

図 8. フィルター捕集に対するガラス板捕集の関係

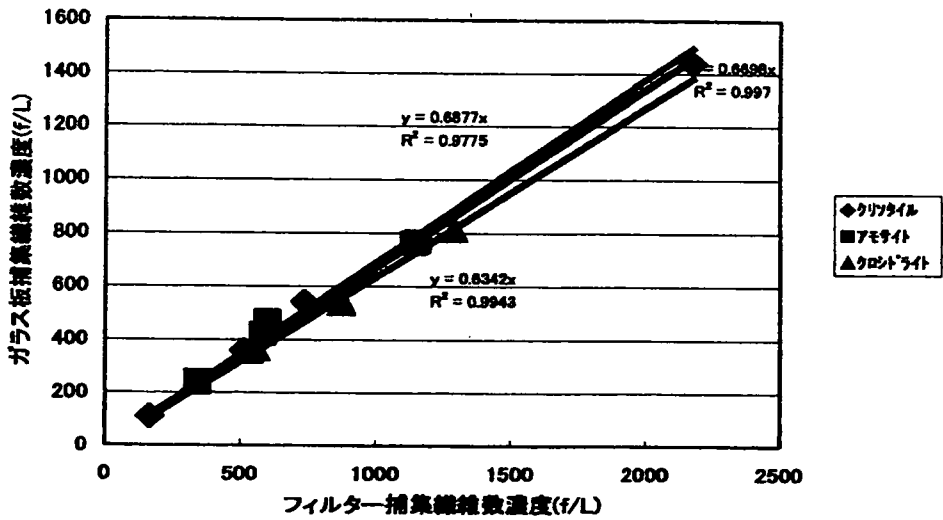


図 9. フィルター濃度に対するガラス捕集率

3. 解体・改修工事現場での検討

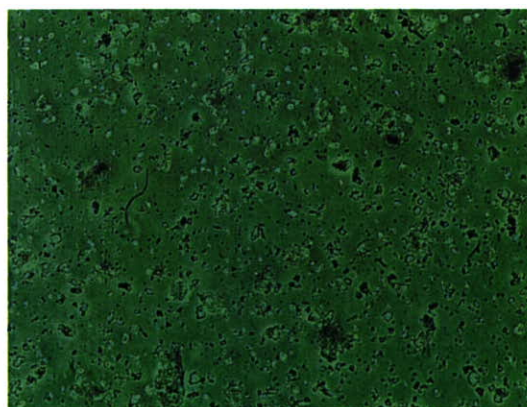
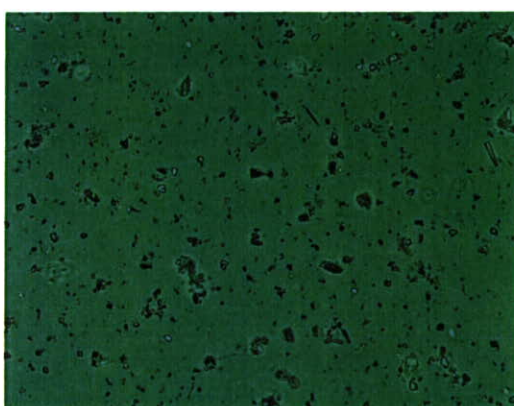
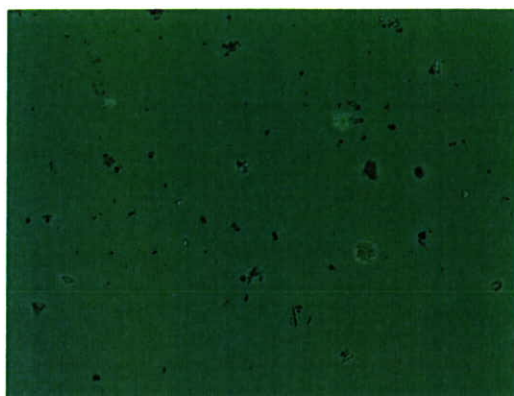
(1) 天井に石綿含有吹付け材のある建物の外壁の取り外し作業時の現場での測定手法の検討

石綿含有建築材料の石綿含有率結果を表3に示す。

表3. 石綿含有建築材料の石綿含有率結果

建材の部位	クリソタイル含有率 (%)	アモサイト含有率 (%)	石綿含有率 (%)
柱鉄骨吹付け材	0.20	6.31	6.51
外壁 (部屋側)	0.39	1.57	1.96
外壁 (外側)	0.19	0.88	1.07

