

図5 石綿除去作業者の個人ばく露濃度の経時変化 (粉じん)

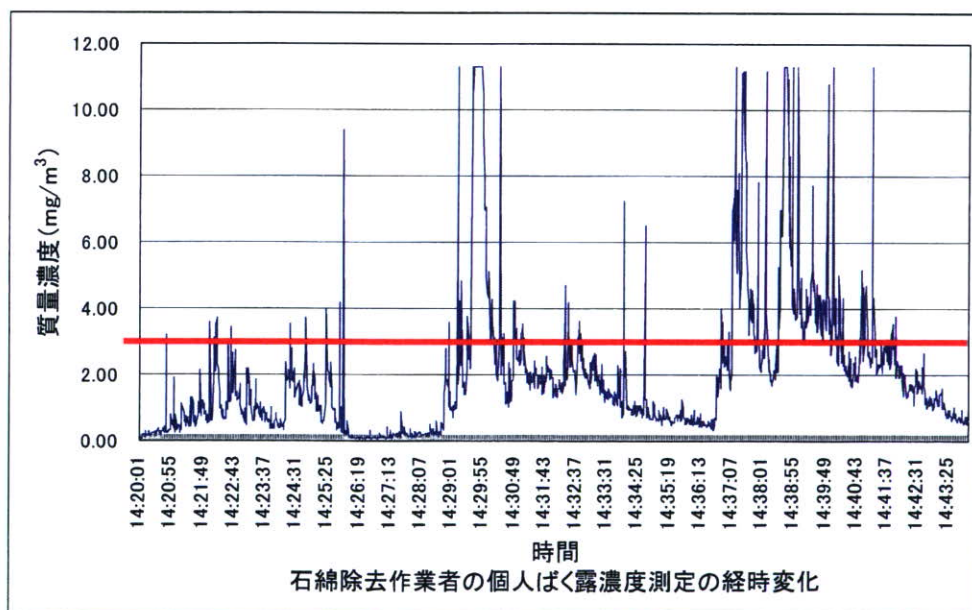


図6 石綿除去作業者の個人ばく露濃度の経時変化 (粉じん)

5. 考察

今回の研究の結果、吹付け材の除去作業中の測定方法としては、対象物質を「石綿」と「粉じん」の2種類を対象に測定を行ったが、「石綿」として測定することが有効であった。

ただし、石綿を測定する場合は、メンブランフィルターに粒子状物質が付着しすぎたり、繊維状粒子が多く付着しすぎた場合、計測誤差の原因になるため、サンプリング流量、測定時間を考慮してサンプリングする必要がある。このため、石綿以外に結晶質シリカが含まれている成形板等を除去する作業では、粉じん計を持参し、粉じんの相対濃度が高い値を示す場合は、「粉じん」として管理することも有効な手段ではないかと思われた。

ただし、除去作業者の呼吸域付近のデータにおいては、「石綿」、「粉じん」であっても瞬時値は、高濃度を示すことがあることがわかった。また、養生作業内は、密閉空間であり、気流の影響は少なく、高濃度作業のため、作業環境測定のように測定点を5点以上採取する必要はないのではないかと考える。

繊維状粒子自動計測器による石綿濃度測定の見直し

現在空気中の石綿の測定は吸引ポンプを使用してメンブランフィルターに捕集し、アセトン蒸気による透明化処理を行い位相差顕微鏡で計数する肉眼計数(PCM)方法であるが、この方法は試料の前処理を行うために迅速な計数分析結果の提出が困難である。建物の解体作業においては、迅速な計数結果が要求されるケースが多い。そこで、平成18年度は、FAM-7400、ARM-IIの2機種種の繊維状粒子自動計測器と通常のメンブランフィルターに捕集して位相差顕微鏡を行うPCM法による繊維数濃度の関係について現場調査を行い検討したが、今回調査に使用した繊維状粒子自動計測器(リアルタイムレーザーファイバーモニター)は、F-1(写真1)、FS-1(写真2)の2機種で、浮遊粒子の中から繊維状エアロゾル(繊維状粒子)だけを識別して、それらの繊維数濃度を算出する計測器として開発されたものを使用して現場調査を行い繊維数濃度の関係を検討した。



