

偏光顕微鏡画像を用いた浮遊石綿の光学的特徴に関する研究

Study on Optical Feature of Airborne Asbestos Using Polarization Microscope Images

佐藤星河（大阪大学） 井上義雄（大阪大学） 近藤明（大阪大学）

背景・目的

石綿は肺がんや中皮腫等の健康被害を引き起こす発ガン物質であり、日本においては2006年に製造・輸入・使用等が禁止されているが、石綿を含む建物が存在している為、それら建物の解体・除去現場でのモニタリングは必要である。本研究では、石綿判定のための特徴の一つとして、偏光顕微鏡を用いて消光角を測定するシステムの開発を目的とする。

消光角とは何か

偏光顕微鏡で光学的異方体を観察することによって得られる特徴の一つ。クロスニコル*)の下で回転させたとき、光学的異方体の輝度が低くなる特定の角度 θ' と光学的異方体の幾何学的角度 θ の差。
*) 2枚の偏光板の光学的スリットが直交している状態

$$\phi = |\theta - \theta'|$$

ϕ : 消光角

θ : 石綿の幾何学的角度

θ' : 消光した時の偏光板の回転角度

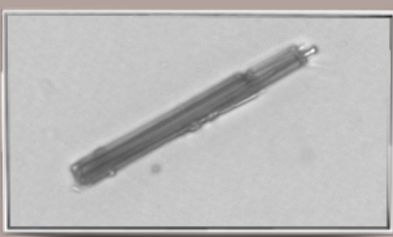
測定器具

Phase-contrast,polarization microscope	ECLIPSE 80i(NICON)
CCD camera	XCD-SX910(SONY)
Personal computer	Endeavor NT9500Pro (NEC)
	AfacCap1.3
software	Asbestos Version1.1

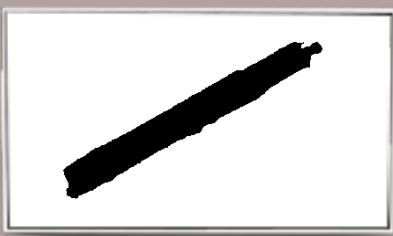
石綿画像の前処理

偏光顕微鏡に取り付けたCCDカメラにより石綿のデジタル画像を取得する。その際前処理として、画像処理を行う。主な処理手順は以下の通りである。
また、同時に石綿の幾何学的特徴（長さ、太さ）を測定した

