていることを確認する。

繊維濃度は次式によって求める。

$$\text{繊維 個/cm}^3 = \frac{A \cdot N}{a \cdot v \cdot n}$$

- A : 採じんした面積 (cm<sup>2</sup>)  
N : 計測した粒子の総数 (筒数)  
a : 顕微鏡で計測した1視野の面積 (cm<sup>2</sup>)  
v : 採 気 量 (mℓ)  
n : 計数した視野の数 (筒数)

計測はランダムに視野を選んで計数を行ない、繊維数200以上になるまで行なう。

計数にあたっては繊維の長さ5μm以上で長さとの比が3:1以上の繊維のみを計数する。

#### 2.2.2 X線回析法

##### 2.2.2.1 原 理

鉍物のX線回析線の強度は、その鉍物の量に関係するので、X線回析線の強度を測定することにより、試料中の鉍物組成を定量することができる。一般に広く用いられている定量方法には内部標準法および標準添加法がある。これらの方法を用いて石綿粉じんを定量するには総量として30~40mgの粉じんが必要である。しかしながら、このような多量の粉じんを労働環境において捕集することは困難な場合が多い。

このため労働環境中の石綿粉じんの濃度測定にX線回析を利用するには、

次のような方法を用いる。

#### 2.2.2.2 容器および装置

- ① サンプラー
- ② グラスファイバーろ紙
- ③ X線回折装置

#### 2.2.2.3 試料の採取および処理

グラスファイバーろ紙（東洋GB-100又は同等品）上に粉じんを捕集する。捕集量はX線回折装置の性能により決定される。一般に用いられているX線回折装置を用いる場合はろ紙1cm<sup>2</sup>につき粉じん総量として0.5～1.3mg位が適当である。

回転体陰極強力X線発生装置を用いる場合は、ろ紙1cm<sup>2</sup>について0.03～0.8mgが適当である。

#### 2.2.2.4 定 量

- (1) 捕集した石綿粉じんの配向性や粒径に関する回折線の強度の再現性をよくするために回転試料台をX線回折装置に付属させ、回折線の強度を求める。
- (2) クロソライトやアモサイトには多量の鉄分が含まれているので、回折線の強度の低下を防ぐためにコバルトの対陰極を用いよ。
- (3) 検量線を用い、回折線の強度から捕集粉じん中の石綿量を求め、これから石綿粉じんの気中濃度を重量濃度として計算する。
- (4) 検量線は対象となる石綿を発じんさせ、これを測定に用いるグラスファイバーろ紙上に捕集、捕集量の異なる試料（例えば吸引期間を変化させる）を準備する。

この試料を回転試料台にセットしてX線回折線の強度を測定し、石綿粉じん量とX線強度の間の検量線を作る。

#### 2.2.2.5 その他

この方法では捕集量が、グラスファイバーろ紙の1cm<sup>2</sup>あたり粉じん総量として2mg以上になるとX線回折線の強度が飽和してしまうので、定

量できない。

このような時には、内部標準法又は標準添加法を用いればよい。

## 2.3 コールタール

### 2.3.1 重量分析法

#### 2.3.1.1 原理

ここでいうコールタールとは、コールタールおよびその加工品の製造、取り扱い等の作業の際、空気中に発散する物質のうち粒子状であつてベンゼン可溶性の物質をいう。

環気中の粒子状物質をグラスファイバーろ紙に捕集し、これをソックスレー抽出器に入れ、ベンゼンを用いて抽出する。油出液中のベンゼンを除去し、残渣を秤量することによりコールタールを定量する。

#### 2.3.1.2 器具

##### (1) 捕集用器具類

- ① サンプラー (約  $1\text{ m}^3/\text{min}$  のもの)
- ② グラスファイバーろ紙

市販グラスファイバーろ紙 (Gelman A または同等品、約  $20\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ ) を使用する。市販ろ紙はベンゼン可溶性物質を除去するため、ろ紙を塩化メチレンに数時間浸した後、ろ紙を清浄なドラフト内で風乾し、 $110^\circ\text{C}$  で約1時間乾燥したのち、デシケーター等の中で放冷、保存したものを使用する。

