

201326009A

別添 1

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

がれきの処理作業など短期間作業にも対応可能なアスベスト
の簡易測定方法の開発のための調査研究

平成25年度総括研究報告書

研究代表者 鈴木 治彦

平成 26 (2014) 年 5 月

目 次

I. 総括研究報告書

がれきの処理作業など短期間作業にも対応可能なアスベストの簡易測定方法の開発のための調査研究	-----	1
A. 研究目的	-----	2
B. 研究内容又は研究項目	-----	3
C. まとめ	-----	53
D. 健康危険情報	-----	54
E. 研究発表	-----	54
F. 知的財産権の出願・登録状況	-----	54

別添 3

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

総括研究報告書

がれきの処理作業など短期間作業にも対応可能なアスベストの簡易測定方法の開発
のための調査研究

研究代表者 鈴木 治彦 公益社団法人 日本作業環境測定協会 精度管理センター
精度管理センター所長代理

研究要旨：解体现場等や被災地におけるがれき処理作業に伴い二次的に飛散したアスベスト繊維を吸引する危険性があり、がれき処理労働者の健康影響を考慮すれば、作業時のアスベスト濃度を正確に把握する必要がある。作業時の石綿濃度測定用機器としてリアルタイムファイバーモニター(以下「リアルタイムモニター」という)があるが、がれき処理で飛散する可能性がある繊維状粒子の種類は、当該現場で使用されていたアスベストとアスベスト以外の繊維状粒子として「①有機質繊維（植物繊維や保護衣を着たり脱いだりした時の作業服等の衣服から飛散する繊維）と「②無機質繊維（人造鉱物繊維：ロックウール等）」が考えられ、リアルタイムモニターの計測値は正確なアスベスト繊維数濃度を反映しているとは言いがたい。そこでリアルタイムモニターの検出器に取り込まれる前に①及び②の繊維状粒子を除去する前処理を行い、これらを除去した状態でリアルタイムモニター内に取込むことが可能になれば、リアルタイムモニターの計測値はアスベスト繊維の値とほぼ同じになる。

そこで、リアルタイムモニターで計測値が「アスベスト繊維」にほぼ等しくなるために、アスベスト繊維以外の「①有機質繊維」と「②無機質繊維」を除去する手法の検討を行った。

平成 24 年度に「①有機質繊維」を除去する方法の検討を行い、最適条件を検討することができたため、平成 25 年度は、「②無機質繊維」の除去装置の設計・開発を中心に実験・検討を行った。

小西 淑人：(株)エフアンドエー
テクノロジー研究所
代表取締役社長

山崎 淳司：早稲田大学 創造理工学部
環境資源工学科
資源科学分野 教授

藪田 十司：北里大学 医療衛生学部
衛生管理学教室 専任講師

寺田 和申：公益社団法人
日本作業環境測定協会
精度管理センター 技術主任

A. 研究目的

平成 17 年 2 月に制定された石綿障害予防規則に基づき現在、アスベスト含有建材や工作物等の事前調査や解体・改修等作業が実施されている。

解体・改修等作業実施にあたっては、「建築物の解体等工事における石綿粉じんのばく露防止マニュアル」(建設業労働災害防止協会)や「公共建築物改修工事標準仕様書(建築工事編)」「建築改修工事監理指針」(国土交通省大臣官房官庁営繕部)、「建築物の解体等に係る飛散防止対策マニュアル 2011」(環境省水・大気環境局大気環境課)、平成 24 年 5 月 9 日付け基発 0509 第 10 号で「建築物等の解体等の作業での労働者の石綿ばく露防止に関する技術指針の制定について」(厚生労働省)が示されている。また、分析技術の進歩によりアスベストを特定して計数する分散染色法等も確立されているものの、基本的な考え方は、ろ過捕集方法で現場の試料空気を捕集し、位相差顕微鏡等によって総繊維数を計数し、総繊維数濃度を求めることとなっている。しかしながら、これらの測定法では、捕集から分析結果がでるまでに数日程度の時間を要することとなる。

平成 23 年 3 月に東日本大震災が起き、広範囲にわたる地域で甚大な被害が発生し、多くの建築物が損壊するとともに莫大な量の災害廃棄物が発生したところである。これらの廃棄物中にはアスベストの含有が疑われる建材等も含まれている可能性があることから、がれき処理現場や集積場付近におけるアスベストの飛散状況を把握することは周辺住民への不安解消や、そこで作業する作業者のアスベストばく露を防止する

観点においても重要である。

そこで厚生労働省と環境省は「東日本大震災アスベスト対策合同会議」を設置した。この委員会の中では、被災のあった県から要請のあった測定地点について定期的に総繊維数濃度等の測定を行い、アスベストの飛散状況を把握しているところである。これらの調査を実施していく中で、アスベストの飛散が認められた現場がいくつか報告されている。

報告のあった現場の地点分類は主にがれき集積場よりも、その殆どはアスベスト含有建材が使用されている建築物等の解体・改修等の作業現場でのアスベストの漏洩・飛散である。

解体・改修等作業実施中のアスベストの飛散状況に関する現行の調査方法では、前述の通り現場でのサンプリングから分析結果を入手するまでに数日程度時間がかかるため、現状、解体工事中の設備の不備やアスベストの飛散状況の把握や対策を講じることが困難となっており、法令を遵守した適切な工事を実施するためにはリアルタイムでの測定結果の把握が求められている。

「東日本大震災アスベスト対策合同会議」においても厚生労働省・環境省ともにいくつかの解体現場においてリアルタイムモニターを設置し、アスベストの飛散が認められるか否かの判断材料として活用されている。

