

VIII. 前処理装置検討のための予備試験

1. 平成 25 年度に実施した無機質繊維除去方法に関する追加試験

平成 26 年度は、平成 25 年度に実施し図 34 に示したサンプリング系統図に基づき、角閃石系のアスベストとしてアモサイト、有機物質繊維としてパルプを発生させて、アモサイトの残存率とパルプの除去率の追加実験を行った。

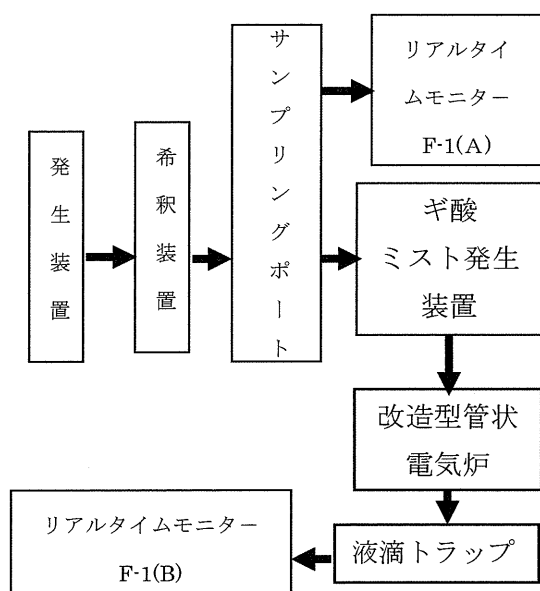


図 34 サンプリング系統図

a). アモサイトの評価実験

i) 実験方法

実験方法は、図 34 に示したサンプリング系統図に基づいて実施することとした。実験に使用した角閃石系のアスベストは、南アフリカのトランスバル州産のアモサイトを使用した。アモサイトを発生装置に入れて発生させ、アモサイトの残存率を確認した。

移動空気相の温度を約 660℃（改造型管状電気炉の設定温度 850℃）とし、測定時

間は 11 分とした。1 分間経過後の値および 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サンプリングポートからリアルタイムモニターまでの移動時間を考慮して、10 分間値を求め、両者の割合を比較した。

b). 有機質繊維の評価試験

i) 実験方法

有機質繊維は「パルプ」を使用し、パルプを発生装置に入れて発生させ、(1) と同様のサンプリング系統図で実験を行ない、パルプの除去率を確認した。

ii) 実験結果

①アモサイトの評価実験結果

表 26 にアモサイトの残存率を示した。繰り返し回数 5 回の残存率の平均は 96.2% であり、角閃石系のアスベストであっても、平成 25 年度に検討した実験条件で 90% 以上の残存率が確保できることがわかった。

表 26 アモサイトの残存率

アモサイト	表示値(カウント)		残存率 (B/A) × 100 割合%
	F-1:A	F-1:B	
1回目	180	145	80.6
2回目	281	261	92.9
3回目	367	324	88.3
4回目	177	182	102.8
5回目	139	162	116.5
平均			96.2
標準偏差			13.9
変動係数(%)			14.5

②有機質繊維の評価実験結果

表 27 に有機質繊維であるパルプ繊維を使用した時の除去率を示した。繰り返し回数 5 回のパルプの除去率の平均は 96.0% であった。

この装置は無機質繊維であるロックウールを溶解するための除去装置として開発したが、平成 24 年度に検討した有機質繊維を除去する設定条件における電気炉を組合せていることから有機質繊維に対しても 95%以上を除去することができることが判明した。

表 27 パルプの除去率

パルプ	表示値(カウント)		除去率 [1-(B/A)] × 100割合%
	F-1:A	F-1:B	
1回目	21	0	100.0
2回目	41	0	100.0
3回目	31	2	93.5
4回目	40	2	95.0
5回目	59	5	91.5
平均			96.0
標準偏差			3.9
変動係数(%)			4.0

IX. 有機質繊維除去と無機質繊維除去の両者の組み合わせによる前処理装置の開発

平成 24 年度の有機質繊維を除去する方法と平成 25 年度の無機質繊維を除去する方法及び今年度の追加実験結果を踏まえて、各装置を連結し、前処理装置としての可能性について検討を行った。

