



写真 15 粉碎機の概要

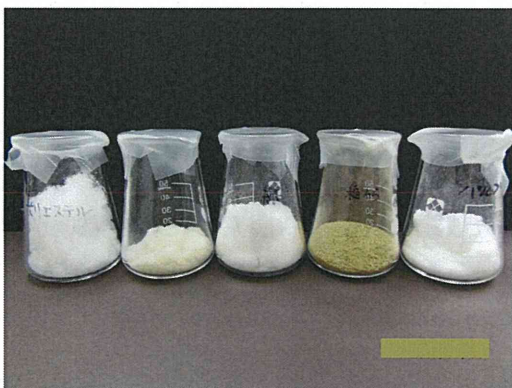


写真 16 粉碎した試料

2. 加熱処理における予備実験

有機質繊維を除去する方法は、JISA1481の「建材製品中のアスベスト含有率測定方法」の分析方法や、JISK3850-1「空気中の繊維状粒子測定方法第1部：光学顕微鏡法及び走査電子顕微鏡法」の分析方法で電気炉等による加熱処理や低温灰化処理装置による除去方法が示されている。

アスベストの種類によっては、比較的熱に強い繊維であるアモサイトやクロシドライトと最も熱に弱いとされるクリソタイルがある。有機質繊維を高温の条件下で燃焼

させてしまえば、有機物を除去することが推測される。しかし高温の条件によっては、クリソタイルは660℃で消失し、800℃でフォーステライトが生成し、1000℃から1500℃でフォーステライトが変性してエンスタタイトの生成が確認されたとの報告がある。あまり高温での処理はアスベスト自身に影響を及ぼすことも考慮すると、最も効果的な方法は有機質繊維を低温灰化処理方法により200℃前後の温度条件下で燃焼させることにより、除去する方法がある。

しかし低温灰化処理装置は、静止試料に対して反応管内を減圧し、真空にして酸素を送り、プラズマを発生させて燃焼させるため、リアルタイムモニターの計測対象の試料のようにサンプリングトレイン内で移動している被検空気内の有機質繊維を燃焼させることは困難である。

そこで本検討では移動被検空気中の有機質繊維を瞬間的に加熱し、繊維を燃焼・消失させる方法を検討することにした。

3. 電気炉を用いた基礎的検討（粉体試料）

有機質繊維等を除去するために、まず電気炉を用いて1で調整した試料を使用して燃焼実験を行った。

この燃焼実験は、電気炉の設定温度を移動被検空気層の空気温度と仮定して実験を行った。

a). 方法

移動空気層に近い条件で実験するため、高温にさらされている時間の短縮化を図るため、電気炉が設定温度に達した時に電気炉の扉を開けて、素早く磁製のつぼを入れ、扉を閉める。扉の開閉により若干設定温度

より温度が低下するが、再び設定温度に達した時にストップオッチで1分間計測した。

1分経過後に電気炉から磁製るつぼを取り出した。その後しばらく放冷した後、それぞれの磁製るつぼの重さを秤量し、各温度条件下における試料の質量変化等を確認することにした。

なお設定温度は、450℃、500℃、650℃、700℃とし、有機質繊維は「パルプ」、「綿」を使用し、無機質繊維は「ロックウール」、アスベストは「クリソタイル」を使用し、各試料1回あたり約100mgを秤量して各設定温度で3回繰り返して実験を行った。

b). 結果

表4から表7に電気炉の設定温度別、繊維の種類別の残存率を示した。

また、図7に各種繊維状物質の残存率を示した。

表4から表7、図7より有機質繊維であるパルプ、綿においては設定温度450℃における残存率がそれぞれ78.7%、89.3%であった。設定温度の上昇に伴い残存率は急激に減少し、650℃を超えると約1%まで減少することが認められた。

また、有機質繊維である稲わらにおいては、パルプ、綿と同様に設定温度の上昇に伴い減少する傾向が認められたが、パルプ、綿のような急激な減少は認められず、650℃、700℃でも約30%の残存率が認められた。

一方、無機質繊維であるロックウールについては、450℃から700℃の設定温度においては、99%以上の残存率を示しており、加熱による繊維の減少効果は見込めないものと考えられる。さらにクリソタイルも設定温度が高くなるにつれて、残存率が減少

する傾向が見られたが、設定温度が700℃でも平均94%の残存率が認められた。

クリソタイルの減量は、クリソタイルに含まれるH₂Oの脱水が考えられる。H₂Oが脱水することにより、鉱物である「クリソタイル」が「フォーステライト等」に変化しているものと考えられる。

さらに写真17から写真20に加熱処理後の状況を示した。

写真17、写真18に示したとおり設定温度が450℃、500℃程度では有機質繊維は不完全燃焼しており、磁製るつぼが黒ずんでいることがわかるが、写真19、写真20に示したように設定温度を650℃、700℃とすると完全燃焼に近い状態、磁製るつぼは白く変化していた。

写真21から写真30は、クリソタイルを屈折率($n_D^{25^\circ}$)1.550の浸液を使用して位相差分散顕微鏡により観察した時の温度別の分散色の変化を総合倍率100倍(接眼レンズ10倍×対物レンズ10倍)と総合倍率400倍(接眼レンズ10倍×対物レンズ40倍)で示したものである。

写真21、写真22は室温におけるジンバブエ産のクリソタイルの分散色である。

クリソタイルの分散色は通常、浸液の屈折率が1.550の時は赤紫色から青色を呈するが、ジンバブエ産のクリソタイルの屈折率は1.550よりも低いいため、写真21、写真22で示したように青色を呈することが多い。

写真23から写真30に示したように500℃から700℃へと設定温度が上昇すると分散色は青色から薄青色、白青色に変化した。

温度が上昇すると、ジンバブエ産のクリソタイルの屈折率が高い方に移行していることが推測される。

設定温度が 650℃では分散色が薄青色になっており、H₂O の脱水によりジンバブエ産のクリソタイルから徐々にフォーステライトに変化する過程であると思われる。

しかし、リアルタイムモニターの繊維状粒子としての「判断基準」は満たすものと考えられ、計数上の問題とはならないものと考えた。

写真 31 から写真 40 は、ロックウールを屈折率 ($n_D^{25^\circ C}$) 1.620 の浸液を使用して位相差分散顕微鏡により観察した時の温度別の分散色の変化を総合倍率 100 倍（接眼レンズ 10 倍×対物レンズ 10 倍）と総合倍率 400 倍（接眼レンズ 10 倍×対物レンズ 40 倍）で示したものである。

