

アスベスト定性分析支援の為の粒子検出画像処理 形状特徴を利用した気泡計数法

○石津 健一¹, 竹村 裕^{1,2}, 川端 邦明², 浅間 一^{2,3}, 三島 健稔^{2,3,4}, 溝口 博^{1,2}

Image processing of Particle Detection for Asbestos Qualitative Analysis Support Method Air Bubble Classification Method by Using Shape Features

○Kenichi ISHIZU¹, Hiroshi TAKEMURA^{1,2}, Kuniaki KAWABATA²,
Hajime ASAMA^{2,3}, Taketoshi MISHIMA^{2,3,4}, Hiroshi MIZOGUCHI^{1,2}

1 Tokyo University of Science, 2 RIKEN, 3 The University of Tokyo, 4 Saitama University

Abstract: This paper introduces automatic asbestos, particles, bubble counting method for asbestos qualitative analysis support method.

Inspectors are performing asbestos counting method visually, now. We develop automatic asbestos counting system using features of asbestos and particles and bubble. We show the validity of this method by performing counting experiment.

1. 緒言

近年アスベスト被害が大きな社会問題となっており、今後 40 年間の悪性中皮腫による死者数は 10 万人に上るといわれている[1]。これらの被害は主に建材中に含まれるアスベストが原因とされている。そのため、現在ではアスベスト含有の可能性が疑われる建築物の解体作業時には、アスベスト含有分析を行うことが公定法により定められている。この含有分析の処理手順については JIS 規格によって厳密に定められている。

アスベスト含有分析の作業過程は、定量分析と定性分析との 2 つに分けられる。定量分析は既に自動化されているため、高速な処理が可能である。一方、定性分析はいまだに自動化がなされていない。定性分析の処理過程の 1 つに、「分散染色法」と呼ばれる作業がある(JIS A1481)。これは、位相差顕微鏡を用いてアスベスト結晶を含む視野中の全粒子を 1 試料あたり 3000 個計数し、さらにその中に含まれているアスベスト結晶を計数するものである。この計数作業は、現在、検査員の目視で行われているため、一人当たり 1 日 10 資料ほどしか検査できないなど、時間的、肉体的、精神的に検査員の大きな負担となっている。今後、アスベストを使用した多くの建築物が耐久年数を迎えるため、検査の需要がさらに高まることが予想される。そのため、アスベスト分析の効率化及び自動化が強く求められている。

本研究の最終的な目的は、上記の定性分析を自動化する為の粒子自動計数器の開発である。目視による計数作業を画像処理により自動的に行う手法を提案し、アスベスト分析作業の大幅な効率化に貢献することを旨とする。本稿では、その一端として抽出した粒子画像をアスベスト画像、粒子画像、気泡画像に分類する手法を提案する。

2. 関連研究

アスベスト分析の自動化に関する研究は過去にも多く行われてきた[2][3]。しかしそれらは、空気中のアスベスト結晶を計数する手法である。空気中のアスベスト結晶の計数では、フィルターを通過した粒子のみ採取されるため、アスベスト結晶と同等やそれ以上の大きさの粒子が混在することは少ない。一方、建材中のアスベスト結晶法ではその特性上、様々な粒子が混在する。そのため、本研究では一般の粒子とアスベスト結晶を分類する技術が必要である。「分散染色法」の自動化においては川端らが自動で撮像画像を取得する装置を開発している[4]。これにより、撮像過程の自動化は実現したため、粒子及びアスベスト結晶の自動計数手法の必要性が高まっている。

3. 粒子抽出

一般的に粒子検出の前処理には背景差分やエッジ抽出が用いられる。しかし、本研究の対象である分散染色法においては、顕微鏡撮像画像の背景の明るさや色が撮像条件によって大きく変化してしまい背景画像が一定ではない。3000 個の粒子を計数する為には 50 枚以上の撮像画像を処理しなければならないため、その数だけ背景画像を用意しなければならない。また、アスベスト結晶や粒子の中には非常に背景色に近いものが存在し、エッジを抽出出来ない場合が多い。本稿では前処理として、1 枚の撮像画像から自動的に背景領域を分類し、その後粒子抽出する手法を用いた(図 2)。

本研究では、抽出した粒子をアスベストとそれ以外の粒子に分類し、それぞれの計数を行う。検査員は一般に「分散染色法」を用いることでアスベスト結晶の色を変化させ計数している。本研究でも検査員と同様に分散染色法を用いることで、アスベスト結晶と粒子の分類を実現する(図 3)[5]。