##### (2) 抽出および濃縮用器具

- ① ソックスレー抽出器
- ② ロータリーエバポレーター
- ③ ガラスフィルター
- ④ コニカルピーカー (硬質  $50\text{ ml}$ 、できるだけ軽量)
- ⑤ 電気乾燥器
- ⑥ ホットプレート (バイメタル付)
- ⑦ 紫外線ランプ ( $365\text{ m}\mu$ )

(3) 天秤 (0.1 mgまで測定可能なもの)

### 2.3.1.3 試薬

- ① 塩化メチレン (試薬特級)
- ② ベンゼン (試薬特級以上のもの)

### 2.3.1.4 試料の採取および処理

- (1) 捕集 サンプラーを用いて空気を吸引し、粒子状物質をグラスファイバーろ紙に捕集する。捕集時の吸引空気量は100 m<sup>3</sup>程度とする。
- (2) 抽出 試料採取を行なったグラスファイバーろ紙を折りまげ、かるくまるめたのち、細い銅線で結んで内容物が落下しないようにし、ソックスレー抽出器に入れる。ベンゼンで抽出を行ない、抽出器のサイフォン部の抽出液に紫外線 (363 m $\mu$ ) 照射下で蛍光が認められなくなるまで抽出をつづける。抽出時間は通常6~8時間である。

(3) 濃度 抽出液をロータリーエバポレーター用フラスコに入れ、減圧濃縮 (~40℃以下) を行ない、10 ml程度にまで濃縮する。

濃縮液をガラスフィルターでろ過して重量既知のコニカルビーカーにとる。エバポレーター用フラスコおよびガラスフィルターを少量のベンゼンで洗い、これをろ液と合せる。

コニカルビーカーをホットプレート上にのせ、約8℃で加熱して溶媒を除去したのち、シリカゲルを入れたデシケター中で放冷させる。

### 2.2.1.5 定量

デシケター中で放冷されたコニカルビーカーを秤量する。このビーカーをさらに1時間程度約80℃に保たれたホットプレート上に放置し、デシケター中で放冷後、秤量する。この操作を恒量となるまでくりかえし、秤量値よりコニカルビーカーの重量を差引き、この値をAとする。

一方、未使用のグラスファイバーろ紙について試料と同様の操作を行ない、秤量値よりビーカーの重量を差引いてブランクを求め、この値をBとする。

試料中のコールタール量は、A-Bよりもとめられる。

環気中のコールタール濃度は次式により求められる。

$$\text{コールタール気中濃度 (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{コールタール量 (mg)}}{\text{吸引空気量 (m}^3\text{)}}$$

### 2.3.1.6 その他

- (1) ソックスレー抽出においては、原則として円筒ろ紙は使用しない。もし、試料を捕集したフィルターが破損がはげしくて円筒ろ紙を使用しなければならぬ場合は、あらかじめ塩化メチレンで処理してベンゼン可溶分を除去したものを使用すべきである。
- (2) 試料中のタール量が少ないと一般に測定精度は低下する。したがって空気吸引量はできるだけ多くすることがのぞましい。一般に100m<sup>3</sup>吸引すれば十分精度よく測定できる。
- (3) 相対濃度表示を用いる方法として、ソックスレー・ベンゼン抽出液を一定量とし、特定波長（たとえば4.00m $\mu$ ）における吸光度から検量線を用いて気中濃度を求める比色法がある。

比色法は、吸引空気量も少なくすみ、分析操作も簡便であるが、環気中のコールタール組成が一定している場合<sup>注1)</sup>しか使用できない欠点を有する。比色法を用いる場合、検量線はグラスファイバーろ紙に捕集されたコールタールを用い、その重量と吸光度との間で作成すべきである。

注1) コールタール組成が一定している<sup>注1)</sup>とは単位作業場内の種々の場所から採取されたコールタールにつき、コールタール単位濃度あたりの吸光度がどの波長でも、試料によつて変動がないということの意味する。