写真 31、写真 32 は、室温におけるロックウールの分散色で桃色を呈する。

写真 33 から写真 40 に示したように 450℃から 700℃へと設定温度が上昇すると、ロックウールの分散色は桃色から橙色に変化した。

温度が上昇すると、ロックウールの屈折率が低い方へ移行する傾向が見られた。

しかし、繊維状粒子の形態に変化は見られないことから、加熱による除去効果は見られなかった。

以上のことから、有機質繊維を除去するためには、電気炉の設定温度は最低でも 500℃以上は必要であり、さらに今回実験で使用した稲わらを除去するためには、650℃以上は必要であることがわかった。

前述の被災地での浮遊繊維状粒子の測定結果より、実際の被災地で主に被検空気内に浮遊している繊維状粒子は例えば、アモサイトで平均の長さが 24 μ m で、100 μ m 超えは 2% であり、分散した状態である

ことを考慮すると、今回の実験においては、使用した試料が 500 μ m 以下と比較的長い繊維であり、試料を塊状で加熱していることから、同一濃度でも今回の結果より実際はもっと加熱による除去効果が期待できるものと思われる。

表4 電気炉の設定温度を450℃にした時の残存率

物質名	稲わら					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16269.8	16369.4	16310.7	99.6	40.9	41.1
2回目	16270.0	16373.0	16321.6	103.0	51.6	50.1
3回目	16270.0	16368.5	16311.1	98.5	41.1	41.7
平均	44.3					

物質名	パルプ					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16548.7	16647.8	16626.5	99.1	77.8	78.5
2回目	16549.5	16649.3	16630.1	99.8	80.6	80.8
3回目	16549.3	16647.1	16624.3	97.8	75.0	76.7
平均	78.7					

物質名	綿					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16338.1	16442.4	16425.7	104.3	87.6	84.0
2回目	16338.5	16436.1	16430.1	97.6	91.6	93.9
3回目	16338.5	16439.7	16429.7	101.2	91.2	90.1
平均	89.3					

物質名	ロックウール					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16463.8	16566.0	16565.6	102.2	101.8	99.6
2回目	16463.7	16566.5	16566.8	102.8	103.1	100.3
3回目	16463.7	16568.4	16568.2	104.7	104.5	99.8
平均	99.9					

物質名	クリソタイル					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	17088.2	17190.9	17189.5	102.7	101.3	98.6
2回目	17088.0	17188.4	17187.1	100.4	99.1	98.7
3回目	17088.1	17186.9	17185.8	98.8	97.7	98.9
平均	98.7					

表5 電気炉の設定温度を500℃にした時の残存率

物質名	稲わら					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16269.3	16363.3	16303.8	94.0	34.5	36.7
2回目	16269.5	16374.0	16308.6	104.5	39.1	37.4
3回目	16270.0	16370.7	16306.6	100.7	36.6	36.3
平均	36.8					

物質名	パルプ					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16548.2	16642.8	16549.9	94.6	1.7	1.8
2回目	16548.4	16633.6	16550.5	85.2	2.1	2.5
3回目	16548.8	16647.7	16550.5	98.9	1.7	1.7
平均						

物質名	綿					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16337.6	16436.9	16341.3	99.3	3.7	3.7
2回目	16337.8	16434.3	16341.5	96.5	3.7	3.8
3回目	16338.0	16432.3	16343.2	94.3	5.2	5.5
平均	4.4					

物質名	ロックウール					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16463.5	16561.0	16560.0	97.5	96.5	99.0
2回目	16463.5	16565.3	16564.5	101.8	101.0	99.2
3回目	16463.8	16563.6	16563.2	99.8	99.4	99.6
平均	99.3					

物質名	クリソタイル					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	17087.9	17185.9	17183.8	98.0	95.9	97.9
2回目	17088.0	17187.6	17185.4	99.6	97.4	97.8
3回目	17088.1	17187.0	17185.5	98.9	97.4	98.5
平均	98.0					

表6 電気炉の設定温度を650℃にした時の残存率

物質名	稲わら					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16269.9	16378.7	16301.2	108.8	31.3	28.8
2回目	16269.7	16370.9	16298.0	101.2	28.3	28.0
3回目	16269.5	16369.5	16299.4	100.0	29.9	29.9
平均	28.9					

物質名	パルプ					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16548.7	16652.1	16549.4	103.4	0.7	0.7
2回目	16548.5	16645.1	16548.5	96.6	0.0	0.0
3回目	16548.5	16648.5	16549.4	100.0	0.9	0.9
平均	0.5					

物質名	綿					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16338.1	16439.4	16338.7	101.3	0.6	0.6
2回目	16337.8	16438.9	16339.0	101.1	1.2	1.2
3回目	16337.8	16441.2	16338.3	103.4	0.5	0.5
平均	0.8					

物質名	ロックウール					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16463.9	16563.7	16563.5	99.8	99.6	99.8
2回目	16463.8	16566.7	16566.0	102.9	102.2	99.3
3回目	16463.8	16564.1	16563.8	100.3	100.0	99.7
平均	99.6					

物質名	クリソタイル					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	17088.2	17186.6	17182.5	98.4	94.3	95.8
2回目	17088.0	17186.1	17182.2	98.1	94.2	96.0
3回目	17088.3	17187.2	17182.8	98.9	94.5	95.6
平均	95.8					

表7 電気炉の設定温度を700℃にした時の残存率

物質名	稲わら					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16270.3	16365.3	16299.1	95.0	28.8	30.3
2回目	16269.9	16366.6	16299.8	96.7	29.9	30.9
3回目	16270.0	16370.3	16302.1	100.3	32.1	32.0
平均	31.1					

物質名	パルプ					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16549.3	16652.3	16549.3	103.0	0.0	0.0
2回目	16548.8	16653.3	16549.3	104.5	0.5	0.5
3回目	16548.6	16647.5	16549.8	98.9	1.2	1.2
平均	0.6					