また、建築物解体作業時における施工業者の自主管理方法の一つとしても現在データを収集し、現場での検証を実施しているところである。

リアルタイムモニターは、セキュリティゾーン前の出入り口付近と集じん・排気

装置の排気口の出口付近に設置し、試料空気環境を計測、管理することが望ましいとされている。

また、被災地におけるがれき処理作業では、がれきにアスベストが含まれている可能性があり、がれき処理作業者のばく露状況を判断する測定器として重要であると考える。

しかし、現状のリアルタイムモニターを東日本大震災の被災地におけるがれき処理作業場で使用した場合、アスベスト繊維の他に、有機質繊維である「木片」や「衣類・布団等の寝具の繊維」等の「動植物由来の繊維」や「人造繊維」、ロックウールに代表される無機質繊維としての「人造鉱物繊維」、が混在することが考えられる。

リアルタイムモニターはこれら全てを繊維状粒子として計測してしまうことが予想される。このため、リアルタイムモニターに表示される数値をそのまま取り扱えば過大評価となってしまうことから、費用等の面からもアスベストのみをリアルタイムで測定できる計測器が求められている。しかしながら、市販されている計測器ではアスベストのみをリアルタイムで計測できるものはない。

そこで、「有機質繊維」並びに「無機質繊維」を除去する方法を開発することにより、計測された繊維状粒子が、アスベストのみの数値となることが可能となる。

本研究では、アスベストのみを計測するためのリアルタイムモニターの前処理方法等を検討することを目的に実施することにする。

B. 研究内容又は研究項目

I. 平成 24 年の無機質繊維の除去装置の問題点

平成 24 年度に「無機質繊維」を除去する考え方として、JIS A 1481 の「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」の分析方法の中にマトリックスを除去する処理として、20%のギ酸で処理する方法が示されている。この前処理方法を応用して、移動空気相の条件下でギ酸を霧化させた空気相を通すことにより、「無機質繊維」を溶解する方法について検討を行った。

ギ酸を霧化する方法としては写真 1、写真 2 に示した市販の超音波式ネブライザ（NE-U17：オムロン社製）を使用した。通常市販されている超音波ネブライザーは、作用槽に水を入れ、超音波振動エネルギーを作用槽底部の振動子からその水に伝え、ギ酸槽内のギ酸溶液に伝え、ギ酸槽内のギ酸溶液は、超音波の振動作用で霧状に霧化する。霧状になったギ酸を三口丸底フラスコ内に導き、三口丸底フラスコの左右の口から（写真 2 は左側から右側に空気が流れる）一定量の流量を通気させることで、ギ酸ミストでロックウールを溶解させることにした。



写真 1 超音波式ネブライザの外観

写真 2 に示したとおり、三口丸底フラスコを写真 3 に示したようにマントルヒーターで加熱することで、三口丸底フラスコの内壁にギ酸が結露をすることを防止し、結露面に繊維が付着しないようにした。

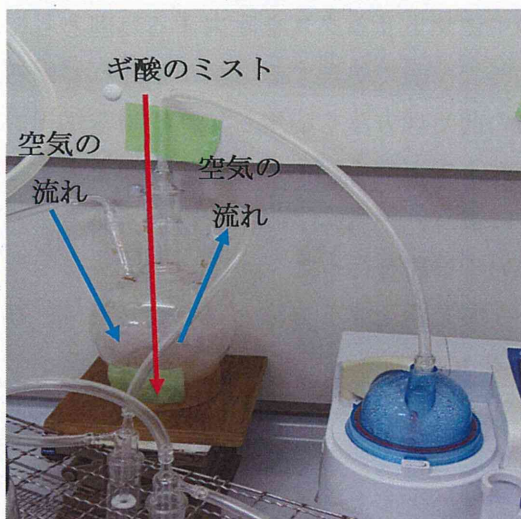


写真 2 ギ酸による処理の考え方

また、三口丸底フラスコを通過した空気の湿気を取り除くために、写真 4 で示したように市販の有機物除去装置等の電気炉を通過させた後に、白色メンブランフィルターφ25mm（ミリポア社製）をろ過材としたろ過捕集装置に接続した。

一連の装置の概要を写真 5 に示した。



写真 3 加熱した除去処理装置の概要

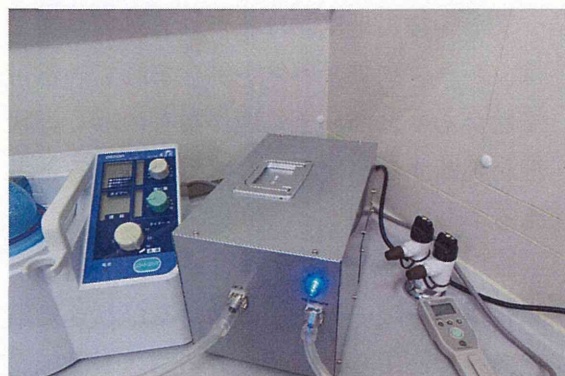


写真 4 加熱装置の概要



写真 5

ロックウールの除去処理方法の概要

写真 6 に示すようにギ酸を霧化させ、そこを通過したロックウール繊維（赤丸内）は、ギ酸により溶解している繊維が確認でき、当該繊維の変化を確認することができたことから、ギ酸を霧化することによって無機質繊維であるロックウールを溶解することが可能であることが分かった。

しかし定量化するにあたり、現状のサンプリングトレインでは問題があることがわかった。



写真6 ギ酸処理後のロックウール

写真7に示すように三口丸底フラスコの入口側（左側）からアスベストやロックウールを含む移動空気相を2L/minの流量で取り込み、出口側（右側）から2L/minの流量で排出しなければならない。