写真1



写真2

1. 仕様、構造

表1にF-1、FS-1の2機種種の繊維状粒子自動計測器の主な仕様を示した。また、図1、図2に構造外略図を示した。

図1より試料空気は吸引ポンプで空気取り入れ口から内部に導入され、検出部内を通過してバックアップフィルターを経て外部に排気される。検出部は4つの電極からなる高圧管があり、高電圧の直流電圧と交流電圧を重ねて加えた電場の中を繊維状粒子が通過すると振動する。繊維状粒子の振動により、検出部内に照射された半導体レーザー光は散乱する。散乱光は光電子増倍管で検出され、繊維状粒子が振動しながら検出部内を通過すると、散乱光強度がパルス状に変化する。一方、非繊維状粒子は検出部内を通過しても電場の振動による散乱光強度の変化はほとんど現れない。散乱光のパルスは繊維状粒子の繊維が長く太いほどピークが高く、パルス面積は繊維が長いほど大きくなることから散乱光パルスのピークと面積の比により、繊維状粒子濃度を測定することができる。

表1 F-1とFS-1の主な仕様

型 式	F-1	FS-1
光 源	半導体レーザー	
測定範囲	0.0~1000 f/L	0~150 f/L
吸引流量	2L/min	0.5L/min
表 示 器	LCD (タッチパネル)	グラフィックLCD
表 示 内 容	<ul style="list-style-type: none"> ●カウント数 (Count) ●繊維状粒子濃度換算値 (f/L) ●時間 (現在時刻、設定・経過・残時間) ●吸引流量 ●各種異常表示 (レーザー出力、バッテリー等) 	<ul style="list-style-type: none"> ●カウント数 (Count) ●繊維状粒子濃度換算値 (f/L) ●設定測定時間 (0時間00分~9時間59分) ●測定残時間 (0時間00分~9時間59分) ●バッテリー容量
出 力	<ul style="list-style-type: none"> ●USB ●RS-232C ●プリンター ●パルス (オープンコレクター) 	<ul style="list-style-type: none"> ●電圧出力 (0~150f/L : 0~1V) ●アラーム (1カウントごとにブザー音を鳴らす)
測定モード	ダウンタイマー、マニュアル	
電 源	ロギング	
充電動作時間	AC100V (ACアダプター) とニッケル水素蓄電池の併用	
使用環境	約4時間 連続動作 (25℃)	
寸法(突起物を除く)	約380(W)×230(D)×240(H) mm	約8時間 連続動作 (25℃)
質 量	約5.2kg	0~40℃ 5~90%rh (但し、結露がないこと)
付 属 品	約2.6kg	約380(W)×230(D)×240(H) mm
	ACアダプター、ハードケース、ゼロエアフィルター、保管用透明袋 各1	210(W)×100(D)×180(H) mm
		ACアダプター、ハードケース、ゼロエアフィルター、シリコンチューブ(φ6×φ3mm、長さ200mm)、保管用透明袋、肩掛けベルト 各1