物質名	綿					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16338.6	16444.0	16338.8	105.4	0.2	0.2
2回目	16338.0	16440.4	16340.4	102.4	2.4	2.3
3回目	16338.0	16442.1	16339.2	104.1	1.2	1.2
平均	1.2					

物質名	ロックウール					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	16463.6	16564.6	16564.2	101.0	100.6	99.6
2回目	16463.5	16562.5	16562.4	99.0	98.9	99.9
3回目	16463.6	16567.5	16567.4	103.9	103.8	99.9
平均	99.8					

物質名	クリソタイル					
回数	るつぼ質量 (mg)	るつぼ+試料 (mg)		試料量 (mg)	残さ量 (mg)	残存率 (%)
		加熱処理前	加熱処理後			
1回目	17088.2	17188.4	17179.8	100.2	91.6	91.4
2回目	17088.0	17192.4	17187.6	104.4	99.6	95.4
3回目	17088.1	17186.0	17181.3	97.9	93.2	95.2
平均	94.0					

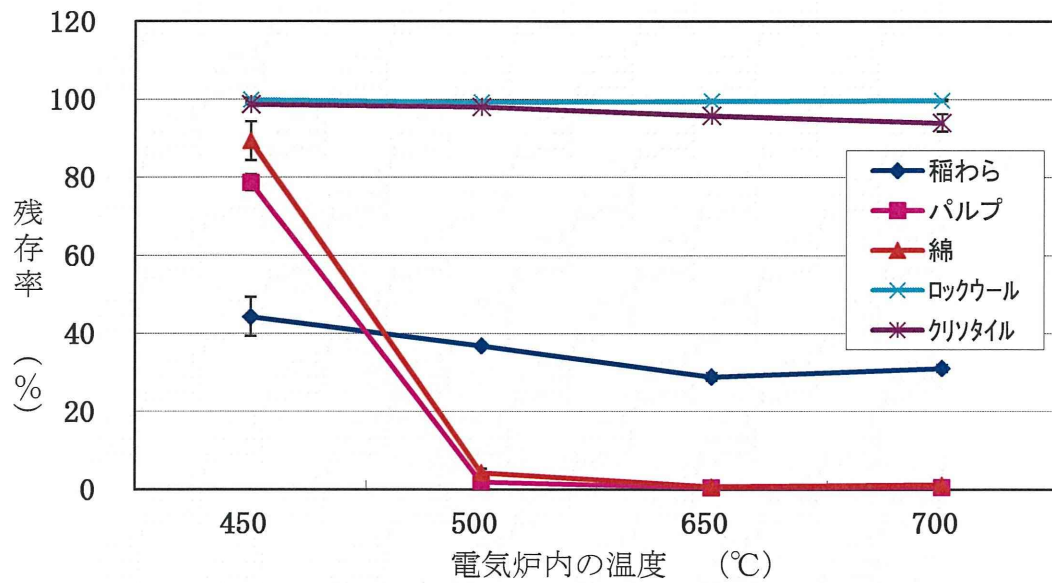


図7 電気炉の設定温度と各種繊維状物質の残存率関係

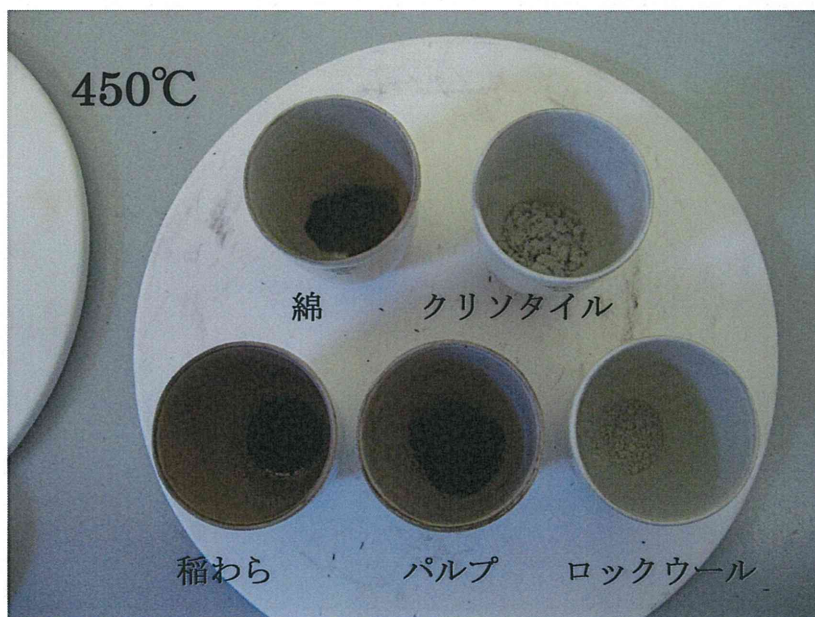


写真 17 450°Cの時の各繊維の加熱処理後の状況

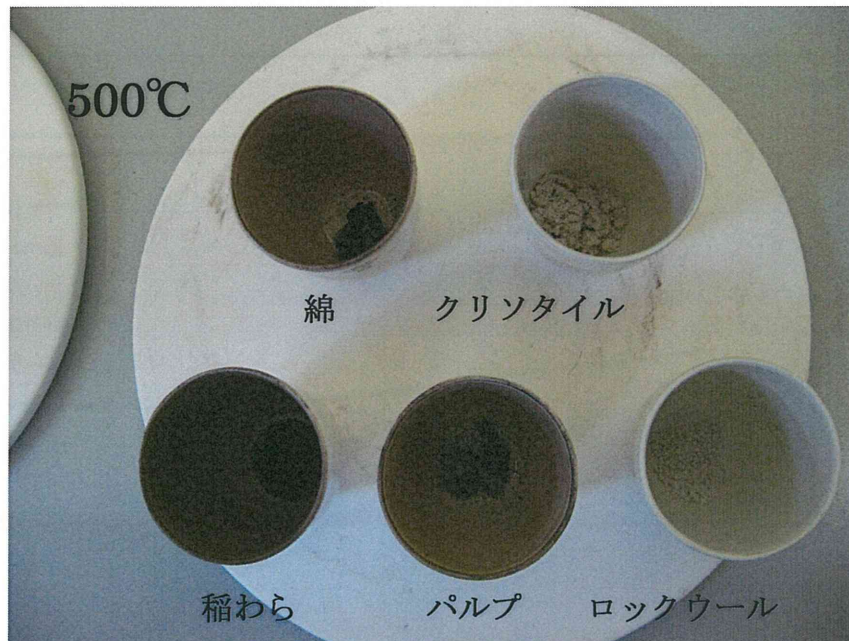


写真 18 500°Cの時の各繊維の加熱処理後の状況



写真 19 650°Cの時の各繊維加熱処理後の状況

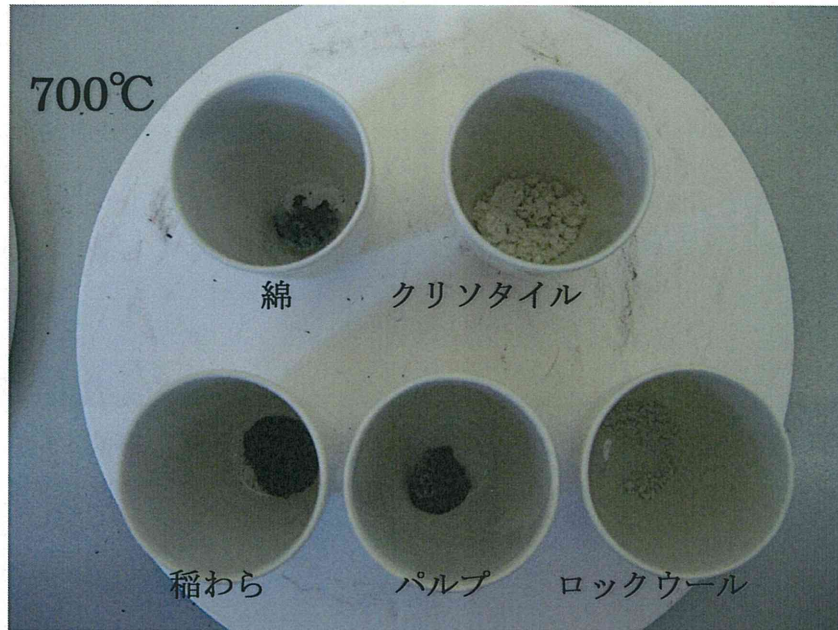


写真 20 700°Cの時の各繊維加熱処理後の状況

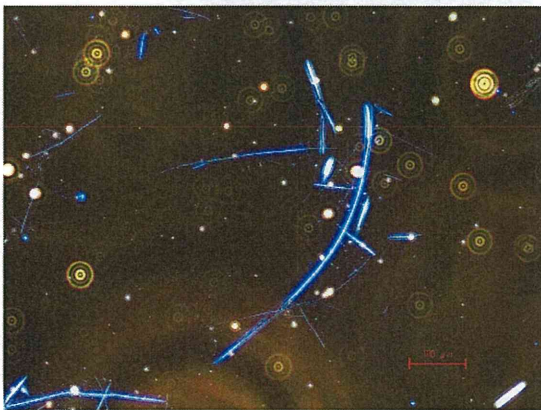


写真 21 クリソタイル (浸液 : 1.550 100 倍)

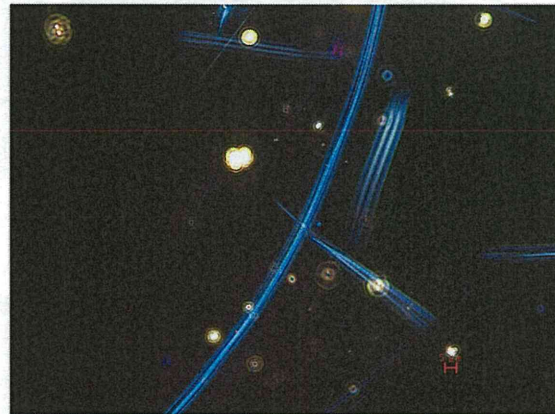


写真 22 クリソタイル (浸液 : 1.550 400 倍)

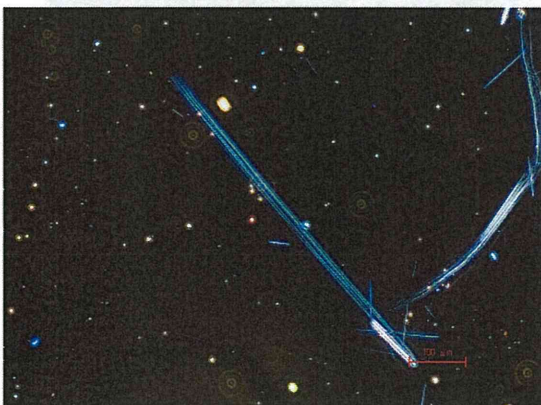


写真 23 クリソタイル 450°C (浸液 : 1.550 100 倍)

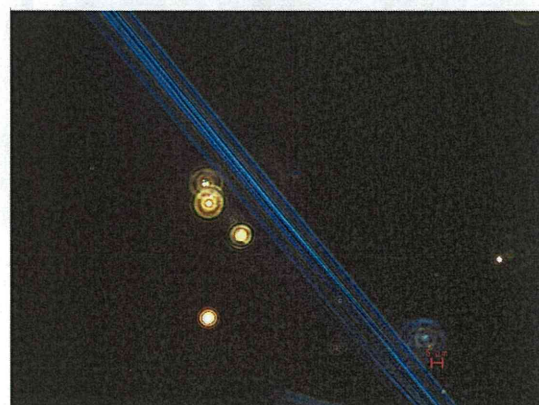


写真 24 クリソタイル 450°C (浸液 : 1.550 400 倍)