実際は出口側の先端にリアルタイムモニターを配置することとなる。

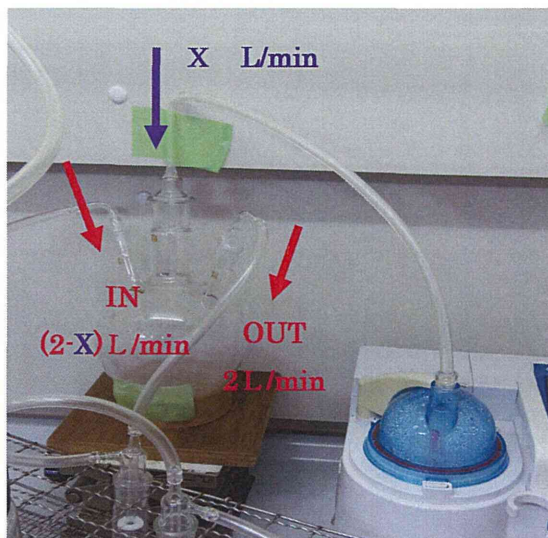


写真7 三口丸底フラスコの空気の流れ

ポンプで2L/minの流量を吸引するが、三リアルタイムモニターは内蔵されている三口丸底フラスコ内では超音波ネブライザーからも一定の流量で霧化したギ酸を三口丸底フラスコに導くための流量(XL/min)が必要になる。

このため入口側（被検試料空気量）のサンプリング流量は(2-X)L/minとなり、2L/minを確保することができない。

リアルタイムモニターへの接続を考えると表示値はサンプリング流量が2L/minとしての値であり、真値を求めるためには導入側の流量を求め、表示値を排出側の流量で補正して総繊維数濃度を求めなければならない。

さらに超音波ネブライザーから発生したギ酸ミストをチューブ配管によって三口丸底フラスコに導く方法では、フラスコ内にギ酸ミストが到達する前にチューブの中でミストが水滴となり管壁に付着し、常に一定量のギ酸ミストを三口丸底フラスコ供給できないことがわかった。

以上のことから、平成25年度はまず、ギ酸処理装置を設計・開発から検討することとした。

なお、実験施設では、発じんさせる繊維状粒子として無機質繊維であるロックウールの他にアスベストを使用することから、神奈川県内の石綿等輸入及び使用の許可施設（神奈川県労働局長許可、石綿障害予防規則の第47条関係）を使用して実験を行った。

II. 無機質繊維除去処理装置の設計・

開発 (1)

無機質繊維除去処理装置を設計するにあたり、ギ酸ミストを発生させる部分と繊維が含まれる移動空気相が装置に取り込まれ、霧化したギ酸と繊維が接触することで、無機質繊維は溶解または繊維形態が消失され、アスベストはそのまま繊維形態を変えずにそのまま通過するようなミスト混合部が全て一体化した装置を設計・開発する必要がある。

そこで、これらが一体化した「無機質繊維除去処理装置」を図 1 に示すとおり設計し、製作した。図 1 に装置の概要を示した。

この装置の特徴として大きく

- ①ギ酸ミスト混合部分
- ②移動空気相の導入部分
- ③ギ酸ミスト発生部分

の 3 つに分けられる。

①ギ酸ミスト混合部分、②移動空気相の導入部分の形状は 2 種類を設計した。

「①ギ酸ミスト混合部分」は図 1 に示すとおり、繊維を含む空気移動相の排気口を上側方に設計したMANo.1 型（以下「MANo.1」という）と筒状の真上に排気口を設計したMANo.2 型（以下「MANo.2」という）の 2 種類を製作した。

MANo.1 とMANo.2 の材質はガラス製で耐酸性・化学的特性に優れている「ほうけい酸ガラス」を使用した。

また、「②移動空気相の導入部分」も図 1 に示すとおり、移動空気相の導入部分を 2 か所とした I LNo.1 型（以下「I LNo.1」という）と移動空気相の導入部分を 1 か所とした I LNo.2 型（以下「I LNo.2」という）

