

主要なアスベスト測定法(迅速方法の例)

		位相差顕微鏡法	分析走査電子顕微鏡法	位相差/偏光顕微鏡法	位相差/蛍光顕微鏡法	(位相差/ラマン顕微鏡法)
測定可能物質	総繊維	○	○	○	○	○
	クリソタイル	×	○	○	○	○
	クロシドライト	×	○	○	△※2	△※3
	アモサイト	×	○	△※1	△※2	△※3
	トレモライト	×	○	△※1	△※2	○
	アクチノライト	×	○	△※1	△※2	○
	アンソフィライト	×	○	△※1	△※2	○
原理	<ul style="list-style-type: none"> ・屈折率及び厚さの違いを明暗の差に変え、肉眼で識別できるようにした顕微鏡である。 ・アセトン・トリアセチン法により透明化処理をしたフィルターの繊維状粒子数を計数する。 ・接眼レンズの倍率10倍以上、対物レンズの開口数0.65以上及び倍率40倍で、アイピースグレイティクル(大円:300μm)を装着したものをを用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー分散型X線分析装置(EDX)を装着し、加速電圧15kV程度を満たし、1~2時間程度で位相差顕微鏡で確認ができる繊維と同程度の繊維(概ね長さ5μm以上、幅0.2μm以上3μm未満、アスペクト比3以上)の観察及び同定が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位相差顕微鏡によって計数された繊維状粒子について偏光顕微鏡による観測でアスベストと非アスベストに分別し環境大気中アスベスト濃度を測定する手法である。 ・サンプリングされる可能性のあるアスベストの種類が判明していることが必要であり、事前調査結果が入手可能な建築物等の解体・改修等の場合に限定した手法である。 ・繊維の多色性、複屈折、消光角、伸長性の正負の観測及び繊維の形態観察から総合的にアスベスト・非アスベストに判別する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位相差顕微鏡によって計数された繊維状粒子について蛍光顕微鏡による観測でアスベストと非アスベストに分別し環境大気中アスベスト濃度を測定する手法である。 ・蛍光物質で修飾したアスベスト結合タンパク質を用いて、微細なアスベスト繊維を検出する手法である。 ・アスベスト種の識別が必要な場合、クリソタイルに特異的なタンパク質と角閃石系アスベストに広く結合するタンパク質の2種類を利用する。それぞれ蛍光色の違う蛍光物質で修飾し、色によってクリソタイルか、角閃石系アスベストかの判定をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象繊維のラマンスペクトルを測定する。 ・ラマン顕微鏡による6種類のアスベストのスペクトルデータ(ライブラリー)を確認しておく必要がある。 	
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・従来からの総繊維数濃度の計数法の基準である。 ・実施可能分析機関数が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・EDXによりアスベストの種類を同定できる。 ・詳細な繊維形態が観察可能である。 ・微細な粒子も観察できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ターゲットと対物レンズの切り替え簡単に位相差法と偏光法を同時に行える。 ・位相差顕微鏡法と同じプレパラートを使用することで、総繊維の計測と同じ繊維を同定することが可能である。 ・クリソタイル、クロシドライト及び他の角閃石系のアスベストを同定することが可能である。 ・JIS A 1481-1の普及により、位相差/偏光顕微鏡を持つ分析機関が増えてきた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・光路の切り替えで簡単に位相差法と蛍光法を同時に行える。 ・位相差顕微鏡法による総繊維の計測と同じ繊維を同定することが可能である。 ・アスベスト繊維が蛍光を放つため、同定対象のアスベスト繊維が微細であっても判別できる。 ・クリソタイル及び他の角閃石系のアスベストを同定することが可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位相差顕微鏡法のサンプルをそのまま使用することが可能である。 	
問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・繊維状粒子の種類を同定できない。 ・計数に際し、長さの物さしとしてアイピースグレイティクルを利用して円の直径と線の長さを肉眼的に比較する場合には、錯視の関係で誤差を生ずることがあるので、注意する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・残ったフィルターを使用してアスベストか否かの同定を行う ・装置が他の顕微鏡と比較して高額である。 ・他の計数法より時間を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・位相差/偏光顕微鏡は、位相差顕微鏡に比べ、測定担当者の訓練が必要である。 ・位相差/偏光顕微鏡の場合は回転ステージを使用するため、視野の移動等が煩雑である。 ・技術の熟練度合いによる同定の不確実性を無視できない。 ・クロシドライト以外の角閃石系アスベスト(アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライト)の区別が困難である。 ・位相差顕微鏡で確認できる繊維が、偏光モードでは確認できない場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・蛍光染色試薬が、浸液に比べ、割高である。 ・残ったフィルターを使用してアスベストか否かの同定を行う ・炭化ケイ素ウィスカーにも蛍光タンパクが結合し、角閃石系アスベストとの識別が難しい場合がある。 ・自家蛍光を持つ非アスベスト繊維の偽陽性がある。 ・本数が特に多い場合(1視野あたり20本以上)は、同一視野への励起光照射時間が長くなり、退色により蛍光が弱くなるため見えにくくなる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状では分析機器が高額である。 ・ラマン顕微鏡は日本では普及していないため、今後、測定担当者の訓練が必要である。 ・アモサイトとクロシドライトのスペクトルが類似しており判別に関して更なる検証が必要である。 	
問題点の解決方法	<ul style="list-style-type: none"> ・アスベストの同定については、他の同定方法を併用する。 	—	<ul style="list-style-type: none"> ・視野の移動等は、片手でXY移動が出来る機構のものを使用する。 ・通常のアナライザーでは繊維の光学特性が確認し難い細い繊維に対しては、ナルモンコンペンセータ、ブレースケラコンペンセータ等で改善出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自家蛍光を持つ物質は、紫外光励起を使用することでほぼ判別可能である。 ・本数が多い場合(1視野あたり20本以上)は、視野画像を撮影し保存することにより、計数後も確認できるようになる。 	—	

※1 アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。
 ※2 クロシドライト、アモサイト、トレモライト、アクチノライト、アンソフィライトの分類はできない。
 ※3 クロシドライト、アモサイトの分類はできない。