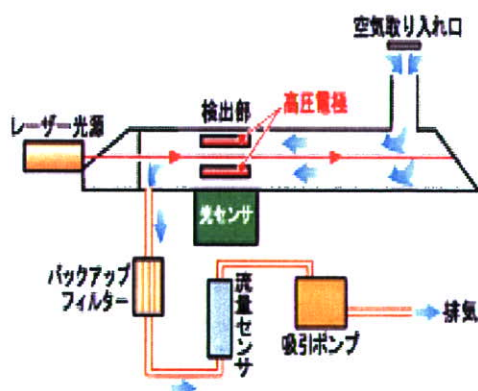


図1 F-1の構造外略図

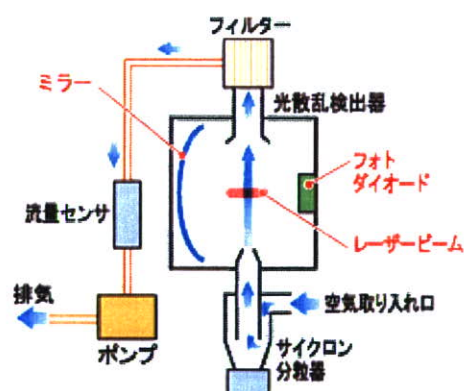


図2 FS-1の構造外略図

2. 検討方法

石綿含有建築材料の解体作業を実施している2現場において、通常石綿測定の手続きで実施するF-1とFS-1を並行測定した。A現場サンプリング流量と時間は5 L/minで120分間、B現場は、1 L/minで60分間とした。PCM法によるメンブランフィルターは、ミリポア社製 $\phi 25\text{mm}$ ポアサイズ $0.8\ \mu\text{m}$ を使用した。

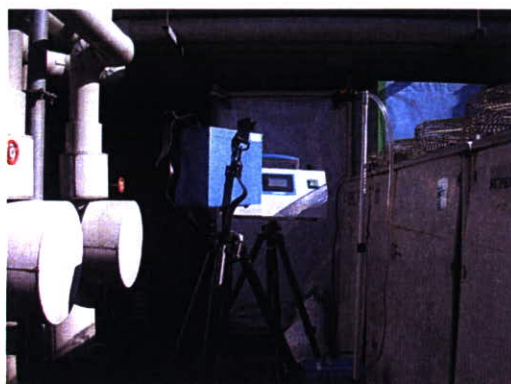


写真3 A現場



写真4 B現場

3. 検討結果

表2にPCM法とF-1とFS-1の測定結果の比較を示した。表2より2現場における測定結果は、F-1は、PCM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。FS-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2 PCM法とF-1およびFS-1の測定結果一覧

現場	No.	PCM法 (F/L)	繊維状粒子自動計測器	
			F-1 (F/L)	FS-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

4. 考察

繊維粒子自動計測機器による結果と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。

石綿除去作業中の作業環境測定等におけるサンプリング上の問題点

石綿障害予防規則や、建築改修工事監理指針（国土交通省大臣官房長官官繕部監修）では、養生した石綿除去作業場内において石綿測定を実施することとなっているが、吹付け石綿を除去する工法として、鉄骨に吹付けられている石綿に高圧力の水をあてて剥離する「ウォータージェット工法」がある。

ウォータージェット工法による剥離作業は、写真 1 のような水を噴射するノズルを使用して水圧を利用して除去作業を行なう。このため写真 2 の作業者のようにタイベックに吹付け石綿が混ざった水しぶきを浴び、かなり激しく汚れ、地面は写真 3、写真 4 のように水浸しの状況であった。

作業者は、鉄骨に吹付けられた石綿に水を噴射しながら移動して剥離作業を行なう。このため作業者にサンプラーを装着することや定点での測定は、測定機器が水を被り測定自体が困難である。

また作業中に集じん装置を 6 台設置していたが、剥離作業付近の集じん装置は、ミスト状の水分も吸引しているため、一定の集じん能力を担保できていたかは不明であるとともに装置の故障の原因になる場合が考えられる。

この工法は、剥離作業が終わると地面におちた水分を含んだ吹付け材を洗浄して洗い流す作業が行なわれる。このため 1 区画の面積が広い場合は、一番先に剥離した箇所では、水にぬれて落ちた吹付け材が乾燥した場合、石綿飛散防止剤を噴霧しているわけではないので、再飛散する恐れが考えられる。



写真1



写真2



写真3



写真4