図 35 に有機質繊維除去装置、無機質繊維除去装置の各装置の構成を示した。

移動空気層に熱をかける電気炉の設定

温度条件は同じではあるが、それぞれの繊維を除去する装置として考えた場合、有機質・無機質繊維除去前処理装置としての装置の構成は、図 36 に示す場合が最も効果的な構成である。

アスベスト含有建材等を含む解体現場ではそれぞれの繊維が単独で存在していることは考えにくい。現場における繊維の飛散状況を考慮して、各段階で処理することが有効である。まず有機質繊維は入口側の電気炉を通過することで、繊維形態を変質又は消失させる。

無機質繊維のロックウールは、耐熱性のために電気炉を通過しても繊維形態を変質や消失させることはできない。

ここを通過したロックウールはギ酸ミスト発生装置を通過することでギ酸により繊維を溶解・消失させ、出口側の電気炉で移動空気層を乾燥する。

一方、アスベストはこれらの装置の影響を受けずに各装置を通過し、リアルタイムモニターに到達すると考えられる。

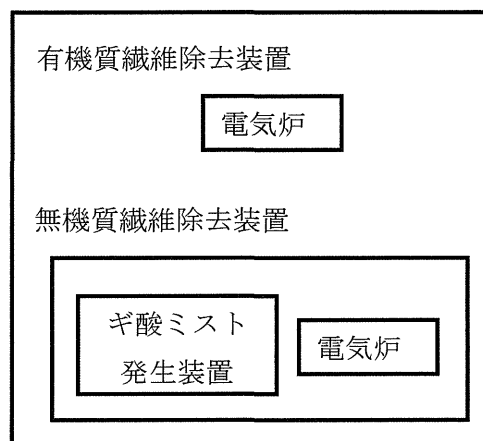


図 35 除去処理装置の構成

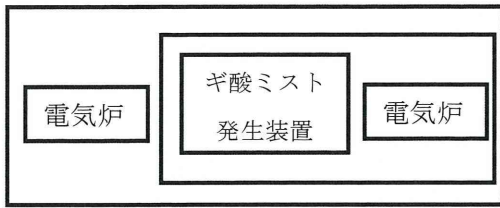


図 36 有機質・無機質繊維除去処理装置の構成

1. 有機質繊維除去装置・無機質繊維除去装置の連結に関する評価実験

a). 実験方法

有機質繊維除去装置・無機質繊維除去装置の連結に関する評価のための実験として、図 37 に示すサンプリング系統図で実験を実施した。

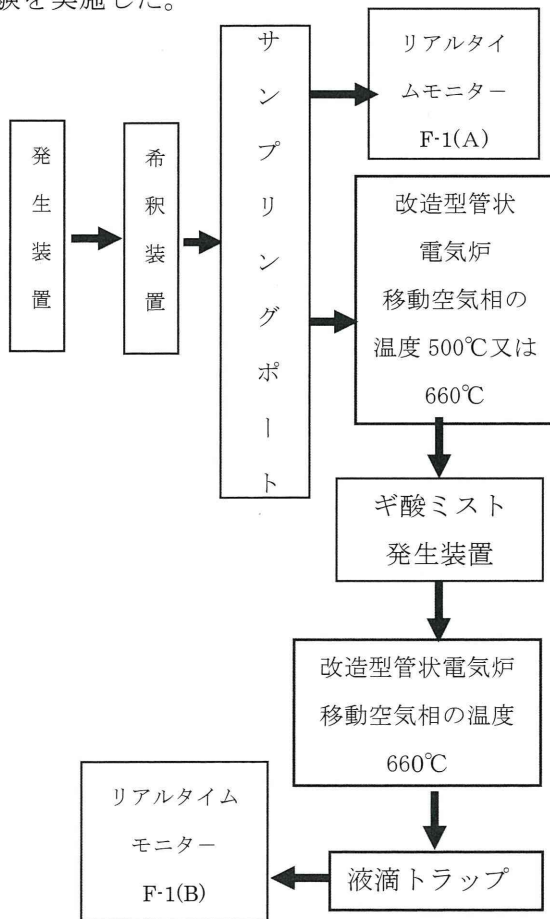


図 37 サンプリング系統図

また、各装置の概要を写真 129 から写真 133 に示した。



写真 129 発生装置からサンプリングポートまでの概要



写真 130 有機質・無機質除去処理装置の概要（全景）



写真 131 有機質繊維除去処理装置の概要（電気炉部分）

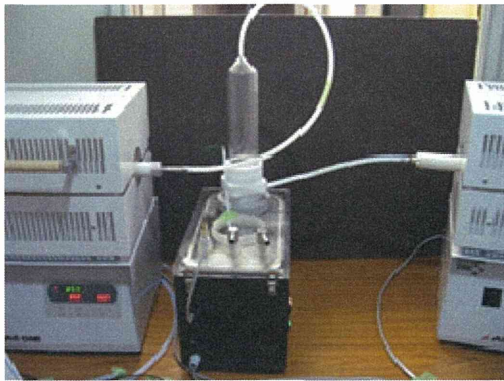


写真 132 無機質除去処理装置の概要
(ギ酸ミスト発生装置)

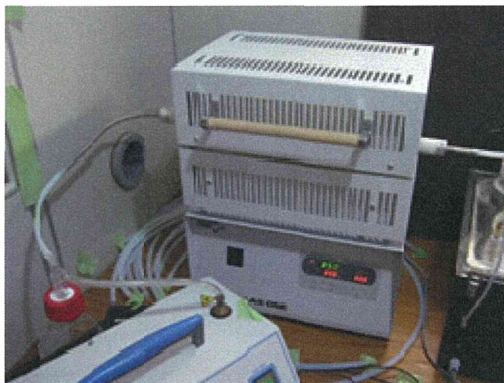