の 2 種類を製作した。

移動空気相の導入部のノズルの材質は「ポリテトラフルオロエチレン製」である。

ギ酸ミスト混合部との連結部分の材質は高温時の耐熱水性・耐アルカリ性・耐油性に優れているアセタール樹脂を使用した。

ギ酸ミスト発生部分の容器も「ほうけい酸ガラス製」である。

さらに超音波発振子の部分は、1.7HZ の発振子を使用し、ギ酸による発生装置の腐食等の影響を考慮して耐酸処理加工を行った。

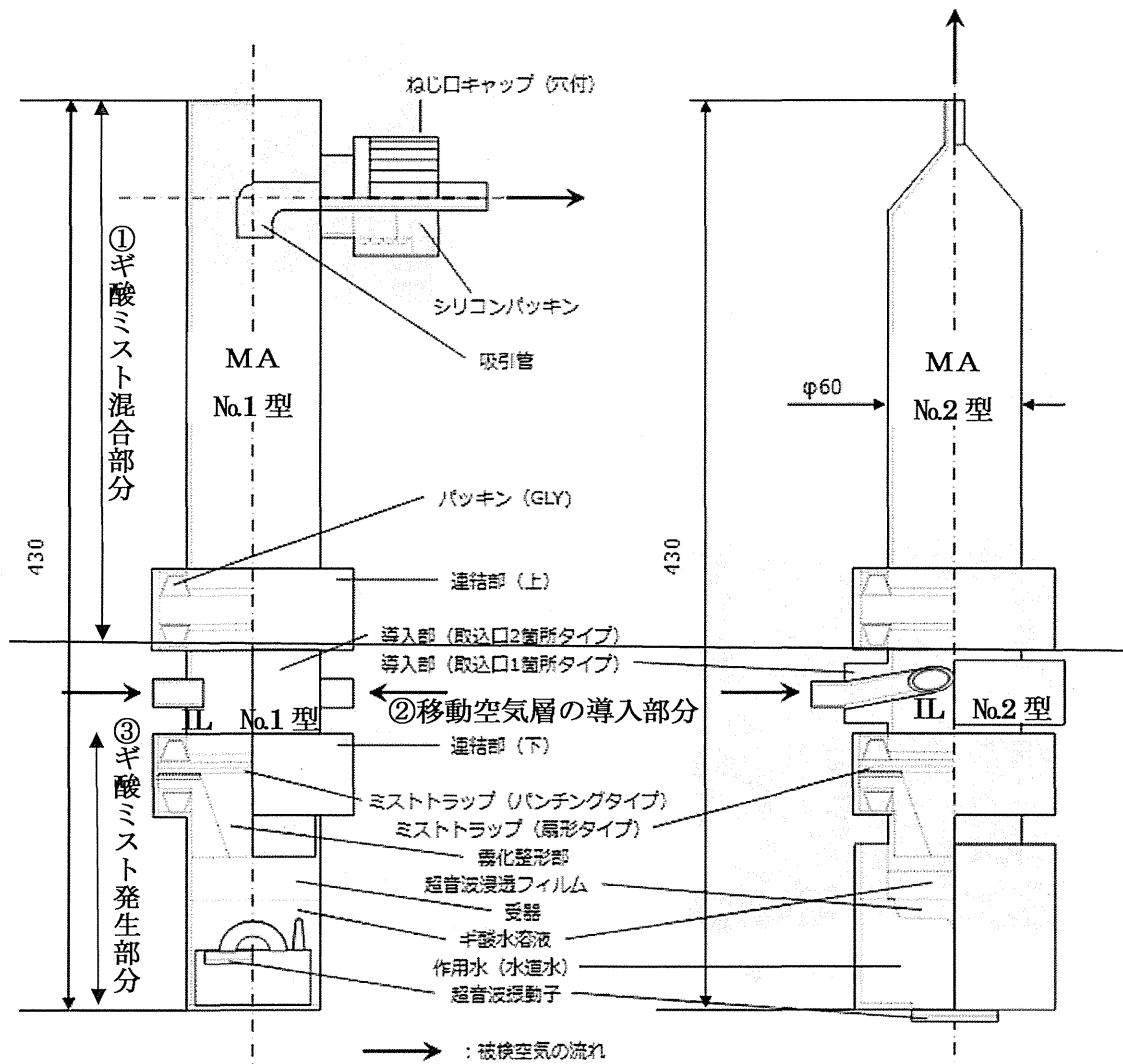


図1 無機質繊維除去処理装置の概要

写真 8 にMANo.1 の外観を示した。MANo.1 は、図 2 に示す作業環境測定で粉じんを測定した時の遊離けい酸含有率を求める場合に現場で採取した粉じんを分析室に持ち帰り、再発じん装置を使用して、粉じんを飛散させ、多段平行板型分粒装置を使用して吸入性粉じんをサンプリングする装置をイメージして設計・作製した。

また、写真 9 にMANo.2 の外観を示した。MANo.2 も図 3 に示す慣性衝突式の分粒装置を使用して吸入性粉じんをサンプリングする時に使用する再発じん装置をイメージして設計・製作した。



写真 9 MANo.2 の外観



写真 8 MANo.1 の外観

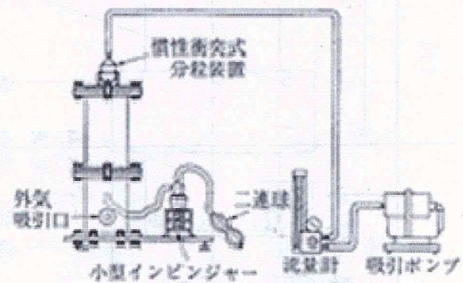


図 3 再発じん装置の概要
(慣性衝突式分粒装置を使用した例)

(出所：作業環境測定ガイドブック 1 鉱物性粉じん・石綿関係)

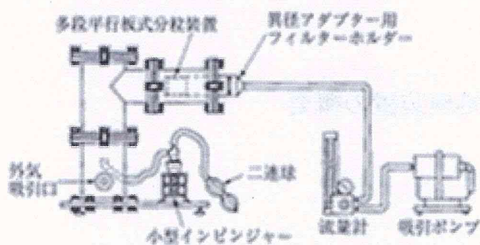


図 2 再発じん装置の概要 (多段型平行板型分粒装置を使用した例)

(出所：作業環境測定ガイドブック 1 鉱物性粉じん・石綿関係)

「②移動空気相導入部分」も図1に示すとおり I LNo.1 と I LNo.2 の2種類を製作した。

リアルタイムモニターの吸引流量は2 L/min であり、この流量を変更することなく、ギ酸ミストにどのように送り込むかを検討し製作した。

ギ酸ミスト混合部分の高さは24cm であり、いかに効率よく無機質繊維がギ酸ミストと接触・混合できるかを考えた。

基本的にギ酸ミストと接触する時間が長いほど無機質繊維数がギ酸によって溶解・変質等を起こす割合は高くなることから、移動空気相の導入部分を工夫することにより、ギ酸混合部分でうず流（渦巻き状の流れ）状の空気の流れを下方から上方へ作ること、無機質繊維の混合部分への滞留時間を長くすることにより、ギ酸との接触時間を確保することを考えた。

うず流を発生させるための移動空気相の導入部分は写真10 および写真11 に示す通り、I LNo.1 の場合は2 L/min の移動空気相を移動空気相の導入部分の手前でY字のコネクターで1 L/min ずつ分岐させ、移動空気相の導入部へ導入し、図4 に示すように両端からの移動空気相を内部で衝突させて、うず流を発生させる方法を考えた。