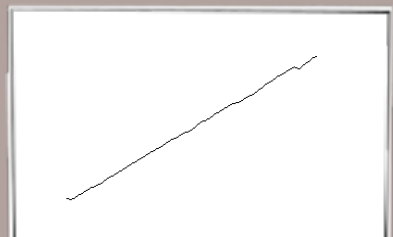
取得画像



二値化



細線化



幾何学的角度 θ 、輝度測定座標の求め方

前処理後の石綿画像の両端点ピクセルから角度 θ を、石綿の中心ピクセルから輝度を測定する座標を取得する。

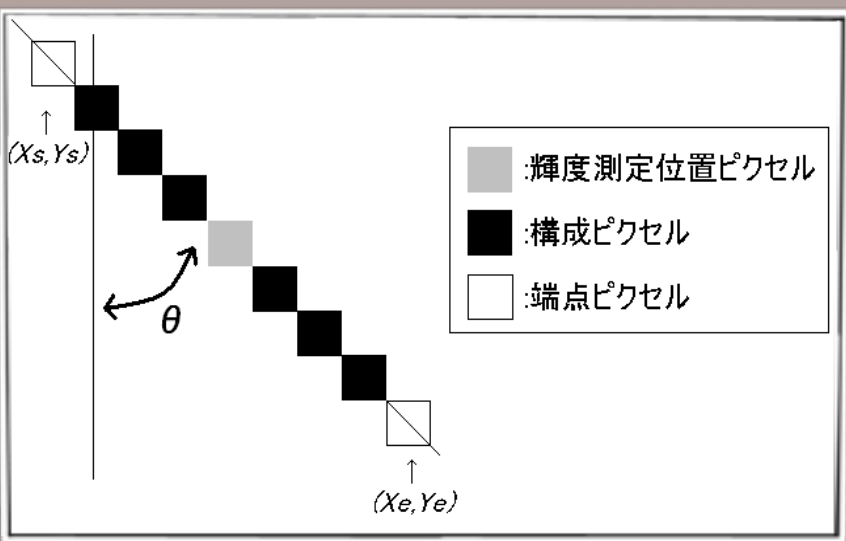


図1 θ 、輝度測定座標の求め方

消光した時の偏光板回転角度 θ' の求め方

消光角は偏光板を90°回転させる毎に繰り返し現れるので、偏光板をクロスニコル状態のままで90°まで1°ずつ回転させて撮影する。撮影した90枚の画像に対し、輝度測定位置ピクセルの座標の輝度値をそれぞれ読み取り、偏光板回転角度に対する輝度分布図を作成する。消光時の偏光板回転角度 θ' は輝度の最低点の近傍において最小二乗法により二次式で近似し、近似式の最低点を示す角度とする。

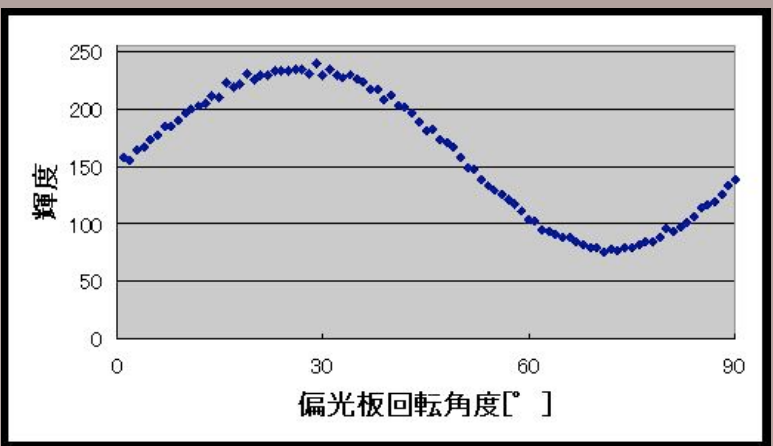
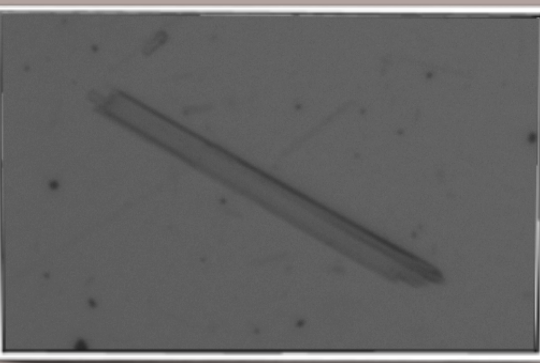
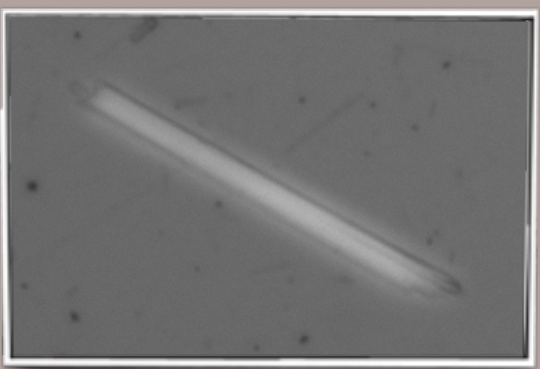


図2 偏光板回転時の石綿輝度変化



測定結果・考察

測定は針状石綿を100個、目視と開発したシステムによって測定した。目視計測の場合の結果を図3に示す。また、開発システムによる結果を図4に示す。図5、図6は目視測定とシステムによる測定結果の差が、石綿の幾何学的形状にどの程度影響されるかを示している。石綿が長い程、また太い程、目視の測定結果にシステムの測定結果が近い傾向にあるという事がわかる。図5において赤色で囲った部分の測定結果は、輝度分布の測定精度が低い事が主な原因だと考えられる。図6において黄色で囲った部分の測定結果は、幾何学的角度の測定精度が低い事が主な原因だと考えられる。これらの領域の問題点を解決する事により、より精度の高いシステムの開発に繋がるものと考えられる。