写真 133 無機質除去処理装置の概要
(電気炉部分)

平成 24 年度、25 年度は各装置を単独で実験したため、ギ酸ミスト発生装置の前に改造型管状電気炉を接続した場合の実験は実施していない。前処理装置として連結した場合、移動空気層が 600°C を超える場所が 2 か所になることから、熱の影響を受けやすいクリソタイルを発生させて残存率を確認することにした。

無機質除去処理装置の条件は平成 25 年度の実験条件を変更せずにギ酸ミスト発生装置の発生状況は AC 電源の電圧を 10% 低下させた実測値 97V とし、10% のギ酸を使用してミストを発生させた。移動空気層の

温度は約 660°C (改造型管状電気炉の設定温度 850°C) とした。

入口側の有機質除去処理装置としての電気炉の設定温度は、平成 24 年度の検討では、700°C (移動空気相の温度 500°C)、850°C (移動空気相の温度 650°C) について検討を行い、移動空気相の温度 650°C が最適条件であると結論つけたが、ネブライザーへの温度の影響を考慮して、クリソタイルの残存率がほぼ同じであった 700°C (移動空気相の温度 500°C) を含めた設定温度条件で実験し、改めて最適条件を検討することにした。

測定時間は 11 分とし、1 分間経過後の値、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サンプリングポートからリアルタイムモニターまでの移動時間を考慮して、10 分間値を求め、両者の割合を比較した。

なお、図 38 にサンプリングポートからの系統図を示した。サンプリングポートからの出口を A、B とした場合、B からの配管は、リアルタイムモニター (F-1 (A)) に接続するだけであるが、A からの配管がリアルタイムモニターまでに達するまでの間に 4 か所の装置を通過することになる。そこで、これらの装置が接続されることで負荷がかかり、通常リアルタイムモニター (F-1 (B)) が吸引している 2L/min の吸引流量が確保できているかの確認を行った。また図 7 のサンプリングポートの A と B に

