

# 光学顕微鏡によるアスベストの測定法

田村 雅史（工学研究科・工学部 技術部 機器分析グループ）

## 1. はじめに

三重大学 工学部・工学研究科 技術部では、福利厚生チームの依頼に基づき、衛生管理者、作業環境測定士の業務などを、全学的に行っている。

その中で、「学内に存在するアスベストに関しては、作業環境測定、大気汚染防止法（大防法）の敷地内基準など、法律的には測定対象とはなっていないが、今後、自主的な環境評価等が必要になる可能性がある」との福利厚生チームの見解を受け、アスベスト分析を行える環境を整えた。

本報告では、アスベストに関する分析法について述べ、特に光学顕微鏡を用いる位相差顕微鏡による分析と分散染色法を用いた分析を紹介する。

## 2. アスベストとは

アスベストとは天然に産する繊維状けい酸塩化合物であり、次の6つのものが定義されている。（表1）その中で、工業的に利用されているものは、クリソタイル、アモサイト、クロシドライトである。

表1 アスベストの種類

クリソタイル（白石綿）
アモサイト
クロシドライト（青石綿）
アンソフィライト
トレモライト
アクチノライト

アスベストは、耐久性、耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性、燃えないなどの特性に非常に優れた安価であるため、20世紀以降、建設資材、電気製品、自動車、家庭用品等、様々な用途に広く使用されてきた。しかし、1970年代に人体への発がん性が判明し、以降、使用制限から使用禁止へと移行してきている。

## 3. アスベストの健康被害

アスベストによって引き起こされる健康被害は、石綿肺、石綿肺がん、悪性中皮腫である。表2にそれぞれの特徴をまとめた。

表2 アスベストの健康被害

石綿肺 （アスベスト肺）	アスベスト繊維を吸入して起こるじん肺の一種。 症状が進行すると息切れ、咳、倦怠感などの肺機能障害を起こす。
肺がん	アスベストへの暴露量が多いほど肺がんのリスクが増大する。
悪性中皮腫	胸膜、腹膜などに発生する腫瘍でアスベストが関係しない場合では非常にまれ。 潜伏期間が非常に長く、暴露開始から発症まで20～40年とされる。

## 4. アスベストに関わる法規制

日本では、アスベストは以下の法律等によって規制されている。（表3）

表3 アスベストに関わる法規制

労働安全衛生法
特定化学物質等障害予防規則（特化則）
じん肺法
大気汚染防止法（大防法）
廃棄物処理法
化学物質管理促進法
石綿障害予防規則

この中で空気中の浮遊アスベスト濃度に関するものは特化則と大防法であり、それぞれ作業環境測定（クリソタイル  $0.15 \text{ f/cm}^3$ ）と敷地境界線測定（ $0.01 \text{ f/cm}^3$ ）として基準が定められている。

## 5. 空気中のアスベストの分析法

### A. アスベストの捕集法

空気中のアスベストは、孔径 0.8 マイクロメートルのメンブランフィルターを用い、ろ過捕集法により採取する。図 1 にアスベスト捕集装置の写真を示す。

図 1 アスベストの捕集装置



### B. アスベストの分析法

アスベストを分析する方法には様々な方法が提案されている。(表 4)

表 4 アスベストの分析法

- |                        |
|------------------------|
| ・ 光学顕微鏡による分析           |
| 位相差顕微鏡による分析 (作業環境測定基準) |
| 分散染色法による分析             |
| ・ 電子顕微鏡による分析           |
| ・ X 線回折による分析           |

その中で光学顕微鏡による分析方法は、前処理が電子顕微鏡分析に比べて簡便であり、X線回折分析法と異なり、繊維を直接計数することができるという利点がある。

光学顕微鏡を使った分析方法には、位相差顕微鏡による分析法、分散染色による分析法がある。

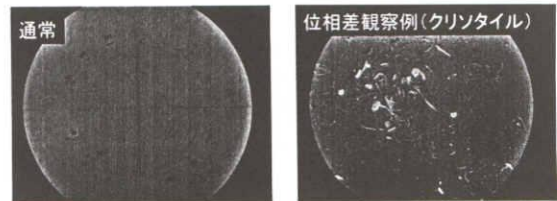
位相差顕微鏡分析は、肉眼的には観察が困難なアスベスト繊維を、屈折率の違いを明暗の差に変えることにより、肉眼的に区別できるようにし分析する方法である。アスベスト繊維(クリソタイル)の観察例を示す。(図 2)

位相差顕微鏡による観察では、観察された繊維状物質が本当にアスベストかどうかの判定は

完全にはできない。

場合によってはアスベスト濃度を高く見積もってしまう可能性もある。

図 2 アスベスト観察例



一方、分散染色法による分析は、測定対象と同じ屈折率の浸液を用いて、サンプル中の測定対象を光学的に着色させて識別する方法である。高価な分散染色用の対物レンズが必要ではあるが、対応する浸液を用いることでアスベストのみが色づいて見えることからその判別が容易にできるようになる。例えば、クリソタイルは屈折率 ( $n_D = 1.550$ ) の浸液により、赤紫から青紫に着色して見える。(図 3)

図 3 分散染色法の観察例



## 6. さいごに

今日アスベストに関する規制は進み、ほとんどの製品での使用が禁止になっている。しかし、現在までに使用されたアスベストは依然として存在し、特に建造物においては、解体・改修時には石綿製品の除去等が必要になる。今後も増大すると予想されるこのような作業には、今まで以上に厳格な、調査・管理が必要となってくるであろう。

### <参考文献>

- ・ 作業環境測定ガイドブック 1
- ・ 繊維状物質測定マニュアル

(社) 日本作業環境測定協会 発行