写真10 移動空気相導入部分
(I LNo.1) の概要



写真11 移動空気相導入部分
(I LNo.1) の概要

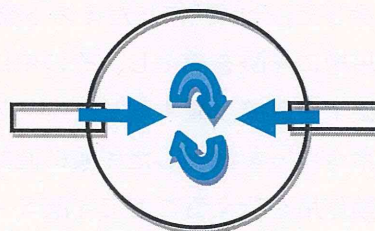


図4 移動空気相の導入部分 A型のイメージ (平面図)

一方、写真12に示す移動空気相の導入部分の I L No.2 は、導入部分の取込み口は1か所とし、2 L/min の流量で導入する。図5に示すとおり導入部分の先端は円柱型の筒の壁に空気が接触するように設計することで、うず流を発生させることを考えた。



写真12 移動空気相導入部分 (I L No.2) の概要

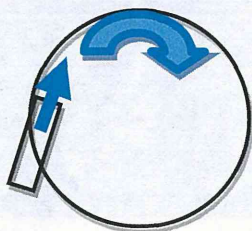


図5 移動空気相の導入部分 B型のイメージ (平面図)

「③ミストの発生部分」を写真13と図6に示した。今回試作したミスト発生部分は、作用槽にギ酸を満たし、その中に1.7MHの発振子を直接設置することで、超音波振動エネルギーを満たしたギ酸に直接超音波の振動作用を伝えることでギ酸ミストを発生させることとした。

超音波ネブライザーで発生させた場合、熱を発生することから、この熱による上昇

気流に助けられ繊維は滞留することなく上方へ向かう。

上方に向かった気流は写真8および写真9に示したとおりMANo.1は上部側方へ、MANo.2は上側に流れるように設計した。

いずれも移動空気相とギ酸ミストがこの中で混ざりながら上昇し、容器の外へ流れる仕組みを構築した。

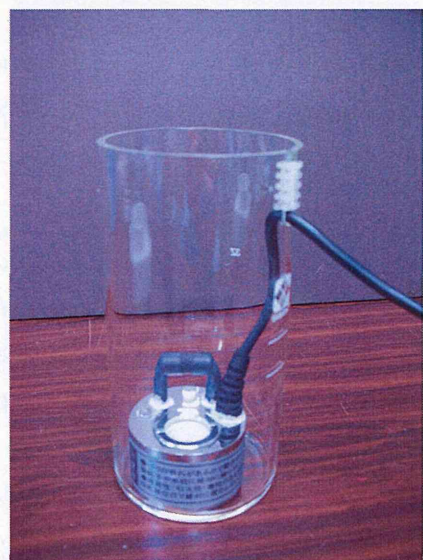


写真13 ミストの発生部分の概要

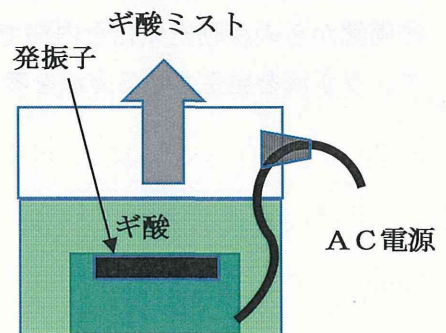


図6 ミストの発生部分の概要 (模式図)

III. 無機質繊維除去処理装置の設計

・開発 (2)

II の図 1 に示す無機質繊維除去処理装置を製作した後、実際に繊維状物質（ロックウール）を使用して、「①ギ酸ミスト混合部分」、「②移動空気相の導入部分」、「③ギ酸ミスト発生部分」における性能比較を行い、最適な組み合わせを検討することとした。

実験装置の概要は、写真 14 および写真 15 に示す通り、「1：繊維状粒子発生用ガラス流動層」（以下「発生装置」という）の中にガラスビーズを入れ、そこに実験に使用する繊維状粒子を加え、内管を通して二連球で空気を吹き上げて繊維状粒子を発生させる。

次に「2：希釈用ガラス流動層（以下「希釈装置」という）で空気貯め場所を作ることにより、繊維状粒子の濃度調整を行う。

その後、「3：サンプリング用容器」（以下「サンプリングポート」という）に繊維状粒子を含む空気が送りこまれ、この部分で写真 15 に示す通り、チューブ配管により二又に分岐して、各装置に接続することとした。繊維状粒子の発生する濃度の違いは、二連球で空気を送り込む量の違いで調整した。

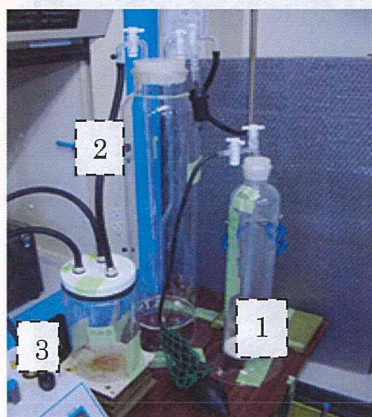


写真 14 実験装置の概要 (その 1)

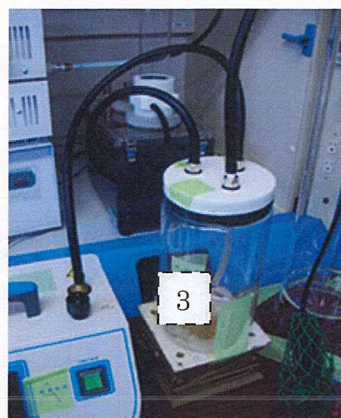


写真 15 実験装置の概要 (その 2)

1. 「①ギ酸ミスト混合部分」の検討

①. 方法

ギ酸ミスト混合部分はMANo.1 とMANo.2 を製作したため、両者を比較して捕集効率の良い形状を選定するための検討を行った。

図 7 にサンプリング系統図を示した。また、写真 16 に示すリアルタイムモニター（F-1：柴田科学(株)製）を 2 台使用して実験を実施した。

繊維状物質はロックウール（(株)日東紡社製）を使用して発生させ、サンプリングポートで 2 か所に分岐し、一方は直接リアルタイムモニター（A）に接続し、他方はギ酸ミスト混合部を経由してリアルタイムモニター（B）に接続した。