接続するリアルタイムモニター (F-1(A)と F-1(B)) を入れ替えて接続してそれぞれの吸引流量及び流速を測定した。

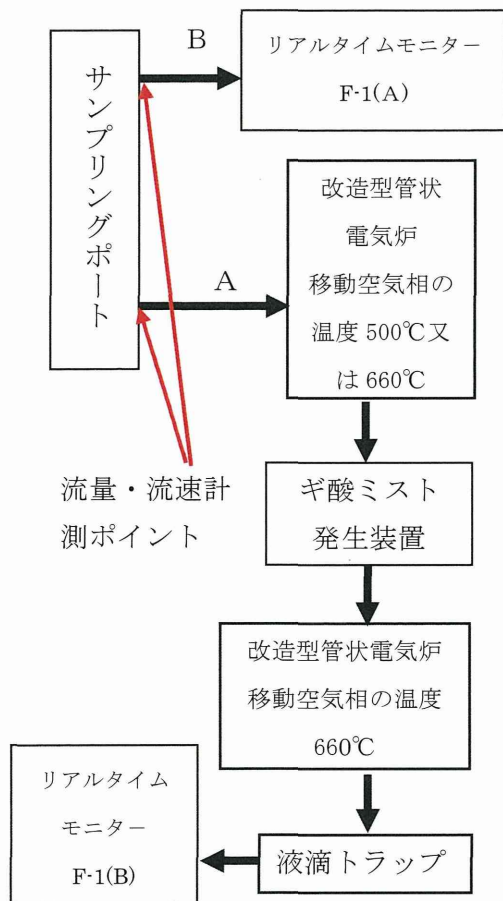


図 38 サンプルング系統図

図 38 に示したポイントで計測した流量と流速の結果と、リアルタイムモニターの表示画面により表示されたそれぞれの F-1 の流量の表示値を表 28、表 29 に示した。

2 か所のポートからの入口側における流量と流速には大きな差は認められなかった。

また、図 38 の計測ポイントの流量の実測値とリアルタイムモニターの表示値の関係についても、実測値の小数第 2 位を四捨五入するとほぼ F-1 が表示した流量と同じであることから、特に流量補正は実施せずに実験を行うこととした。

表 28 装置の接続による流量の確保状況

ポートの入り口	機器	風速 (m/s)	流量		装置の接続状況
			実測値 (L/min)	F-1 表示値 (L/min)	
A	F-1(B)	0.38	2.014	2.0	除去処理装置とF-1
B	F-1(A)	0.43	2.025	2.0	F-1のみ

表 29 装置の接続による流量の確保状況

ポートの入り口	機器	風速 (m/s)	流量		装置の接続状況
			実測値 (L/min)	F-1 表示値 (L/min)	
A	F-1(A)	0.45	1.970	2.0	除去処理装置とF-1
B	F-1(B)	0.41	2.046	2.0	F-1のみ

b). 実験結果

表 30 に移動空気相 660℃ (電気炉の設定温度を 850℃) にした場合、表 31 に移動空気相 500℃ (電気炉の設定温度を 700℃) にした場合のクリソタイルの残存率 (繰り返し回数 5 回) の結果を示した。

表 30、表 31 より移動空気相 500℃ (電気炉の設定温度 700℃) の場合に比べて移動空気相 660℃ (電気炉の設定温度 850℃) の場合はクリソタイルの残存率が著しく低い値を示した。

これは、移動空気相の温度が 660℃になる部分を 2 か所通過することにより、クリソタイルの結晶水が減少し、繊維形態が変化して、リアルタイムモニターとしての計数対象繊維から除外されてしまったものと思われる。

この結果から、移動空気層の温度が約 500℃ (電気炉の設定温度 700℃) の方が

前処理装置として最適の条件であると判断した。

表 30 移動空気相 660℃
(電気炉の設定温度 850℃) の結果

クリソタイル	表示値(カウント)		残存率 (B/A) × 100 割合%
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	141	80	56.7
2回目	167	81	48.5
3回目	300	216	72.0
4回目	149	76	51.0
5回目	178	90	50.6
平均			55.8
標準偏差			9.6
変動係数(%)			17.2