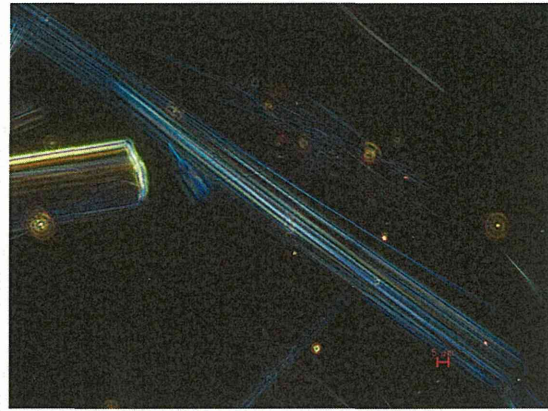
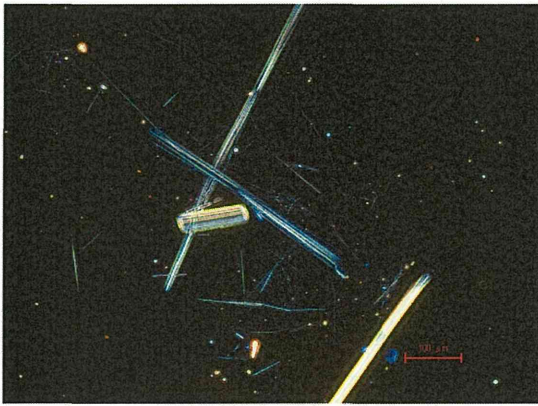


写真 25 ケブラール 500°C (浸液 : 1.550 100 倍) 写真 26 ケブラール 500°C (浸液 : 1.550 400 倍)

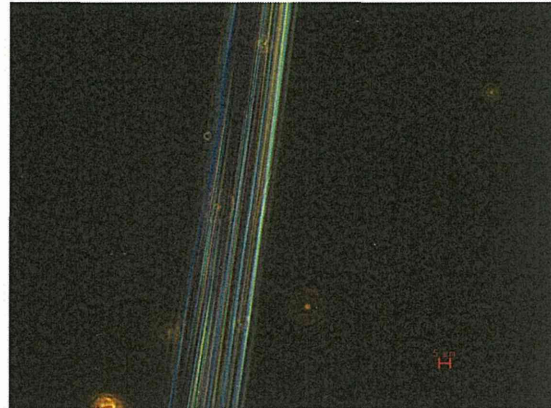


写真 27 ケブラール 600°C (浸液 : 1.550 100 倍) 写真 28 ケブラール 600°C (浸液 : 1.550 400 倍)

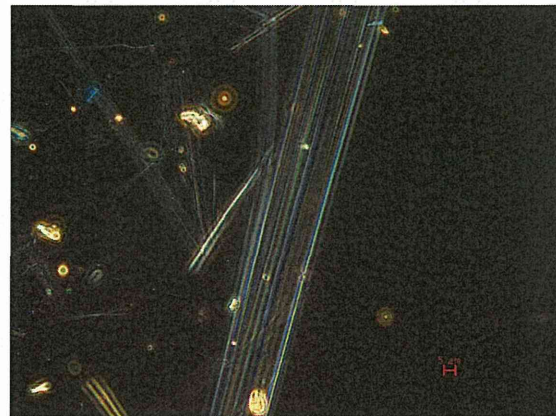


写真 29 ケブラール 700°C (浸液 : 1.550 100 倍) 写真 30 ケブラール 700°C (浸液 : 1.550 400 倍)



写真 31 ロククワール (浸液 : 1.620 100 倍)

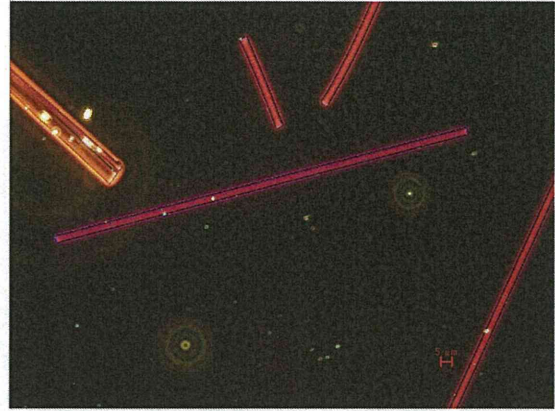


写真 32 ロククワール (浸液 : 1.620 400 倍)

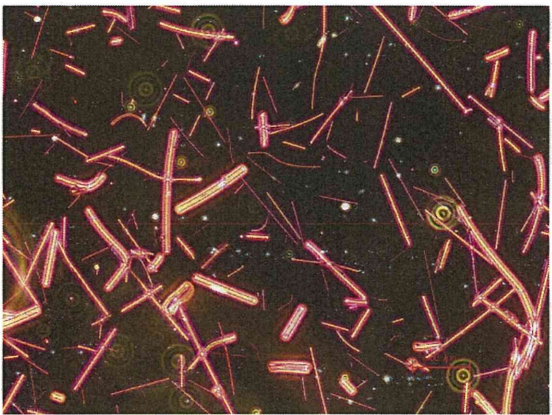


写真 33 ロククワール 450°C (浸液 : 1.620 100 倍)

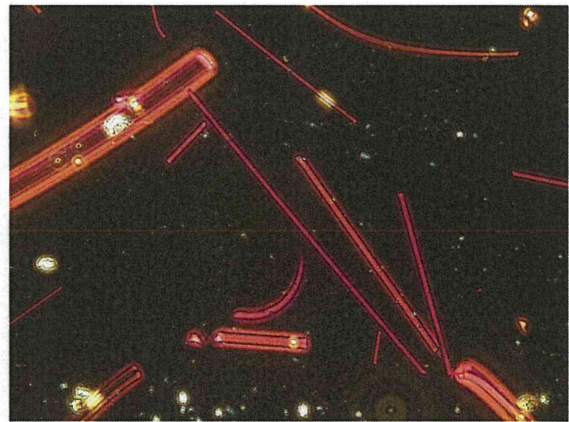


写真 34 ロククワール 450°C (浸液 : 1.620 400 倍)



写真 35 ロククワール 500°C (浸液 : 1.620 100 倍)

