

県有施設におけるアスベストの含有についての検査方法及び検査結果について

Method and Results for Inspection Tests of Prefecturally Owned Facilities Containing Asbestos

稲井 宏樹
Hiroki INAI

三好 益美
Masumi MIYOSHI

要 旨

6種類あるアスベストのうちトレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの含有についての検査を、県有施設703検体を対象に平成20年3月から7月にかけて当センターで実施したところ、微量ではあるが6検体においてのみトレモライト等が検出され、その他の検体では検出されなかった。また、JIS法に記載されていない未知試料の定量下限についての検討もあわせて行った。当センターにおける検査方法を検査結果とともに取りまとめたので報告する。なお、アスベストが検出された施設においては、各施設管理者により大気中のアスベスト濃度を測定して飛散状況を確認するとともに、速やかに除去等の適切な対応が講じられている。

キーワード：アスベスト トレモライト アクチノライト アンソフィライト 顕微鏡 X線 0.1%

I はじめに

近年、アスベストに起因して健康被害を生じることが指摘されている。アスベストには、クリソタイル（白石綿）、アモサイト（茶石綿）、クロシドライト（青石綿）及びトレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの6種類があり、これまで建材等に使用されていたアスベストは主にクリソタイル、アモサイト、クロシドライトの3種類とされていたことなどから、平成17年における県有施設のアスベスト使用実態調査では、これら3種類を分析対象として調査を実施し、適切な対応を講じてきた。このような中、平成18年9月の労働安全衛生法施行令および石綿障害予防規則の改正により、アスベスト含有率が1%から0.1%を超えるものが石綿障害予防規則等の規制対象となり、不純物としてのアスベストを無視することができなくなるとともに、建築物において吹付け材からトレモライト、アクチノライト、アンソフィライト（以下「トレモライト等」という。）が検出される事例が明らかになったため、国より、トレモライト等3種類の使用実態調査に係る通知を受け、再調査を実施することとなった。

今回、トレモライト等3種類の検査を、県有施設703検体を対象に平成20年3月から7月にかけて実施するとともに、JIS法に記載されていない未知試料の定量下限についての検討もあわせて行ったので、当センターにおける検査方法を検査結果とともに取りまとめて報告する。

II 検査方法

1 JIS法について

アスベストの検査方法として、JIS A 1481「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」¹⁾（以下「JIS法」という。）が規定されている。JIS法は、位相差顕微鏡法とX線回折法を併用して定性及び定量分析を行う方法であり、位相差顕微鏡法の利点とX線回折法の利点を重ね合わせてアスベストの有無を0.1%の精度で判定することを確実にしている。位相差顕微鏡法は検出感度が高く、微量のアスベストについても検出が可能であるが、目視でアスベスト繊維を計数するため、個人差がある方法である。一方、X線回折法は、検出感度は低いがX線回折ピークの強度を利用してアスベスト含有率を算出できる分析方法である。

2 検査方法

検査方法の概要について、図1に示す。まず位相差顕微鏡法を用いて検体のスクリーニングを行い、アスベスト代替品を含む検体については、酸処理の後に位相差顕微鏡法を用いて定性分析を行った。その後、確認のためX線回折法を用いて定性分析を行い、アスベストの含有について総合的に判定した。定性分析においてアスベスト含有試料と判定された検体については、X線回折法を用いて定量分析を行った。なお、平成20年6月にJIS法が改正されたが、基本的な分析方法及び分析に必要なデータは同一であり、当センターで実施したトレモ