試料導入部は I LNo.2 を接続し、ギ酸ミスト発生部分は接続しない条件でその部分を塞ぎ実施した。

発生装置でロックウールを発生させ 11 分間測定し、両者のリアルタイムモニターの表示値（カウント）の比較を行った。

写真 17 および写真 18 にMANo.1 の外観と実験概要を示した。また、写真 19 および写真 20 にMANo.2 の外観と実験概要を示した。

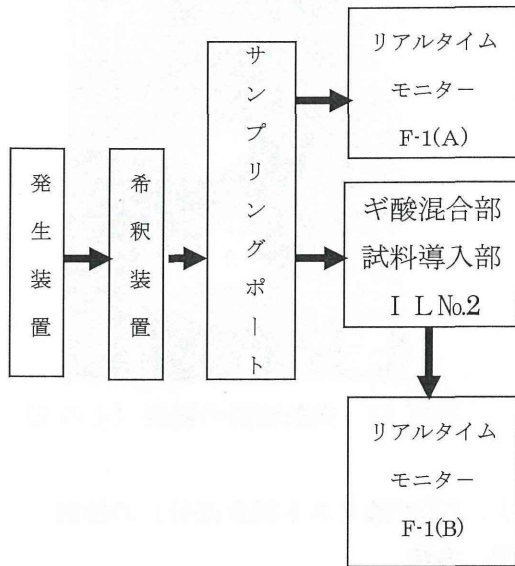


図 7 サンプリング系統図



写真 16 リアルタイムモニター
F-1 (柴田科学株式会社製) の外観

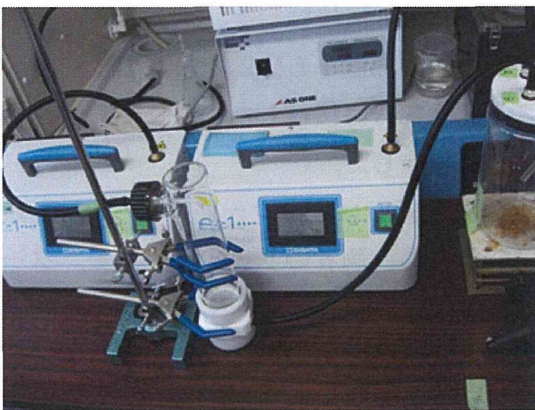


写真 17 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.1)
による実験の概要



写真 18 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.1)

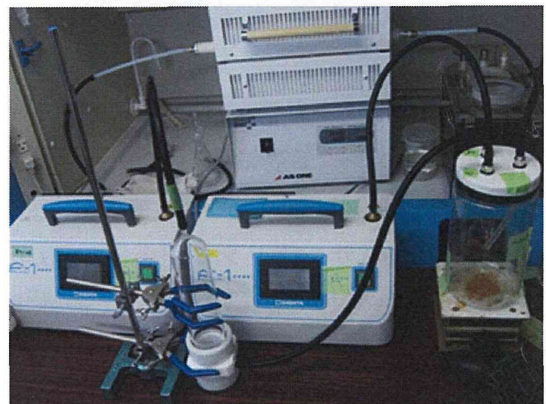


写真 19 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.2)
による実験の概要



写真 20 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.2)

②. 結果

表 1 および表 2 にロックウールを発生させた時のMANo.1 とMANo.2 の捕集率の結果を示した。

写真 15 のサンプリングポートから直接リアルタイムモニターに接続した時の表示値（カウント）を基本として、2 種類のギ酸ミスト混合部分の結果との割合を求め、ギ酸捕集効率に差が見られるかを確認した。

測定は 11 分間実施したが、実際は 1 分間経過時の値、11 分間値を計測し、11 分間値から 1 分間を差し引いた 10 分間値を求めた。

これは、サンプリングポートからギ酸ミスト混合部分を経てリアルタイムモニターに達して計測、表示するまでの時間とサンプリングポートから直接リアルタイムモニターに繊維が移動し計測するまでの時間差を考慮して 10 分間値を求め、割合を比較した。

表 1 と表 2 に示した通り、繰り返し回数 5 回のギ酸捕集効率の平均値を比較するとMANo.1 が 10 分間値で 49.1%のギ酸捕集効率で、変動係数が 11.7%であるのに対して、MANo.2 は 74.4%のギ酸捕集効率で、変動係数は、5.1%であった。

これは、写真 21 に示すMANo.2 の先端部分の構造や図 8 で模式的にしたとおり、上方で吸引するMANo.2 の方が上方側方部から吸引するMANo.1 よりもスムーズに移動空気相を吸引できるものと思われる。

MANo.1 の場合、下方から上方に移動していく空気相の流れを強制的に側方へノズルを利用して移動させることで、写真 22 および写真 23 に示すように内径 7 mm のテフロンチューブを経由させ、側方から排出

する構造としたが、変動係数がMANo.2 と比較すると約 2 倍あり、うず流状の移動空気相が効率良くテフロンチューブの中に取り込まれ排出される場合と取り込まれない場合があり、ギ酸捕集効率にバラつきがあるのではないかと考えた。

