

浮遊石綿の消光角の自動計測

Automatic Measurement for Extinction Angle of Airborne Asbestos Fibers

(大阪大学) ○井上義雄*, 佐藤星河*, 近藤明*

Abstract

Asbestos have specific extinction angles that can be measured by polarization microscope. Presently, asbestos is measured only manually but we built an automated measurement system to measure the extinction angle of asbestos. Extinction angle of asbestos from our automated system was differing from the manual measurement by approximately 6.2 degrees. So this automated measurement system for asbestos proves to be useful as a more efficient replacement to the manual measurement technique.

1 はじめに

日本においては、2006年に石綿の製造・使用が原則として禁止されたが、石綿を含む建物の解体・除去現場においては漏出する可能性があり、モニタリングが必要である。¹⁾

本研究では、偏光顕微鏡を用いて石綿の光学的特徴の一つである消光角を計測するシステムを開発した。消光角は石綿に対し特徴的な値を示すため、消光角を測定するシステムは石綿のモニタリングにおいて非常に有効であると考えられる。開発した石綿の消光角測定システムを用い、角閃石系石綿（アモサイト）の消光角特性の調査を行うと同時に、目視による消光角測定を行い、システムの性能評価を行った。

2 消光角

偏光顕微鏡で光学的異方体を観察することにより得られる特徴の一つ。クロスニコル下で回転させたとき、光学的異方体の輝度が低くなる（消光状態）特定の角度 θ' と光学的異方体の結晶軸（ここでは長軸）のなす角度 θ の差。ここで、クロスニコルとは2枚の偏光板の光学的スリットが直交している状態をいう。

3 消光角の測定

3.1 測定システムの流れ

消光角測定システムでは、偏光顕微鏡を用いて、CCDカメラによりオープンニコル状態とクロスニコル状態の画像（原画像）を撮影する。前者状態で取得した画像から、二値化、細線化等の前処理を行った後に石綿の位置、角度情報、輝度測定位置を求め、後者状態で取得した画像から、偏光板を 1° ずつ 90° まで回転させた時の石綿輝度分布を求める。

Table 1 Experimental device

Phase-contrast, Polarization Microscope (NIKON)	ECLIPSE 80i
CCD Camera (SONY)	XCD-SX910
Personal Computer (NEC)	Endeavor NT9500Pro
Software	Afacs Cap 1.3 Asbestos Ver.1

3.2 測定機器

本システムで用いた機器およびソフトウェアを Table 1 に示す。

3.3 画像の前処理²⁾

目的の特徴を求めるために、原画像に二値化および細線化を前処理として施した。二値化のしきい値決定には正規分布法を、細線化には Hildith 法を採用した。また、細線化の前に対象物の円形度を計測し、計数の対象にならない微小物体や非繊維状物体を予め除去した。細線が分岐点・交差点を有し、かつ分岐点・交差点から端点までの画素数が 20 個以下の場合、その部分をひげと見なし除去した。

3.4 輝度測定位置、石綿角度

画像内の細線化された繊維状物体の細線構成点を連結数（8 連結）³⁾から求め、細線構成点の midpoint

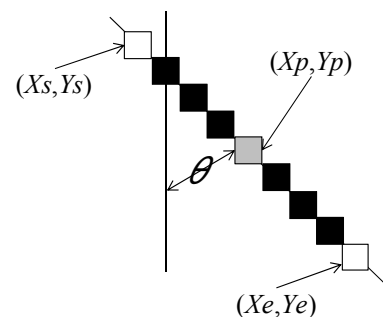


Fig.1 Asbestos angle θ and brightness measuring pixel.

*) Yoshio INOUE, Seiga SATO and Akira KONDO, Osaka University, 2-1, Yamada-oka, Suita, Osaka 565-0871

(Xp, Yp) を輝度測定点とした。また、視野の垂直方向に対する対象物の角度 θ は、角閃石系石綿は針状を成しているのので、細線の両端点座標 (Xs, Ys) , (Xe, Ye) から求めた。(Fig.1)

3.5 消光時の角度

消光角は偏光板を 90° 回転させる毎に繰り返して現れるので、偏光板をクロスニコル状態のまま 90° まで 1° ずつ回転させて撮影を行った。90枚の撮影画像に対し、輝度測定点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した。(Fig.2) 消光時の偏光板回転角度 θ' は、輝度値の最小点から ± 19 個のデータ点を取り、最小二乗法により二次式近似を行ない、近似式の最小点を示す角度とした。