測定結果を表4、5に示す。作業場(1)、(2)とも試料採取空気量の違いにより、総繊維数濃度、アモサイト濃度に違いが見られ、吸引空気量が0.1Lの方が高い値を示した。これは、試料採取空気量が多くなると繊維が重なったり、粒子が付着する可能性が高くなり、計数対象外となってしまうことが考えられる。今回サンプリングポンプを使用した時の吸引空気量は毎分0.1Lに設定して実施したが、作業環境測定基準に従って継続した10分間の測定を実施したため、空気量を多く採取しすぎてしまったことが考えられる。また、今回の作業内容は外壁の撤去作業であったが、石綿吹付け材の撤去作業の場合はかなりの高濃度が予想されるため、作業環境測定基準に従った方法では正確な繊維数濃度が計数できない場合が予想される。(写真18)



分析が困難な試料

写真18. 採取したフィルター上の粉じんの状態

表 4. 外壁取り外し作業場(1)測定結果

測定点	総繊維数濃度 (f/L)		アモサイト濃度 (f/L)	
	試料採取空気量 (L)		試料採取空気量 (L)	
	吸引ポンプ 1.0	ハンドポンプ 0.1	吸引ポンプ 1.0	ハンドポンプ 0.1
1	2.6	4.3	0.7	1.1
2	12.8	23.9	2.6	5.4
3	14.1	26.1	2.2	9.8
4	10.0	15.2	2.0	4.3
5	11.7	13.0	2.0	3.3
6	7.0	109	1.3	2.3
幾何平均	8.5	13.4	1.7	3.5
B測定	10.6	27.7	0.4	8.7

表 5. 外壁取り外し作業場(2)測定結果

測定点	総繊維数濃度 (f/L)		アモサイト濃度 (f/L)	
	試料採取空気量 (L)		試料採取空気量 (L)	
	吸引ポンプ 1.0	ハンドポンプ 0.1	吸引ポンプ 1.0	ハンドポンプ 0.1
1	3.0	4.3	0.8	0.29 以下
2	12.9	15.2	3.2	4.3
3	10.0	16.3	2.0	4.3
4	8.8	8.7	2.0	2.2
5	15.6	15.2	2.4	5.4
6	8.7	19.5	1.7	10.9
幾何平均	8.8	11.8	1.9	3.0
B測定	1.5	132.4	0.4	27.14

(2) 水練り保温材の除去作業時の排気装置の検討

作業前、作業中の測定結果を表 6、7 に示す。

表 6. 作業前の測定結果

	総繊維数 濃度 (f/L)	アモサイト 繊維数濃度 (f/L)
養生の中	17.9	9.5 以下
養生の外① (出口近)	43.0	9.5 以下
養生の外② (通路近)	9.5 以下	9.5 以下

定量下限値：9.5 以下 (f/L)

表 7. 作業中の測定結果

	総繊維数 濃度 (f/L)	アモサイト 繊維数濃度 (f/L)
養生の中	110.8	3.3
養生の外① (出口近)	45.6	8.6 以下
養生の外② (通路近)	52.1	8.6 以下
個人ばく露 濃度	74.5	10.3

定量下限値：8.6 以下 (f/L)

作業前の総繊維数濃度は、養生の外側の 1 点で養生の中より高い値を示していたが、アモサイト繊維数濃度は全て定量下限以下であった。石綿除去作業中の養生内の定点のアモサイト繊維数濃度は、3.3 (f/L) で、個人ばく露濃度測定のアモサイト繊維数濃度は 10.3 (f/L) であった。これは、作業位置付近に排気装置のノズルを近づけてい

て作業を実施していたが、必ずしも十分に吸引できなかったと考えられる。排気装置からのノズルが固定されているために 3ヶ所の水塗り保温材の作業位置付近に配管を近づけることが困難であったためと思われる。

4. 石綿除去工事における石綿測定を依頼する場合の依頼者側の問題点についての聞き取り調査

分析機関は依頼者側の工事仕様書に従って測定を実施するが、依頼者側が①または②による測定方法を理解した上で測定を依頼しているかが疑問である。また、工事を請け負う会社で既に工事の請負金額が決まっており、本来、測定機関の作業環境測定士等が測定場所を見てから測定点を決定すべきであるが、測定点を工事施工者側で一方的に決めて仕様書に記載して依頼するケースが多く見受けられる。③の場合は、依頼者側と測定機関の作業環境測定士が協議して測定方法を決定するため最も良い方法であると考えられる。このため、石綿の除去工事においては、調査を依頼する側においては、目的を把握した上で測定機関等に依頼することが必要である。そこで、依頼者側に対して講習会等を実施し、測定の趣旨をわ理解してもらうことや測定点を勝手に決めてしまうことが正しく結果を出すためには有効ではないことを周知させることが必要であると考えられる。