この結果から、MANo.2 を使用した方がギ酸捕集効率は良いことから、MANo.2 を使用して実験検討を実施することとした。



写真 21 MANo.2 の先端の構造

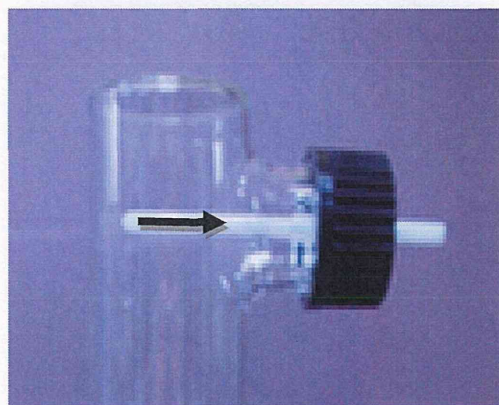


写真 22 MANo.1 の排気側ノズルの構造



写真 23 MANo.1 上から見た写真

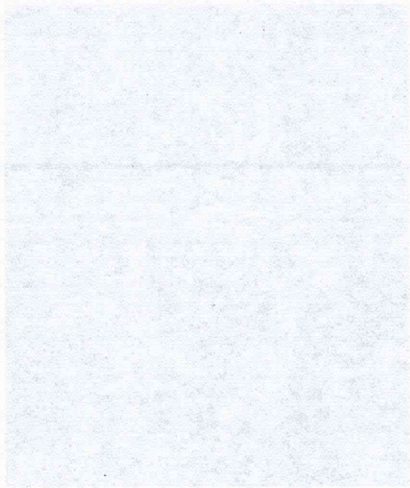


写真 24 濾材の断面の様子 (MANo.1) 12 月号

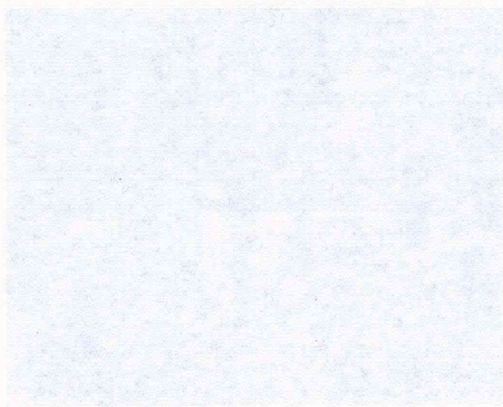


写真 25 濾材の断面の様子 (MANo.1) 13 月号

写真 26
 写真 27
 写真 28
 写真 29
 写真 30
 写真 31
 写真 32
 写真 33
 写真 34
 写真 35
 写真 36
 写真 37
 写真 38
 写真 39
 写真 40
 写真 41
 写真 42
 写真 43
 写真 44
 写真 45
 写真 46
 写真 47
 写真 48
 写真 49
 写真 50
 写真 51
 写真 52
 写真 53
 写真 54
 写真 55
 写真 56
 写真 57
 写真 58
 写真 59
 写真 60
 写真 61
 写真 62
 写真 63
 写真 64
 写真 65
 写真 66
 写真 67
 写真 68
 写真 69
 写真 70
 写真 71
 写真 72
 写真 73
 写真 74
 写真 75
 写真 76
 写真 77
 写真 78
 写真 79
 写真 80
 写真 81
 写真 82
 写真 83
 写真 84
 写真 85
 写真 86
 写真 87
 写真 88
 写真 89
 写真 90
 写真 91
 写真 92
 写真 93
 写真 94
 写真 95
 写真 96
 写真 97
 写真 98
 写真 99
 写真 100

表1 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.1) のギ酸捕集効率

	表示値(カウント)		(B/A) × 100
	F-1 A	F-1 B	割合(%)
1回目	193	87	45.1
2回目	685	353	51.5
3回目	362	214	59.1
4回目	221	95	43.0
5回目	203	95	46.8
平均			49.1
標準偏差			5.7
変動係数(%)			11.7

表2 ギ酸ミスト混合部分 (MANo.2) のギ酸捕集効率

	表示値(カウント)		(B/A) × 100
	F-1 A	F-1 B	割合(%)
1回目	1574	1246	79.2
2回目	596	439	73.7
3回目	181	124	68.5
4回目	137	100	73.0
5回目	81	63	77.8
平均			74.4
標準偏差			3.8
変動係数(%)			5.1

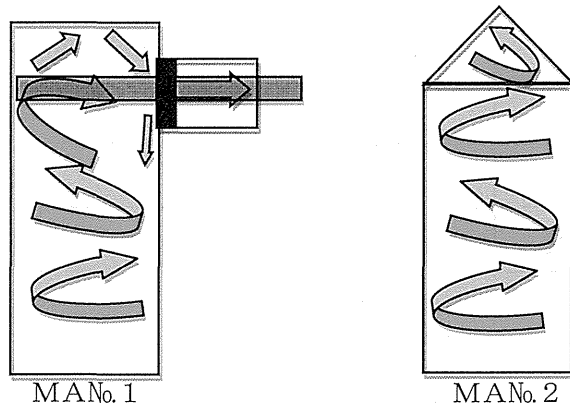


図8 ギ酸ミスト混合部の空気の流れ(模式図)