ライト等の検査は、JIS法に準じて行った。

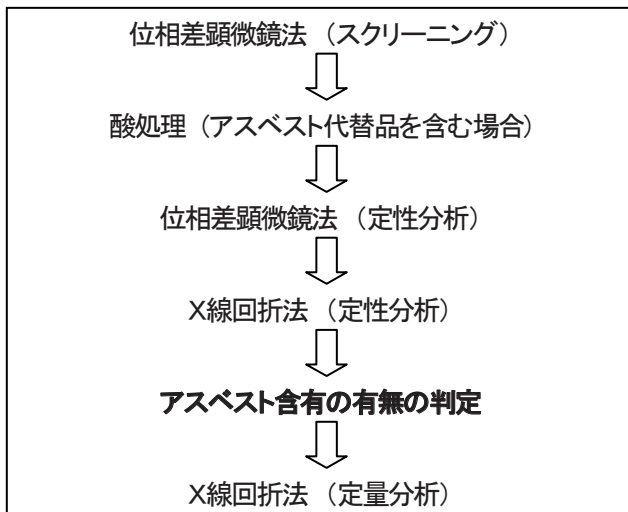


図1 検査方法の概要

(1) 位相差顕微鏡法による定性分析

位相差顕微鏡法については、トレモライト等が青色の分散色を示す屈折率1.640の浸液(写真1)と、ゴールデンイエローの分散色を示す屈折率1.605の浸液の両方を用いて検査を行った。なお、顕微鏡観察は1検体につき屈折率1.640×3標本、屈折率1.605×3標本以上行うとともに、個人差をなくするため複数人数で確認した。

分散色を示す繊維状粒子が確認された場合は、各標本について、1,000粒子中における分散色を示す繊維状粒子数を計数した。なお、アスベスト繊維に特徴的な複屈折性や、偏向板の振動方向の変化による分散色の変化²⁾についてもアスベストを同定するうえでの貴重な情報であるため、検査の補足情報として活用した。

(2) 酸処理による検査の容易化

検体中にロックウールやウォラストナイト(珪灰石)等のアスベスト代替品が含まれる場合、位相差顕微鏡法においてトレモライト等と同様の分散色を示す(写真2, 写真3)ため、正確なアスベスト繊維の計数ができなくなる。トレモライト等は酸に対してほとんど溶解しないが、ロックウールやウォラストナイトは酸に対して溶解し、分散色を示さなくなるため、これらの検体については酸処理を行った後に位相差顕微鏡法による定性分析を実施することで検査を容易化した。

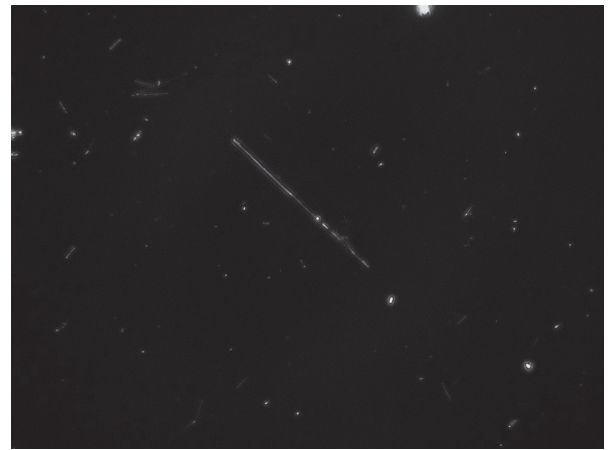


写真1 トレモライト/アクチノライト(屈折率1.640)
(顕微鏡では青く発色して見える)

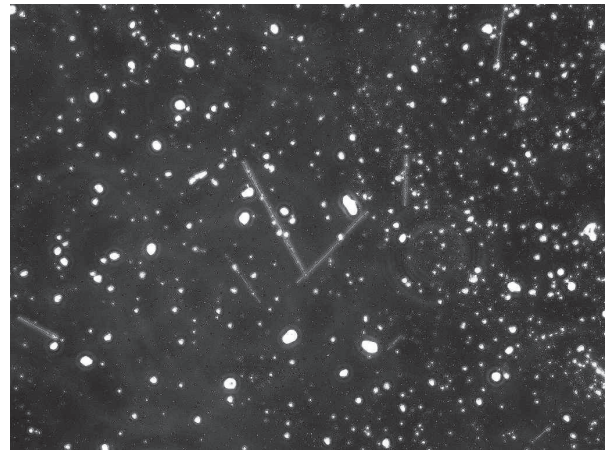


写真2 ロックウール(屈折率1.640)