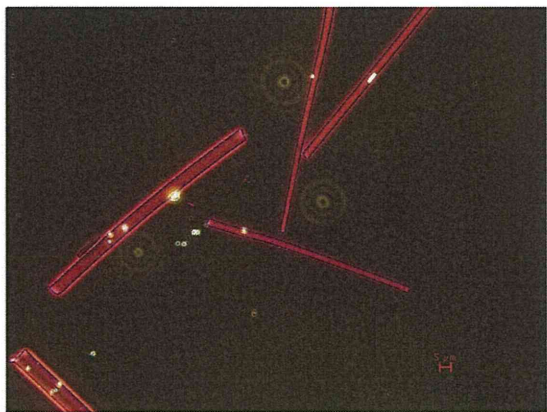


写真 36 ロククワール 500°C (浸液 : 1.620 400 倍)

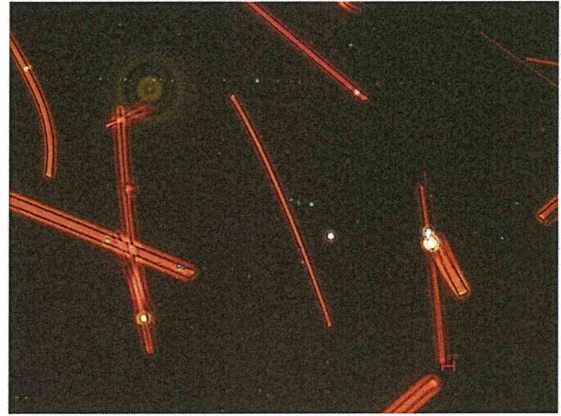
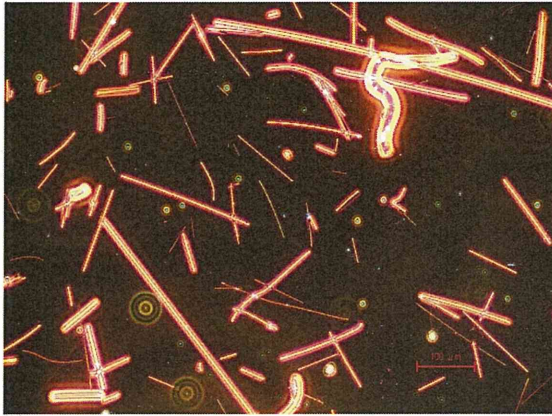


写真 37 ロックウール 600°C (浸液 : 1.620 100 倍) 写真 38 ロックウール 600°C (浸液 : 1.620 400 倍)

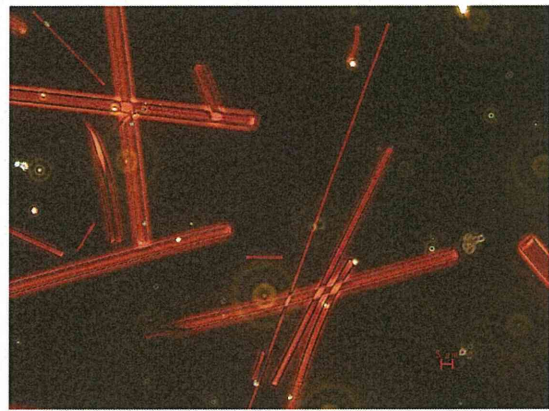
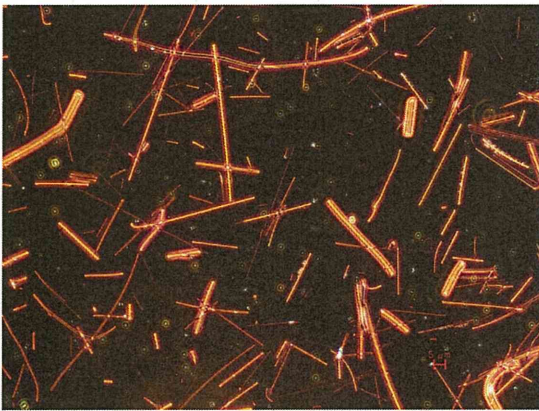


写真 39 ロックウール 700°C (浸液 : 1.620 100 倍) 写真 40 ロックウール 700°C (浸液 : 1.620 400 倍)

4. 有機質繊維除去装置を用いた検討

a). 装置の長さとの通過時間の関係

有機質繊維の除去には、通過する空気の温度条件が重要であるとともに、高温となっている部分をどの程度の時間で通過するかによって、有機質繊維を除去できるか否かが分かれるため重要である。

市販されている4社のリアルタイムモニターの採気流速は、いずれも2L/minと同じであることから、通過速度の違いは配管の直径が大きく影響する。

表8に配管の直径と通過速度（面速）の関係を示した。表8より、電気炉等の熱がかかっている部分の長さを同じと仮定した場合、通過する管の直径が大きくなるほど通過時間は長くなる。例えば直径0.5cmの配管の場合の通過速度（面速）は、170cm/secで、配管の直径が1.4cmの配管の場合は21.7cm/secである。

さらに有機質繊維を加熱処理により除去させるためには、温度がかかっている距離（加熱管）を長くすることが必要である。例えば加熱管の長さを2mとした場合、配管直径が0.5cmの通過時間は1.2秒で、配管の直径が1.4cmの通過時間は9.2秒となる。

b). ステンレス管を使用した有機質除去装置の基礎的検討

i). 方法

有機質繊維除去装置の実験装置として写真41に示したとおり、外径φ10mm×内径φ8mm×長さ2mのステンレス製の加熱管にリボンヒーターを巻きつけて、加熱して有機質繊維を除去する実験を行っ

た。

ステンレス製の過熱管を使用する利点としては、構造が簡単であり、将来小型化を目指す場合、過熱管をある一定の大きさに巻き付けることで、サイズを凝縮させることが可能であり、小型化が最も可能であることと、開発費用が最も安価であることから、過熱管を使用して試みることとした。

サンプリング系統図を図8に示した通りである。

被検試料はパルプとして、繊維状粒子発生装置により発生し、希釈トラップを通過した繊維を三口サンプリングポートに貯留し、サンプリングポートから直接、白色メンブランフィルターφ25mmによるろ過捕集方法でサンプリングを行うとともに、サンプリングポートに過熱管を連結し、有機質繊維の除去装置通過後の空気をろ過捕集方法でサンプリングした。