表 31 移動空気相 500℃
(電気炉の設定温度 700℃) の結果

クリソタイル	表示値(カウント)		残存率 (B/A) × 100 割合%
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	208	166	79.8
2回目	303	254	83.8
3回目	207	189	91.3
4回目	160	181	113.1
5回目	123	143	116.3
平均			96.9
標準偏差			16.8
変動係数(%)			17.4

2. 前処理装置の構成状況に係る評価実験 a). 実験方法

(1) のクリソタイルを発生させた実験の結果、入口側の電気炉の移動空気相の温度が 660℃よりも 500℃の方が残存率は高いことがわかったことから、前処理装置としての入口側の移動空気相の温度を 500℃(電気炉の設定温度 700℃)として、他の繊維についても除去率や残存率を確認することとした。

実験には

①無機質繊維 (ロックウール)

②有機質繊維 (パルプ)

を使用した。

また、アスベスト、有機質繊維、無機質繊維を混合させ、実際の現場において考えられる組み合わせに近い繊維を発生させて実験を行うことにした。

クリソタイル、アモサイト、ロックウール、パルプの4種類の繊維を以下の通り3種類混合した。

混合繊維の組合せは

③『クリソタイル』と『ロックウール』と『パルプ』

④『アモサイト』と『ロックウール』と『パルプ』

として実験を行った。

測定時間は11分とし、1分間経過後の値、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サンプリングポートからリアルタイムモニターまでの移動時間を考慮して、10分間値を求め、両者の割合を比較した。

また、③および④の混合繊維の分析は、リアルタイムモニターによる測定以外に2台リアルタイムモニターのバックアップフィルターを位相差顕微鏡と電子顕微鏡で分析し、有機質・無機質前処理装置の効果を確認することにした。

b). 実験結果

表 32 に①無機質繊維（ロックウール）を発生させた時の除去率、表 33 に②有機質繊維（パルプ）を発生させた時の除去率を示した。ロックウール、パルプともに 5 回繰り返し実施した。ロックウールの 5 回の除去率の平均値は 98.9%、パルプの 5 回の除去率の平均値は 98.7%であり、この装置を通過することで、ほぼ 100%の近くの有機質繊維のパルプや無機質繊維のロックウールが除去できることがわかった。

表 32 ①無機質繊維（ロックウール）を発生させた結果

ロックウール	表示値(カウント)		除去率 [1-(B/A)] × 100割合%
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	137	2	98.5
2回目	617	11	98.2
3回目	390	5	98.7
4回目	245	1	99.6
5回目	140	1	99.3
平均			98.9
標準偏差			0.6
変動係数(%)			0.6

表 33 ②有機質繊維（パルプ）を発生させた結果

パルプ	表示値(カウント)		除去率 [1-(B/A)] × 100割合%
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	99	2	98.0
2回目	58	2	96.6
3回目	244	2	99.2
4回目	184	0	100.0
5回目	93	0	100.0
平均			98.7
標準偏差			1.5
変動係数(%)			1.5

次に表 34 に混合繊維③（クリソタイルとロックウールとパルプ）と表 35 に混合繊維④（アモサイトとロックウールとパルプ）を混合させて発生させた結果を示した。

表 9 の混合繊維③の結果から繰り返し

回数 5 回の残存率は、24.6%であり、表 10 の混合繊維④の繰り返し回数 5 回の残存率は 66.3%であった。混合繊維に関しては、3 種類の繊維を均一に発生させることが難しいため、各繊維の割合は表示値の残存率からは判断することはできない。このため繊維状の形状を判断するために、リアルタイムモニターのバックアップろ紙をアセトン蒸気で透明化処理してトリアセチンで固定したプレパラートを作製して、位相差顕微鏡で形態を観察した。写真 134 から写真 149 に混合繊維③位相差顕微鏡写真（総合倍率 100 倍並びに 400 倍）、写真 150 から写真 165 に混合繊維④位相差顕微鏡写真（総合倍率 100 倍並びに 400 倍）、写真を示した。

表 34 混合繊維③の結果
(クリソタイルとロックウールとパルプ)