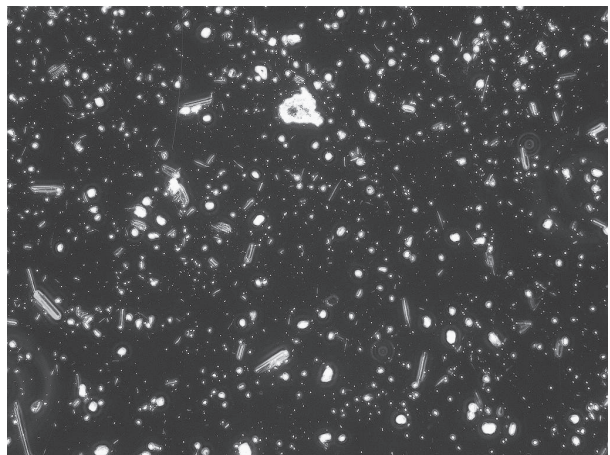


写真3 ウォラストナイト(屈折率1.640)

(3) X線回折法による定性分析

X線回折法による定性分析については、トレモライト/アクチノライト及びアンソフィライトの第一、第二回折ピークが確認されるか否かで定性分析を行った。(トレモライトとアクチノライトは、X線回折パターンによる

判別が難しいため、分析上は同一の種類として取り扱っている。) X線回折装置の測定条件について、表1に示す。

表1 X線回折装置の測定条件

設定項目	測定条件
X線対陰極	Cu
管電圧(kV)	40
管電流(mA)	40
白色化	グラファイトモノクロメータ
発散スリット(°)	1
散乱スリット(°)	1
受光スリット(mm)	0.3
計数時間(sec)	4
ステップ幅(°)	0.01 (定量分析)
基底標準板	Zn (主回折線 43.2°)
走査範囲(°, 2θ)	定性分析: 5~70 定量分析: 28.0~29.2 28.8~30.0

(4) X線回折法による定量分析

X線回折法による定量分析については、一次分析試料100mg について酸処理を行い、マトリクスを溶解することで15mg 以下(残さ率0.15 以下)に濃縮してろ紙上に捕集し、二次分析試料(写真4)を作成した。その後、この二次分析試料に対してX線回折法(基底標準吸収補正法)による定量分析を行った。



写真4 二次分析試料

(5) 残さ率が高い検体の取り扱い

検体によっては残さ率0.15 以下に濃縮できないものがあり、これらの検体については、酸処理を行う一次分析試料の量(通常100mg)を減らすことで対応した。

JIS法では、「検量線の検出下限及び定量下限の算出方法」について記載されているものの、「未知試料の検出下限及び定量下限の算出方法」については記載されていない。ここで、未知試料中のアスベスト含有率を0.1%の精度で判定するためには、アスベストの第一回折ピークをチャート上から正確に読み取る必要がある。このため、当センターにおけるX線回折装置の未知試料中のアスベスト検出感度についての把握を目的として、既報と同様の方法³⁾により模擬試料を作成(図2)し、ろ紙上の残さ量(mg)、第一回折ピーク(2θ=28.6°)のS/Nとの関係を調べた。