サンプリング流量は2L/minとし、30分間測定を行い、サンプリング後、各々の白色メンブランフィルターはアセトン蒸気発生装置（クイックフィックス）により透明化処理を行い、トリアセチンを滴下後、カバーガラスを載せて標本を作成した。

各標本は位相差顕微鏡（ECL IPSE800：ニコン社製）を使用して計数分析を行い、両者の繊維数濃度の差から除去効果の確認を行った。



写真 41 有機質除去処理装置の概要

このため、500℃以上の温度状態が保てるような電気炉のような密閉空間の条件下において、実験を進めることとした。

ii). 結果

表 9 にステンレス製加熱管による有機質繊維除去装置の除去効果の結果を示した。

表 9 に示したとおり有機質繊維の 3 回の除去率の平均値は 8.3%であり、いずれもパルプの除去率は低く、最大でも除去率が 10%を超える程度であった。また 3 回目のように加熱管を通過する繊維が多い場合は除去効果がほとんど見られなかった。

この原因としては、リボンヒーターの設定温度は、500℃近くであったが、過熱管とに接触している部分の表面温度が約 300℃であった。このため、想定していた温度まで空気温度を上昇させることができなかった。また、加熱部分を解放して実験を実施していた、加熱した熱が表面から放熱してしまい、想定していたより、温度を上昇することができなかったものとする。また、温度の上昇を見込めないことも考慮し、過熱管の長さを 2m とし、加熱温度が低さを通過距離で補うことを考慮したが、温度条件が重要なファクターであることがわかった。

表 8 配管の直径と通過速度の関係

管の直径 (c m)	配管の 断面積(cm ²)	流量(cm ³ /min)	面速 (cm/sec)
0.5	0.196	2000	169.9
0.6	0.283	2000	118.0
0.7	0.385	2000	86.7
0.8	0.502	2000	66.3
0.9	0.636	2000	52.4
1.0	0.785	2000	42.5
1.1	0.950	2000	35.1
1.2	1.130	2000	29.5
1.3	1.327	2000	25.1
1.4	1.539	2000	21.7
2.5	4.906	2000	6.8

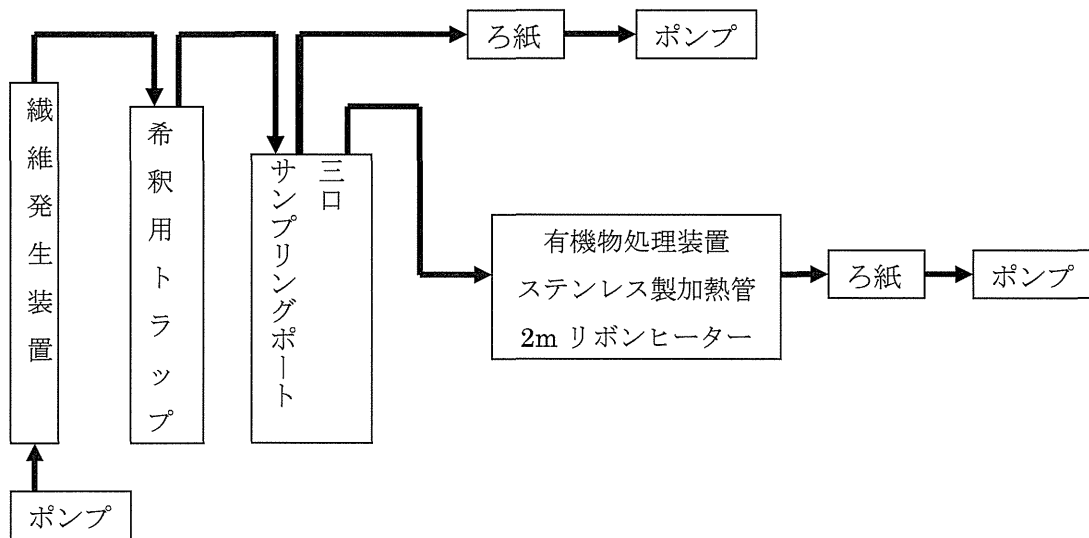


図 8 有機質繊維除去装置のサンプリング系統図

表9 ステンレス管による有機質
繊維除去処理装置の結果

回数	①加熱前 総繊維数 濃 度 (f/L)	②加熱後 総繊維数 濃 度 (f/L)	除去率 (%)
1	21.5	19.7	8.4
2	218.7	188.2	13.9
3	1855.3	1806.9	2.6
平均			8.3

c). 市販の有機質繊維除去処理装置による検討

i). 設定温度と空気温度の関係

有機質繊維除去処理装置は写真42に示したとおり市販品（OFE-3型）があるため、最適な有機質繊維除去効果を確認するための加熱部分の空気温度の確認を行った。



写真42 有機質繊維除去処理装置の概要

1). 方法

写真43に示したデジタル温度調節器（STT-12K:三商社製）を使用して、2L/minの流量で電気炉を通過させた時の電気炉

付近の空気温度を計測することとした。

なお、有機質繊維除去装置の設定温度は400℃から800℃までを計測した。

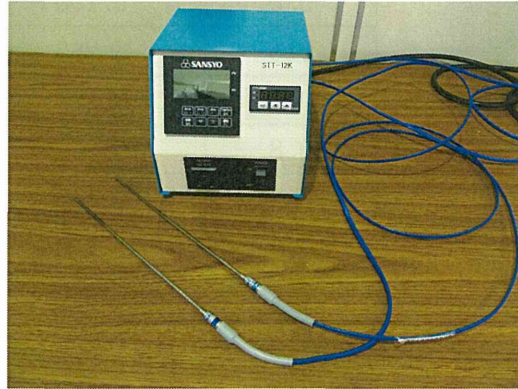


写真43 デジタル温度調節器の概要

2). 結果

図9に市販の有機質繊維除去装置の設定温度と空気温度の関係を示した。図9より両者の関係は、 y （空気温度） $=0.99x$ （設定温度） -99.32 であり、相関係数は0.99と良好な直線性を示した。この関係式から推定すると、電気炉の設定温度が630℃の場合、電気炉を通過する空気温度は約520℃であり、設定温度が800℃の場合は空気温度が約690℃であることがわかった。

d). 繊維形態の有無の確認

i). 方法

c). 1). の結果から、市販されている有機質繊維除去処理装置の電気炉の設定温度を変えて、有機質繊維の除去効果を顕微鏡で検鏡することによる形態観察を行うこととした。