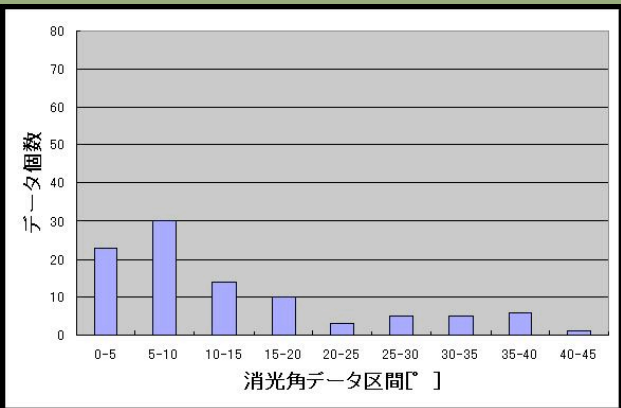


図3 目視による測定結果ヒストグラム

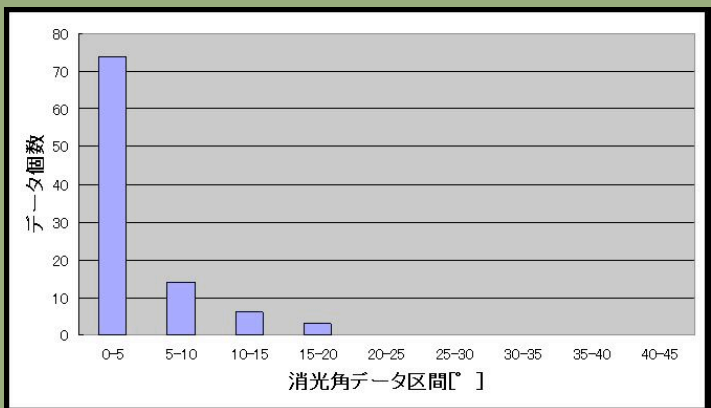


図4 開発システムによる測定結果ヒストグラム

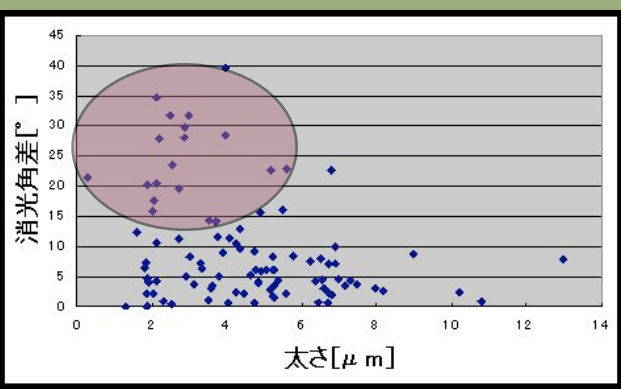


図5 太さによるシステムの測定精度変化

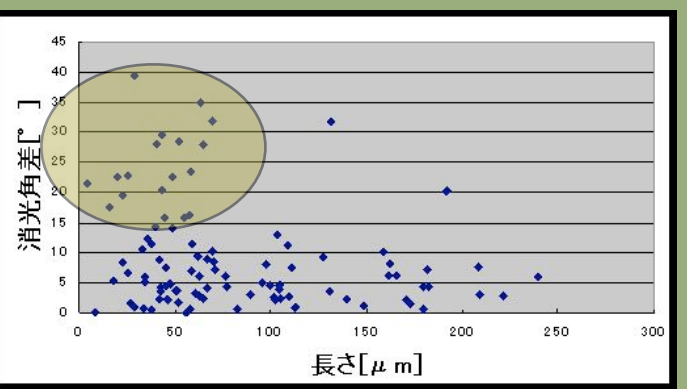


図6 長さによるシステムの測定精度変化

幾何学的形状による精度変化の傾向

- ・長い・・・幾何学的角度の測定精度が高い
- ・太い・・・幾何学的角度の測定精度が低い
輝度分布の測定精度が高い

まとめ

測定結果から、アモサイト繊維が太い程、長い程、精度が増す事がわかった。これはアモサイトが太くなるにつれて、複屈折を起こす光量が増える為、輝度の変化幅の大きい輝度分布図が得られるからと考えられる。また、繊維が長ければ、幾何学的角度を測定する際に参照する繊維の両端点の距離が長くなる為、測定誤差が減るのだと考えられる。以下に今後の改良点を挙げる。

- ・正確な輝度の取得・・・高感度CCDカメラを使う
- ・正確な幾何学的角度 θ の取得・・・
 - ・適切な画像の前処理
 - ・角度算出方法の改良（近似式の利用等）

謝辞

本研究の一部は文部科学省平成22年度科学研究費補助金（基盤研究(C) 22560585研究代表者：井上義雄）によった。