(混合) クリソタイル パルプ ロックウール	表示値(カウント)		残存率
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	348	55	15.8
2回目	341	74	21.7
3回目	553	119	21.5
4回目	358	151	42.2
5回目	424	92	21.7
平均			24.6
標準偏差			10.2
変動係数(%)			41.3

表 35 混合繊維④の結果
(アモサイトとロックウールとパルプ)

(混合) アモサイト パルプ ロックウール	表示値(カウント)		残存率
	F-1K:A	F-1K:B	
1回目	619	384	62.0
2回目	469	323	68.9
3回目	423	246	58.2
4回目	46	37	80.4
5回目	503	312	62.0
平均			66.3
標準偏差			8.8
変動係数(%)			13.3

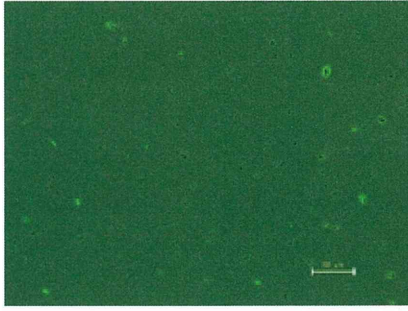


写真 134 ポートの入り口 (1)
(総合倍率 100 倍)



写真 135 ポートの入り口 (1)
(総合倍率 400 倍)



写真 136 除去装置通過後 (1)
(総合倍率 100 倍)

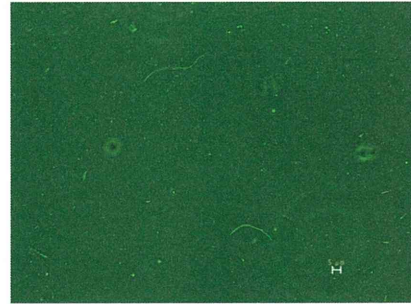


写真 137 除去装置通過後 (1)
(総合倍率 400 倍)

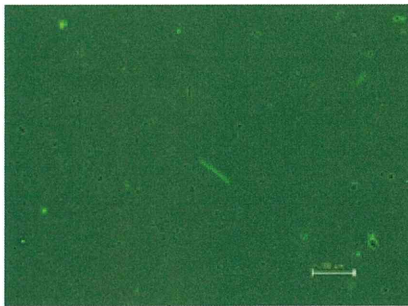


写真 138 ポートの入り口 (2)
(総合倍率 100 倍)



写真 139 ポートの入り口 (2)
(総合倍率 400 倍)

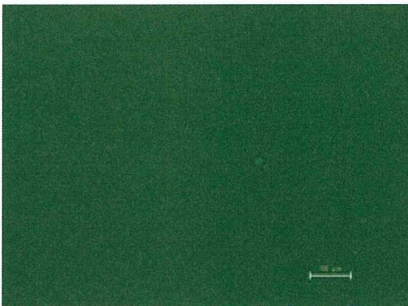


写真 140 除去装置通過後 (2)
(総合倍率 100 倍)

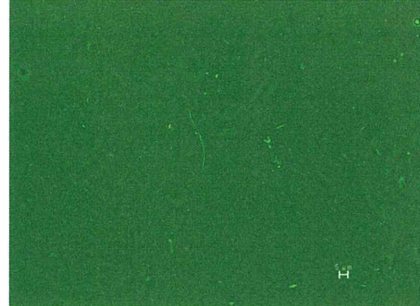


写真 141 除去装置通過後 (2)
(総合倍率 400 倍)

クリソタイル

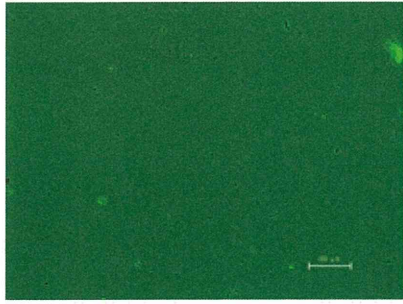


写真 142 ポートの入り口 (3)
(総合倍率 100 倍)