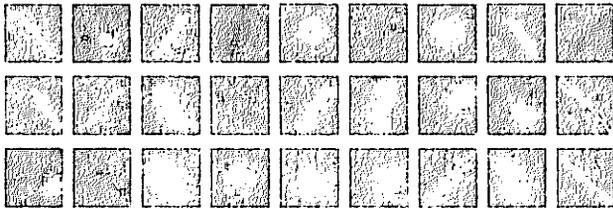


Fig.2 Example of extracted particles

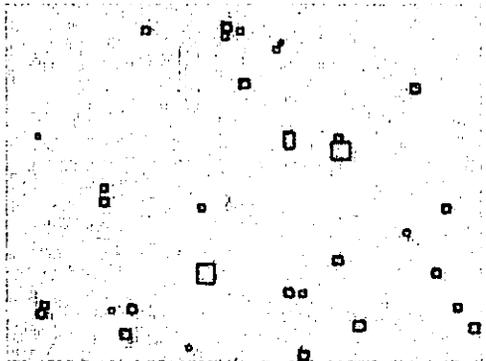


Fig.3 Result image of asbestos detection

4. 気泡分類手法

粒子抽出手法により抽出した粒子画像には気泡画像が含まれている(図4). 検査員は粒子計数作業において、気泡を認識し除いて計数している。したがって、粒子計数の高精度化のためには、一般の粒子画像及びアスベスト画像と気泡画像の分類が不可欠である。本稿では、抽出粒子画像から自動的に気泡を分類する手法を提案する。

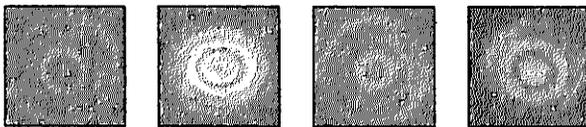


Fig.4 Example of bubble images

5. 形状特徴を利用した気泡分類

本稿では、気泡の形状特徴を利用した気泡分類手法を提案する。一般に気泡は色、形状、大きさが一定ではないため、マッチング等の特定の形状と比較する手法では、分類が困難である。本稿では検査員が気泡を判断する要因の一つである、同心円形状に着目して分類を行う。同心円形状特徴を抽出するために、本稿ではエッジ強調のために縦と横のソーベルフィルタをかけ、膨張、収縮により雑音を除去した2値の特徴画像を作成する(図5)。さらに作成した特徴画像を分類するために、高次局所自己相関特徴(HLAC)を使用する。高次局所自己相関特徴とは画像の認識及び計測に有効な基本的な画像特徴である。特徴が対象の位置に不変である位置不変性、全体の特徴がこの対象の特徴の和

となる加法性、対象のモデルを仮定する必要がないというモデルフリーという特徴を持っている[6]。本稿では、高次局所自己相関特徴に線形判別分析を適用することで分類を行う。



Fig.5 Bubble images after edge extraction

6. 分類実験

本稿では気泡分類手法の実用性を検証するために分類実験を行なう。実験では実際に顕微鏡画像から抽出した気泡画像35枚、粒子画像273枚を使用した。その結果、気泡の正解が29枚(82.9%)、粒子の正解が219枚(80.2%)である(表1)。

Table 1 気泡・粒子の分類結果

気泡 35枚	
気泡の正解	29 (82.9%)
粒子 273枚	
粒子の正解	219 (80.2%)

7. 結言

本稿では気泡の形状特徴を利用することで、抽出した粒子画像から気泡画像を分類する手法を提案する。この手法をアスベスト分類手法と使用することで、アスベスト計数及び粒子計数の高精度化を実現する。

謝辞

本研究は、環境省廃棄物処理等科学研究費補助金(研究番号: K2061)により実施されたものである。

参考文献

- [1] 村山武彦, "アスベスト汚染による将来リスクの定量的予測に関する一考察", 環境と公害, 32 巻 2 号, 31-38, 2002
- [2] L. C. Kenny, "Asbestos fibre counting by image analysis - the performance of Manchester asbestos program on Magiscan", Ann Occup Hyg, 28(4), 401-415, 1984
- [3] 井上靖雄, 山本尚理, 柳沢幸雄, "画像処理によるアスベスト繊維の自動計数手法の開発—エッジを用いた対象物認識手法—", 環境情報科学論文集 21, 467-470, 2007
- [4] 川端ら, "アスベスト定性分析のための顕微鏡自動観察装置の開発", ロボティクス・メカトロニクス講演会'08 講演論文集(CD-ROM), 2P1-A24, 2008
- [5] Kenichi Ishizu, Hiroshi Takemura, Kuniaki Kawabata, Hajime Asama, Taketoshi Mishima, Hiroshi Mizoguchi, "Image Processing of Particle Detection for Asbestos Qualitative Analysis Support Method", SICE, 3202-3207, 2008
- [6] 大津展之, 栗田多喜夫, 関田麻, バターン認識—理論と応用—, 朝倉書店, 1996