3.6 測定方法

測定には、対象試料としてアモサイト標準試料 JAWE231 (計 92 個) を用い、消光角の目視測定と消光角測定システムによる測定を行った。

4 結果および考察

目視による消光角の測定結果を Fig.3 に、本研究での測定システムによる測定結果を Fig.4 に示す。目視による消光角測定結果は平均約 3.7° 、目視と測定システムとの消光角測定結果の差の平均は約 6.2° であった。繊維が太い程、長い程、精度が増す事がわかった (Fig.5)。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、輝度の変化幅の大きい輝度分布図が得られるからだと考えられる。また、繊維が長くなる程、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ため、測定誤差が減るとい事が考えられる。

5 おわりに

本研究ではアモサイトの消光角特性の調査と消光角測定システムの開発を行い、人間の判断に近い精度で見分けられる事がわかった。しかし細い石綿や短い石綿に対する精度的課題があるが、高感度カメラの導入や、角度算出方法の変更で対応が可能と考えられる。今後は複雑な形状の石綿の消光角を測定できる様に改良する予定である。

謝辞

本研究は科研費補助金基盤研究(C) (課題番号: 22560585, 研究代表者: 井上義雄) の助成によった。

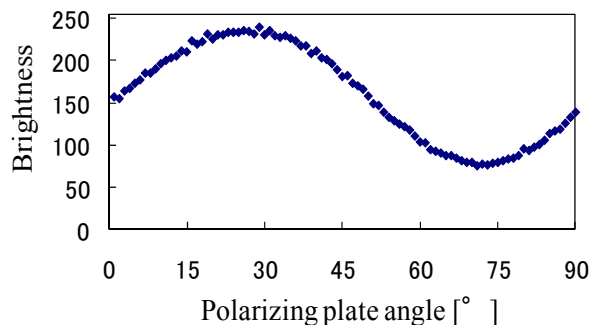


Fig.2 Distribution diagram of brightness (amosite).

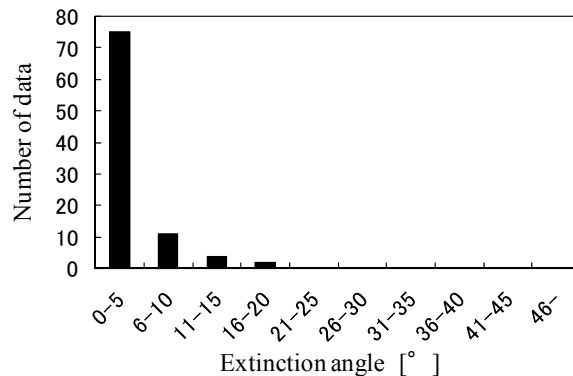


Fig.3 Measurement result histogram of extinction angle by visual observation.

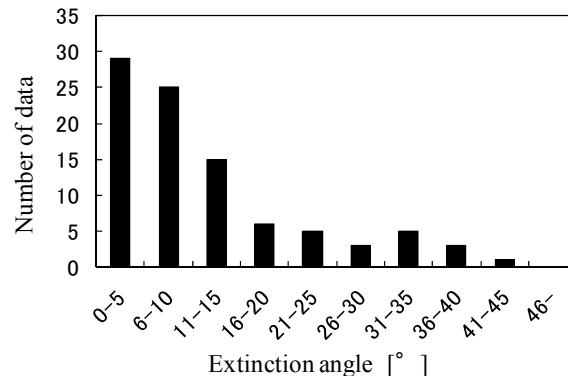


Fig.4 Measurement result histogram of extinction angle by automated system.

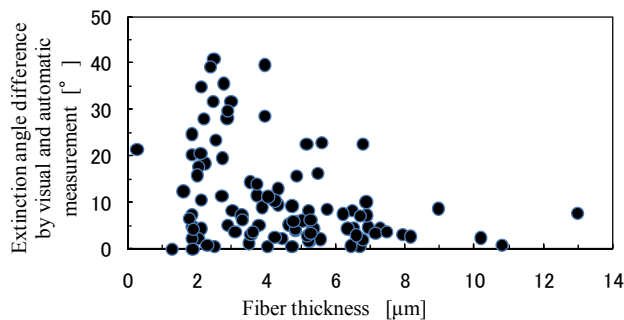


Fig.5 Relation between extinction angle and fiber thickness.

参考文献

- 1) 森永謙二: アスベスト汚染と健康被害, pp. 13-26, 2005
- 2) 井上義雄他: 平成 18 年度環境技術開発費(アスベスト飛散抑制対策に資する技術開発)報告書, pp54-63, 2008
- 3) 森俊二: 文字・図形認識技術の基礎, pp. 18-19, 1984