表 8. 国土交通省の標準仕様書・建築改修工事監理指針

測定時期	重要度	測定場所	測定点数 (各処理作業室ごと)	備考
処理作業前	△	処理作業室内	2又は3点	
	△	施工区画周辺又は敷地境界	2点	
処理作業中	△	処理作業室内	2点	
	◎	セキュリティーゾーン入口	1点	空気の流れを確認
	◎	負圧・除じん装置の排出口 (処理作業室外の場合)	1点	除じん装置の性能確認
	○	施工区画周辺又は敷地境界	4方向各1点	
処理作業後 (隔離シート撤去前)	◎	処理作業室内	2点	
	△	施工区画周辺又は敷地境界	4方向各1点	

- (注) 1. 重要度の記号は、◎は必須、○は条件により必須、△は望ましいという意味である。
 2. 施工区画とは、処理作業室、セキュリティーゾーン、廃棄物置場、資材置場を含む範囲で、セキュリティーゾーン、負圧・除じん装置の排出口が施工区画周辺に設置されている場合の測定点は2点となる。
 3. 処理作業室の面積が50m²以下の場合は2点、300m²までは3点とする。300m²を超えるような場合は、監督職員と協議する。
 4. 処理作業中にセキュリティーゾーン入口におけるアスベスト粉じん濃度測定の場合は、セキュリティーゾーン内の空気の流れ(処理作業室内に空気が流れている)を、また負圧・除じん装置の排出口におけるアスベスト粉じん濃度測定の場合は、負圧・除じん装置の性能確認を行うこと。

5. 繊維状粒子自動計測器による石綿濃度 測定の前備的な検討

PCM法とARM-IIおよびFM-7400の測定結果の比較を表9に示す。PCM法とARM-IIの繊維数濃度は、平均値の値で比較するとARM-IIの数値の方が1.5倍高めを示す傾向があった。本来ならばARM-IIの繊維数濃度とバックアップフィルターの繊維数濃度は、ほぼ同じ値になるはずであるが、約3割程度しか捕集されていなかった。このため、バックアップフィルターまでの間に漏れがあったと考えられる。次に、PCM法とFM-7400の繊維数濃度の関係は、FM-7400/PCM法が0.94になり、ほぼ一致した値が得られたと考えられ

表 9. P C M法と A R M-II および F A M-7400 の測定結果の比較

	No.	PCM	ARM-II				FM-7400	
		f/L	f/L	バックアップフィルター f/L	バックアップ / ARM	ARM / PCM	f/L	FM7400 / PCM
測定回数	1	279.06	487.5	107.56	0.22	1.75	230.0	0.82
	2	267.44	547.5	118.31	0.22	2.05	260.0	0.97
	3	308.13	451.5	134.44	0.30	1.47	350.0	1.14
	4	331.39	324.0	112.93	0.35	0.98	280.0	0.84
	幾何平均	295.46	444.5	117.90	0.27	1.51	276.7	0.94

6. 繊維状粒子自動計測器による石綿濃度測定の見直し

表 10 に P C M法と F-1 と F S-1 の測定結果の比較を示した。表 10 より 2 現場における測定結果は、F-1 は、P C M法に対して A 現場で全体の平均濃度で比較すると約 35 倍、B 現場で 3.2 倍の高い値を示していた。F S-1 については、A 現場で約 1.6 倍高い値であったが、B 現場においては約 17 倍低い濃度を示した。

表 10. P C M法と F-1 および FS-1 の測定結果一覧

現場	No.	P C M法 (F/L)	繊維状粒子自動計測器	
			F-1 (F/L)	F S-1 (F/L)
A 現場	1	1.97	104	1
	2	3.23	46.8	0
	3	5.74	195	20
	4	8.07	828.8	32
	5	5.20	608	27
	6	10.93	80.2	2
	7	7.53	11.7	1
	8	9.86	13.7	0
	9	7.35	581.1	39
	10	8.96	551.3	35
	11	12.19	226.2	7
	12	14.34	91.9	3
	13	6.09	262	5
	14	1.08	5.9	1
B 現場	15	105.45	387.4	7
	16	96.71	325.7	5
	17	93.66	242.9	5