2. ②移動空気相の導入部分の検討

①. 方法

移動空気相の導入部分は I L No.1 と I L No.2 の 2 種類を製作し、両者を比較してギ酸捕集効率の良い形状を選定するための検討を行った。

図 9 にサンプリング系統図を示した。

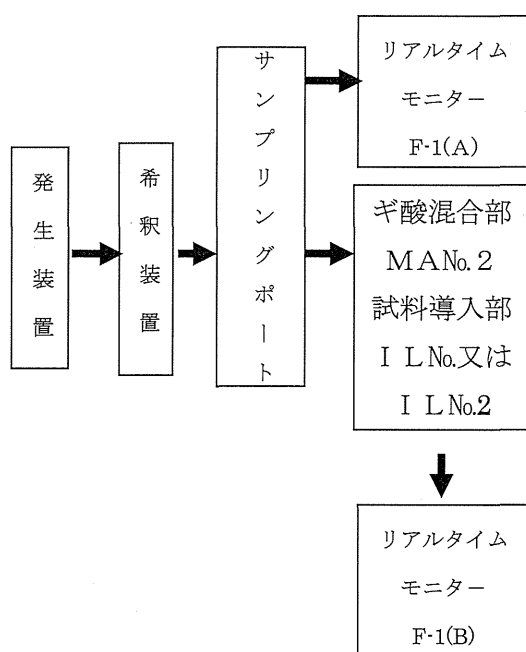


図 9 サンプリング系統図

繊維状物質はロックウールを使用し、発生装置で発生させ、希釈装置に送り込み、最終的に二口に分岐するサンプリングポートへ送り込み、一方は直接リアルタイムモニター (A) に接続し、他方は「ギ酸試料導入部」と「ギ酸混合部」を経由してリアルタイムモニター (B) に接続した。この実験では、ギ酸ミスト発生部分は接続せず、その部分は塞いだ状態で実験を行った。

またギ酸ミスト混合部はMANo.2を装着して実験を行った。試料導入部は、

- ① I L No.1
- ② I L No.2
- ③ I L No.1 の 1 か所の取込み口を塞いだ場合 (参考)

の 3 通りを実施し、最も効率の良い試料導入部分を採用することとした。

サンプリング時間は 10 分間測定し、両者のリアルタイムモニターの表示値 (カウント) の比較を行った。

②. 結果

表 3 および表 4 に I L No.1 の結果、表 5 および表 6 に I L No.2 の結果、表 7 に I L No.1 の 1 か所を塞いだ場合の結果を示した。

測定は 10 分間実施したが、表中には 1 分間経過後の値、10 分間値を計測し、10 分間値から 1 分間を差し引いた 9 分間値を求めた。これは、ギ酸ミスト混合部の実験と同様にサンプリングポートからギ酸ミスト混合部分を経てリアルタイムモニターに達して計測、表示するまでの時間とサンプリングポートから直接リアルタイムモニターに取込まれ、計測するまでの時間差を考慮して、9 分間値を求め割合を比較した。

表 3 より、I L No.1 の場合の 5 回のギ酸捕集効率の平均値の割合は 80.8%であったが、再現性を確認するために別の日に同様の実験をしたところ、表 4 に示したとおりギ酸捕集効率の平均値の割合が 63.1%と約 20%程度低くなった。

表 5 および表 6 に I L No.2 の結果を示した。I L No.2 は日間変動によるギ酸捕集効率の割合の差は無く、両日とも 70%を上回るギ酸捕集効率で安定していた。

また、参考までに I L No.1 を 1 か所塞いで実験を行った結果を表 7 に示した。

表 7 より 5 回のギ酸捕集効率の平均値の割合は約 60%とこれらの中では最も低いギ酸捕集効率であった。

I L No.1 の場合、市販されている全てのリアルタイムモニターの吸引流量は 2 L/min であることから、2 か所に分岐することで理論上図 10 の両側の試料導入部の流量は各 1 L/min の移動空気相が取り込まれることになる。しかし、ポンプで 2 L/min に設定してもただちに安定して 2 L/min の吸引は行えず、多少のタイムラグの後、2 L/min に達する。

この時の流量は不安定であることから、必ずしも両端からの空気が衝突して常に同じ向きのおうず流が発生するとは限らない。また試料導入部のノズルが上方に向かって設計でないため、流量が安定するまでの時間に繊維がノズルよりも低い位置に沈降してしまうと、おうず流の効果が少なく下方に沈降してしまうこともあることから、ギ酸捕集効率にバラつきが生じたものと考えられる。

この結果より、I L No.1 は日間変動やスイッチを ON にするたびに流量が 2 L/min に安定するまでは、流量が不安定であることから、繰り返し測定による安定性は低いと考えた。

一方、I L No.2 の内部のノズルは上方に向かって角度を付けて、壁に衝突させることでおうず流を発生させる方法であり、流量も 2 L/min と I L No.1 よりも高いので、繊維が沈降するロスが比較的少ないと考えられる。

このため、常に一定のギ酸捕集効率を確

保することが可能であると考えられる I L No.2 を採用することとした。

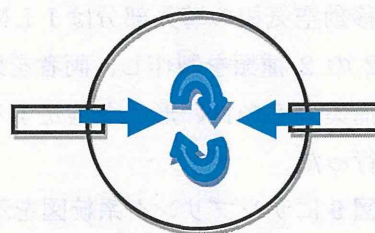


図 10 移動空気相の導入部分
A型のイメージ（平面図）

なお、ギ酸を発生させた実験の後にギ酸ミスト発生部分を取り外し、I L No.2 のノズルの先端を確認したところ、空気が壁に接触する部分に水滴の付着がみられた。この部分に水滴の付着がある場合、仮にアスベストがそこに付着し、溶液と共に下に流れてしまうとギ酸ミスト混合部分の上方まで繊維が移動しないことが考えられる。そこで移動空気相を直接壁に衝突させるのではなく、写真 24 に示すように先端を斜めにカットして円形の管壁の形状でおうずを巻くような仕組みに改造を行うことにした。

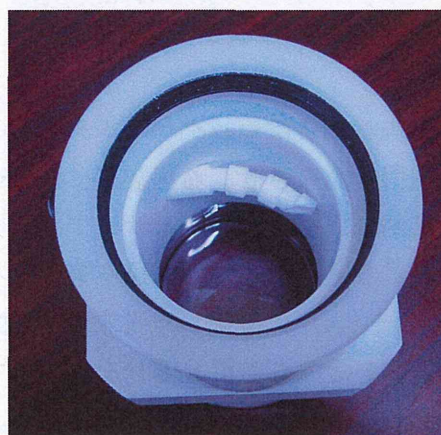


写真 24 ノズルの先端の形状