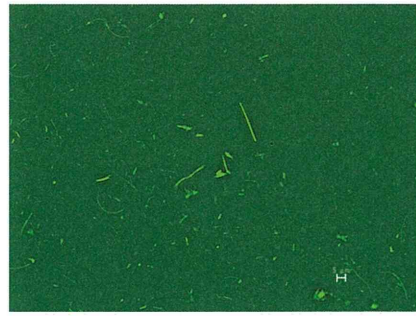


写真 143 ポートの入り口 (3)
(総合倍率 400 倍)

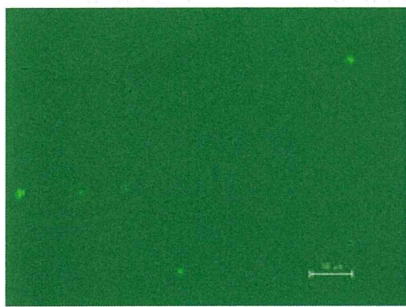


写真 144 除去装置通過後 (3)
(総合倍率 100 倍)

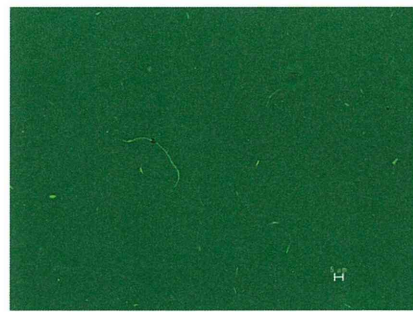


写真 145 除去装置通過後 (3)
(総合倍率 400 倍)

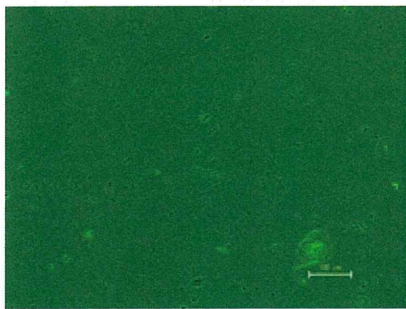


写真 146 ポートの入り口 (4)
(総合倍率 100 倍)

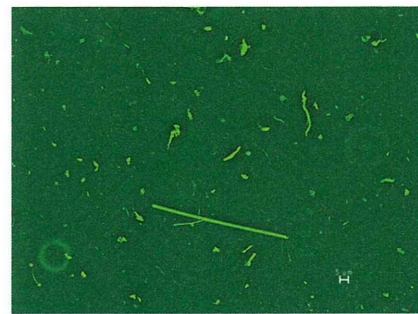


写真 147 ポートの入り口 (4)
(総合倍率 400 倍)

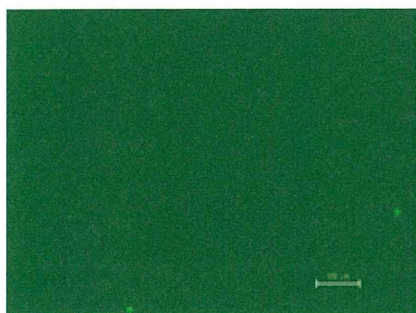


写真 148 除去装置通過後 (4)
(総合倍率 100 倍)

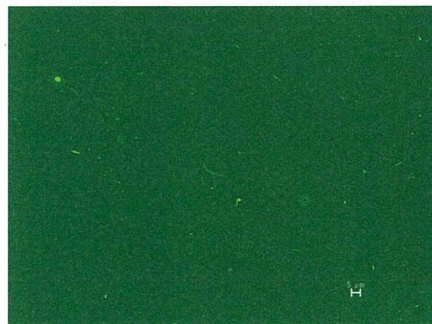


写真 149 除去装置通過後 (4)
(総合倍率 400 倍)

クリソタイル

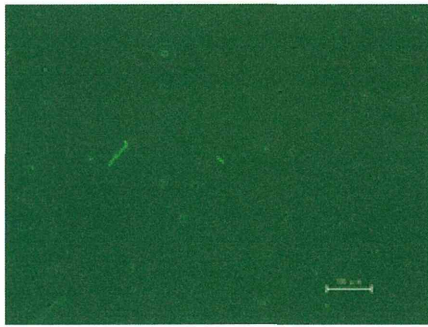


写真 150 ポートの入り口 (1)
(総合倍率 100 倍)