D. 考察

1. 分散染色法での精度向上に係る検討

(1) 分散染色法におけるフィルターの前処理手順についての検討

① 低温灰化装置による灰化処理の諸条件についての検討

それぞれの低温灰化装置の特徴を考慮し、最適な条件を求める必要があると考えられる。

2. 現場で短時間にアスベスト濃度測定が可能なサンプリング装置についての検討

(1) ガラス板捕集式サンプラーの検討

ガラス板捕集式サンプラーを使用する場合は、衝突式捕集により試料が中心に集まることを十分に理解することと、現場の濃度により捕集時間を適切に選択する必要がある。また、今回は石綿の標準試料を発生させたチャンバーで実験をしたが、石綿の除去作業には粉じんがかなり飛散するため、相対濃度計等を使用して現場の粉じん濃度を把握した上で、測定時間を決定することが重要である。このため、さらに現場で実際に測定を行い、石綿以外の粉じん等が係数分析に及ぼす影響を検討することと、適切なサンプリング時間の目安を確認する必要があると考えられる。今回の検討では総繊維数濃度を計数分析したが、この方法を応用し、分散染色法用の浸液を滴下すれば石綿の種類別による計数分析が可能になると考えられる。ガラス板捕集式サンプラーを使用する方法であれば、フィルターの透明化処理が不要なため、現場に位相差顕微鏡を持ち込めば短時間で計数分析結果を報告できるので有効な方法であると考えられる。

(2) 静電捕集式アスベストサンプラーの検討

静電捕集式アスベストサンプラーを使用した場合とメンブランフィルターに捕集した場合の繊維数濃度には一定の相関関係が確認された。ただし、今回の実験では石綿標準試料を用いて実施したため、実際の石綿除去作業の現場で測定を行い検証する必要がある。実用性に向けてサンプラーの大きさや材質を検討し、小型化や軽量化して現場で取り扱いやすいようにすることが必要であると考えられる。また、集じん電極として使用するスライドガラスの厚みや導電コーティング材等についてさらに検討する必要があると考えられる。ガラス板捕集式サンプラーと同様に本装置もフィルターの透明化処理が不要なため、現場に位相差顕微鏡を持ち込めば、短時間で計数分析結果を報告できるので有効な方法であると考えられる。

3. 解体・改修工事現場での検討

(1) 天井に石綿含有吹付け材のある建物の外壁の取り外し作業時の現場での測定手法の検討

作業時に共存粉じんの状態を十分把握した上で、サンプリングポンプの吸引速度や総吸引量を調節したり、ハンドポンプを使用する等、適切な測定機器の選択が重要である。

(2) 水練り保温材の除去作業時の排気装置の検討

今回のように排気装置からのノズルが固定されている場合は、保温材に対して反対側の位置から排気装置のノズルを設置して吸引することや、固定されていない小型の

排気装置でノズルを自由に動かせるものを使用する等の工夫をすることによって石綿を飛散防止することが可能であると考えられるため、排気のやり方について、今後検討が必要である。

(3) 石綿除去作業中の作業環境測定におけるサンプリング上の問題点

石綿除去作業中に石綿の飛散を防止する方法として「散水」や「石綿飛散抑制剤」を噴霧しながら作業を実施することが有効な方法であるが、最近では、石綿飛散防止剤を当該作業場の空气中に噴霧する場合も多く、現場でメンブランフィルターに捕集する場合は、位相差顕微鏡の計数分析に妨害をもたらす（写真 19、20）ので注意する必要がある。石綿飛散防止剤を噴霧した状況の中でサンプリングした時には、捕集器具にも防止剤が付着してしまう恐れがある。（写真 21）