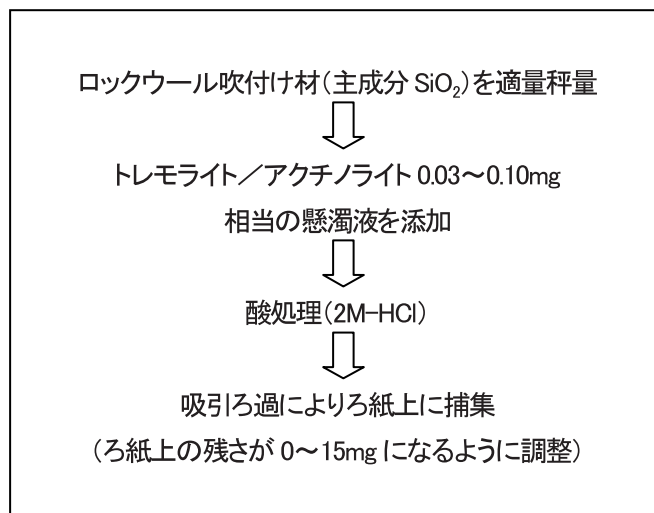


図2 模擬試料の作成方法

模擬試料による試験結果を図3に示す。横軸にろ紙上の残さ量(mg)、縦軸に第一回折ピークのS/Nを取り、トレモライト/アクチノライト0.03mg、0.05mg、0.10mg含有試料ごとに結果をまとめた。

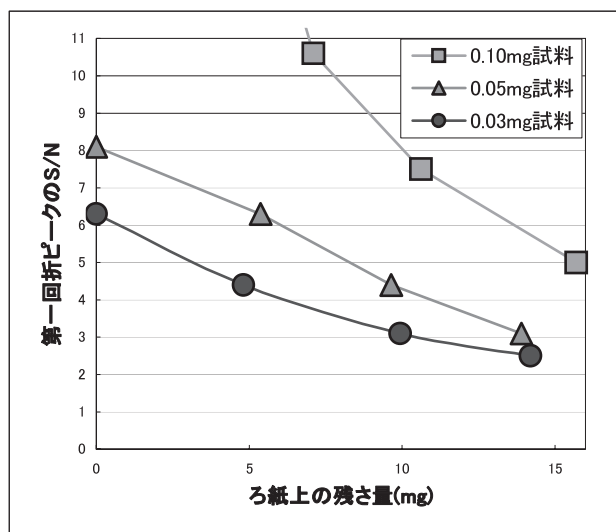


図3 模擬試料における第一回折ピークのS/N

トレモライト/アクチノライト 0.10mg 含有試料については、ろ紙上の残さ量 7mg で S/N=10 以上あるものの、残さ量 15mg で S/N=5 程度とピーク強度が低下する。さらに、0.05mg 含有試料においては、残さ量 0mg (検量線用試料) で S/N=8 程度であり、残さ量 15mg では S/N=3 程度とさらにピーク強度が低下する。0.03mg 含有試料においては、残さ量 0mg (検量線用試料) で S/N=6 程度であり、残さ量 10mg で S/N=3 程度、残さ量 15mg では S/N=3 を切った。

JIS 法においては、定量分析時の条件として残さ率を 0.15 以下 (ろ紙上の残さ 15mg 以下) に調製するよう規定されているが、その条件下においてもアスベストのピークは非常に弱く、測定スペクトルをチャート上からピークとして認識することができる S/N=3 をようやく確保することができる程度である。

このため、残さ率が高い場合の定量値の算出について、S/N=3 の確保を定量のための必須条件として表 2 のとおり取り扱った。一次分析試料 100mg の量を減らして定量分析を行う場合は、一次分析試料の量が 50~100mg の場合はろ紙上の残さ量が 15mg までであれば 0.1% 定量下限を確保することができ、一次分析試料 30~50mg の場合はろ紙上の残さ量が 10mg までであれば 0.1% 定量下限を確保することができるとした。この条件を満たさない場合は、アスベスト由来のピークは S/N=3 以上で検出されず、含有率は微量ではあるが 0.1% 定量下限を確保することができないため、定量値については「算出不能」とした。