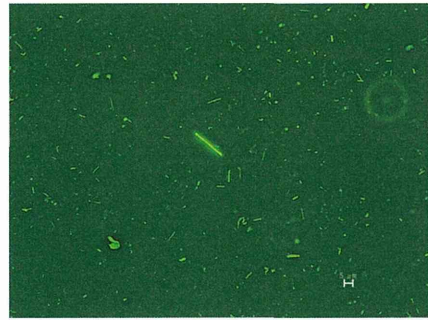


写真 151 ポートの入り口 (1)
(総合倍率 400 倍)

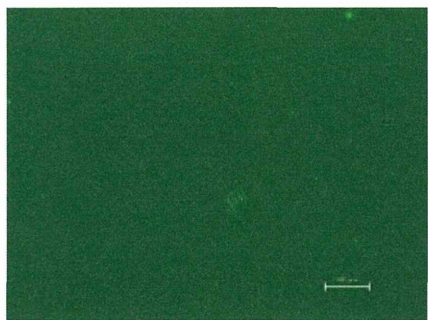


写真 152 除去装置通過後 (1)
(総合倍率 100 倍)

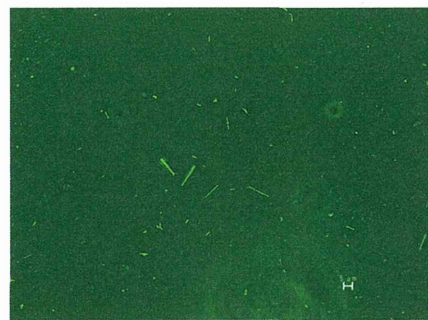


写真 153 除去装置通過後 (1)
(総合倍率 400 倍)

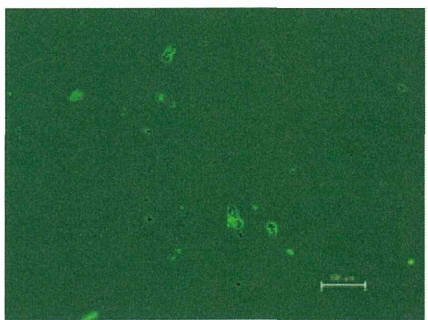


写真 154 ポートの入り口 (2)
(総合倍率 100 倍)

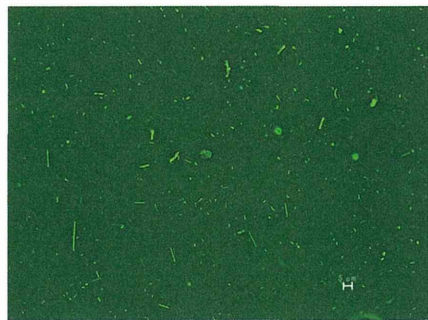


写真 155 ポートの入り口 (2)
(総合倍率 400 倍)

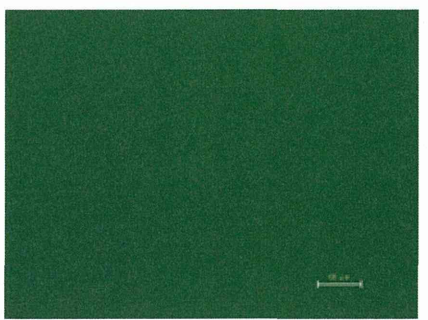


写真 156 除去装置通過後 (2)
(総合倍率 100 倍)

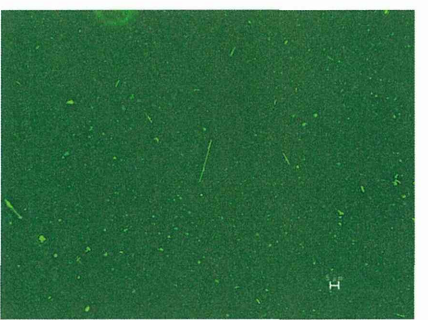


写真 157 除去装置通過後 (2)
(総合倍率 400 倍)

アモサイト