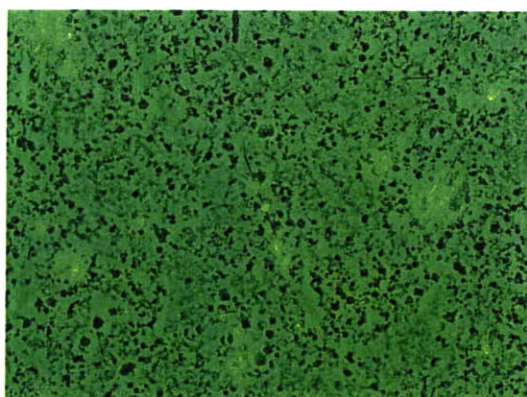


写真19. 石綿飛散防止剤が付着したフィルターの顕微鏡写真（総合倍率 400 倍）

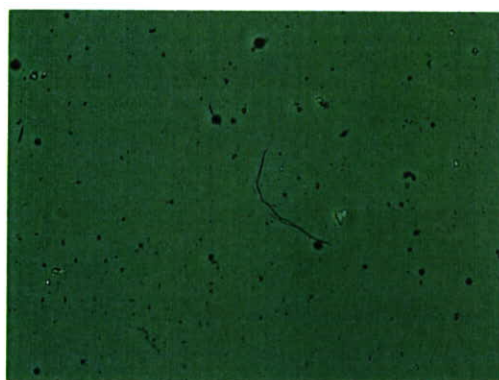
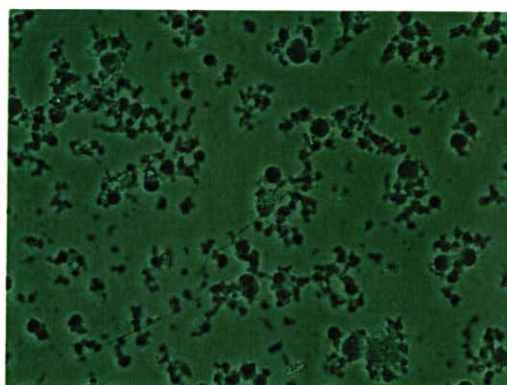
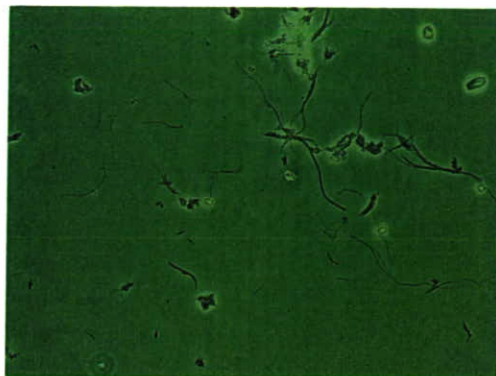


写真20. メンブランフィルターに捕集されたアスベスト（PCM、×400 倍）

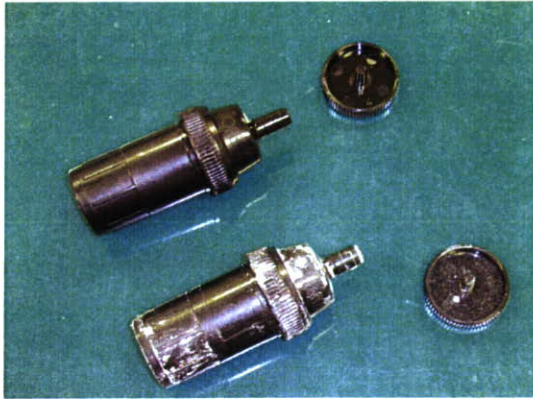


写真 21. カウル付きオープンフェイス
形捕集器具

飛散防止剤がフィルター一面に付着しており、その中に繊維状粒子が見られる。位相差顕微鏡で計数する場合のルールとして粒子が付着している場合で粒子の幅が $3\mu\text{m}$ を超えるものは計数しないとしているため、計数不能扱いになる場合もある。石綿飛散抑制剤や石綿飛散防止剤を使用している現場においては、防止剤の固化時間を考慮した上で測定する必要がある。

5. 繊維状粒子自動計測器による石綿濃度測定の予備的な検討

繊維状粒子自動計測器は、その場で数値が示されるために高濃度の数値が表示された場合は、現場で迅速に対応が可能であることから有効な計測手法である。しかし、繊維状粒子自動計測器は、石綿のみを選択して数値を表示する計測器ではないため、使用する側は表示された数値が総繊維数濃度であることを理解した上で使用することが必要になる。また、操作ボタンを押すだけで計測が可能のために、定期的なメンテナンスや較正が必要不可欠であると考えら

れる。今後は、公定法としての導入が期待されるが、そのための機器に要求される必要条件を決定する必要がある。

6. 繊維状粒子自動計測器による石綿濃度測定の検討

繊維状粒子自動計測器による結果とPCM法の結果の関係については、今回2機種とも高い値が得られた。PCM法と比較すると安全側にシフトしている結果であったが、ある程度の濃度範囲にあるべきであると考えられる。このため、複数の機種を同時に使用して実験室や、様々な現場で比較実験を実施して結果を確認するとともに、自動計測器のメンテナンスやキャリブレーションについても検討する必要があると思われる。