有機質繊維は「稲わら」、「綿」、「ウール」、「ポリエステル」、「パルプ」を使用

して、有機質繊維除去装置の電気炉の市販されている設定温度である 630℃（空気温度が約 520℃）と電気炉の設定温度を 800℃（空気温度が約 690℃）に上げた場合における有機質繊維の除去効果を確認することとした。

写真 44 に実験装置の概要を示すとともに図 10 にサンプリング系統図を示した。

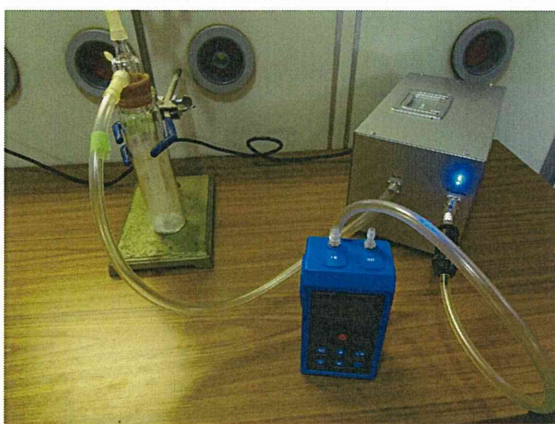


写真 44 実験装置の概要

図 10 よりパターン 1 の測定は、有機質繊維除去装置を通過させた後、白色メンブランフィルターφ25mmによるろ過捕集方法で 2L/min で 1 分間測定を実施した。

サンプリングした後のろ紙を位相差顕微鏡で検鏡し、繊維形態が見られるかを確認することとした。

また、パターン 2 の測定は有機質繊維除去装置を通過せず、直接インピンジャーで発生した繊維をろ紙に捕集することで、有機質繊維除去装置通過後の繊維形態に変化が見られたかを確認するためのサンプリングを行った。

ii). 結果

表 10 に電気炉の設定温度を 630℃と 800℃にした場合の有機質繊維の除去効果を位相差顕微鏡により形態観察を実施した結果を示した。

表 10 より、いずれの有機質繊維も市販されている有機質繊維除去処理装置の電気炉の設定温度（630℃）では有機質繊維を除去することはできなかった。

さらに電気炉の設定温度を 800℃に変更しても繊維形態が確認され、有機質繊維を除去することはできなかった。

写真 45 から写真 64 に有機質繊維除去装置を通過させない場合（室温）と設定温度が 800℃における総合倍率 100 倍および 400 倍の顕微鏡写真を示した。

e). リアルタイムモニターを使用した場合の有機質繊維除去装置の除去効果の確認

次の検討項目として、リアルタイムモニターをサンプリング経路に組み込むことで有機質繊維の除去率を確認することとした。

サンプリング系統図は図 11 に示したとおりであり、リアルタイムモニターを除去装置の前後に各 1 台を接続した。

i). 方法

リアルタイムモニター 2 台を使用し、図 11 に示したサンプリング系統図のように機器を設置して検討することとした。希釈トラップからの空気の流れは、まず 1 台目のリアルタイムモニターを通過し、繊維を計測した後、市販の有機質除去装置を通過後、2 台目のリアルタイムモニターを通過し、繊維を計測する。

本来、リアルタイムモニターには一定の流量を取り込むためにポンプが内蔵されているが、希釈トラップから取り込んだ空気を2台目のリアルタイムモニター取り込む場合は、閉鎖系の流れにしなければならない。そこで1台目のリアルタイムモニターを通過させるための動力は、2台目のリアルタイムモニターの動力で稼働するように、配管をつなぎ直して実施することとした。

今回の実験に使用するリアルタイムモニターは、柴田科学(株)製のF-1型(以下「F-1」という)とした。

写真65に外観を表11にF-1の概略仕様を示した。

なお、これらの実験をするにあたり、2台のF-1の器差を確認した上で実験を進めることとした。

器差の確認方法は、チャンバー内にジンプエ産のクリソタイルを発生させ、相対濃度計(LD-5型柴田科学社製)を使用してチャンバー内の相対濃度を確認し、均一にした後、対角線上のサンプリング位置にF-1を接続し、10分間測定を繰り返し実施し、2台のF-1の計測値を比較した。

2台のF-1の計測値を比較した結果、同一環境下においても若干ではあるが異なっていたので、2台の計測値が同じ数値になるように補正係数を求め、補正することとした。

実験に使用した有機質繊維は、「綿」、「稲わら」、「パルプ」とし、電気炉の設定温度条件は、450℃、600℃、800℃の3段階とした。

ii). 結果

表12、図12に市販の有機質除去装置を3段階の温度に設定した場合の有機質繊維の除去効果を示した。

表12、図12より3種類の有機質繊維も温度を上げることにより除去率が高くなった。有機質繊維のみを対象として考えた場合、設定温度が800℃(空気温度が約690℃)であれば、全体の8割程度の有機質繊維を除去することが可能であることがわかった。

市販されている有機質繊維除去装置の電気炉部分の外観を写真66に示した。この市販の有機質除去処置装置の場合、電気炉の熱源部分の長さは約11cmで、熱源を通過する配管は、外径約13mmで内径約8.85mmであった。

なおリアルタイムモニターの取り込み流量は2L/minであることから、熱源部分の通過時間は0.2秒である。このため、市販の電気炉の設定温度では、有機質繊維の除去は不十分であり、さらに電気炉の設定温度を800℃に上げても、有機質繊維の除去率は、8割程度が限界であった。

有機質繊維の除去率が8割程度しか見込めなかった原因は、設定温度条件は800℃と問題は無いと考えるが、リアルタイムモニターの取り込み流量が2L/minであることから、通過時間が0.2秒と短いため、繊維形態を変化させるまでには至らなかったものと思われます。このため、加熱部分の距離も考慮し、通過時間を0.2秒以上の条件下で、実験することを考慮して使用する機器等を検討し、実験することとした。