表 2 残さ率が高い場合の定量値の算出について

一次分析試料の量	未知試料の定量下限
50~100mg	0.1% (ろ紙上の残さ 15mg 以下)
30~50mg	0.1% (ろ紙上の残さ 10mg 以下)
	0.1% 定量下限を確保できない (ろ紙上の残さ 10mg 超)
~30mg	0.1% 定量下限を確保できない

Ⅲ 検査結果

1 県有施設の検査結果

県有施設 703 検体を対象に、平成 20 年 3 月から 7 月にかけて当センターで実施したところ、微量ではあるが 6 検体においてのみトレモライト等が検出され、その他の

検体では検出されなかった。今回のアスベストの検出事例と含有率について表 3 に示す。なお、これらの施設においては、各施設管理者により大気中のアスベスト濃度を測定して飛散状況を確認するとともに、速やかに除去等の適切な対応が講じられている。

表 3 アスベストの検出事例と含有率

	施設部位	アスベストの種類	含有率
1	団地 壁	トレモライト/アクチノライト	0.2%
2	機械室 壁	トレモライト/アクチノライト 又はアソフライト	0.1%超*
3	集会所 天井	トレモライト/アクチノライト	0.5%
4	体育館 天井	トレモライト/アクチノライト 又はアソフライト	0.1%超*
5	機械室 天井	トレモライト/アクチノライト	0.8%
6	機械室 天井	トレモライト/アクチノライト	0.2%

※2及び4については、残さ率が高く 0.1% 定量下限を確保できないため、厚労省通知に基づき 0.1% 超として標記した。

2 検査人員と検査のスピード

県有施設 703 検体の検査を行うにあたり、検査に正確さとスピードが求められたため、緊急的に常時 2~3 名程度の人員を投入し、約 4.5 ヶ月 (1 日 7~8 検体のスピード) で検査を終了させることができた。これは、1 人分の 1 年間の人件費を短期的に投入した計算になる。

3 作業環境の配慮

検査を進めるうえで、顕微鏡観察のためのプレパラートの作成及び顕微鏡観察に多くの時間を費やした。この作業においては屈折率の異なる浸液を複数使用するが、これら浸液は有機化合物を混合して屈折率を調整したものであり、検査員によっては有機化合物由来の臭いにより健康に支障をきたすおそれがあったため、排気ダクトを仮設することで対応した。また、飛散のおそれのある検体は全て HEPA フィルター付きのドラフトで取り扱うとともに、前処理室等に入る場合は防塵マスクを着用し、HEPA フィルター付きの空気清浄機を設置することで検査員の安全な作業環境についても配慮した。

IV まとめ

トレモライト等3種類のアスベスト検査を、県有施設703検体を対象に、平成20年3月から7月にかけて当センターで実施したところ、微量ではあるが6検体においてのみトレモライト等が検出され、その他の検体では検出されなかった。また、定量分析において一次分析試料100mgの量を減らして定量分析を行う場合は、 $S/N=3$ 以上が確保できる条件下においてのみ、未知試料の定量下限0.1%が担保できるとした。

アスベスト検査はその検査結果が社会に与える影響が非常に大きく、正確に検査を行う必要がある。また、顕微鏡観察による定性分析は、個人の先入観に影響される部分が大きく、複数人数の熟練者で検査を行う必要がある。X線回折法による定量分析においても、未知試料の検出下限と定量下限についてJIS法に明確化されていないなど問題点もいくつかあるため、現場の分析者として現行のアスベスト分析技術におけるさらなる進歩を期待したい。

文献

- 1) 財団法人日本規格協会：建材製品中のアスベスト含有率測定方法，JIS A 1481 (2006, 2008)
- 2) 石田義人，小坂浩，小沢絢子：建材中のアスベスト分析法について—米・英で広く用いられている偏光顕微鏡法からその他の分析手法まで—，環境と測定技術，154-170(2008)
- 3) 稲井宏樹，三好益美，岩崎幹男：X線回折装置を用いたアスベスト含有率の0.1%定量分析について，香川県環境保健研究センター所報，6，124-127(2007)