

200501011A

別添2

厚生労働科学研究費補助金

労働安全衛生総合研究事業

石綿含有建材の解体工事現場で作業する労働者の

石綿ばく露状況の評価に関する研究

平成17年度 総括研究報告書

社団法人 日本作業環境測定協会

平成18(2006)年 3月

目 次

I. 総括研究報告

石綿含有建材の解体工事現場で作業する労働者の

石綿ばく露状況の評価に関する研究 1

(資料 1)

1. 石綿含有建材が使用されている建築物室内の繊維数濃度の測定結果 5

(資料 2)

2. 石綿含有建材の解体・改修工事現場の測定結果 9

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

石綿含有建材の解体工事現場で作業する労働者の
石綿ばく露状況の評価に関する研究

主任研究者 小西 淑人 社団法人 日本作業環境測定協会 調査研究部部长

研究要旨：石綿は、不燃・耐熱性、絶縁性、耐薬品性等に優れた性質を持ち、しかも経済性に飛んでいるため、様々な製品に使用されている。国内における石綿の使用量の約80%は石綿スレート、石綿セメント板等の石綿含有建築材料として使用されている。これらの石綿含有建築材料は、そのままでは石綿粉じんを発散することはほとんどないが、施工にあたっての電動工具を用いた切断や、石綿含有建築材料が使用されている建築物の解体・改修等の作業においては石綿粉じんを発散し、これらの作業に従事する労働者の健康障害を引き起こすおそれがある。以前は、吹き付け石綿を使用している建築物の解体等の作業（特定粉じん排出等作業）については規制されていたが、石綿含有建築材料を使用した建築物の解体等に伴う石綿の飛散等については未規制であった。そこで、厚生労働省では「石綿障害予防規則」を制定し、平成17年7月より施行された。この中には、石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事に係る事項についても盛り込まれている。本研究では、石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事に伴う労働者について石綿ばく露濃度等の測定手法を検討するとともに、石綿含有建材が使用されている室内を8現場、石綿含有建材の解体・改修工事現場を10現場で測定を実施し、計測されたデータによる評価手法についても検討を行う。

名古屋俊士：早稲田大学 理工学部
環境資源工学科、教授
富田 雅行：ニチアス株式会社 技術本部
環境管理室、室長
鈴木 治彦：社団法人日本作業環境測定協会
精度管理センター、係長
伊藤千賀子：社団法人日本作業環境測定協会
調査研究部

A. 研究目的

石綿粉じんによる健康障害の防止については、特定化学物質等障害予防規則（以下「特化則」という。）に定める措置および昭和51年5月22日付け基発第408号「石綿粉じんによる健康障害予防対策の推進について」等の通達により、その推進が図られてきた。わが国で産業用に使用されてきた主な石綿の種類は、蛇紋石系石綿（クリソ

タイル)と角せん石系石綿(クロシドライト、アモサイト)であるが、そのほとんどは輸入されており、輸入量の95%はクリソタイルが占めている。国内における石綿の使用量の約80%は石綿スレート、石綿セメント板等の石綿含有建築材料として使用されているため、建設業においても、建築物の解体または改修の工事における労働者等の石綿粉じんへのばく露による健康障害の防止のための対策が講じられてきた。石綿含有建築材料は、そのままでは石綿粉じんを発散することはほとんどないが、施工にあたっての電動工具を用いた切断や、石綿含有建築材料が使用されている建築物の解体・改修等の作業においては石綿粉じんを発散し、これらの作業に従事する労働者の健康障害を引き起こすおそれがある。以前は、吹き付け石綿を使用している建築物の解体等の作業(特定粉じん排出等作業)については規制されていたが、石綿を含有する建築材料を使用した建築物の解体等に伴う石綿の飛散等については未規制であった。そこで、厚生労働省では平成17年2月に「石綿障害予防規則」を制定し、同年7月1日より施行した。この中には、石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事に伴う労働者についての対策等が盛り込まれており、当該労働者に対する健康障害防止に関わる措置等が強化されている。

そこで、本研究では、従来の石綿濃度測定方法の改善、即ち、環境空气中に存在する繊維状粒子のうち、石綿繊維のみを選別して測定できる方法について、実用可能な手法を確立するとともに、本方法により10の作業現場で測定を実施し、石綿ばく露濃度の測定手法を検討するとともに、計測さ

れたデータによる評価手法についても検討を行った。

B. 研究方法

(1) 環境空气中に存在する繊維状粒子のうち、石綿繊維のみを選別して測定できる手法の検討

実験室内に設置したダストチャンバー内に標準石綿繊維を発生させ、対象試料をサンプリング後、フィルターの処理方法を検討し、適切な浸液と位相差。分散顕微鏡の分散対物レンズの組み合わせによる計数分析手法について検討し、測定手法を確立する。

(2) 石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事の作業現場の選定

石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事に関わる測定可能な現場の選定を行う。

(3) 石綿飛散濃度、石綿ばく露濃度の測定のための試料のサンプリング

作業現場において石綿飛散濃度、および石綿ばく露濃度を測定するために試料のサンプリングを行う。

(4) 測定対象の石綿含有建築材料中に含まれる石綿の種類調査

当該作業で解体・改修の対象となった石綿含有建築材料の採取を行う。

(5) 石綿含有建築材料中に含まれる石綿の種類分析

X線回折装置により定性分析を行うとともに、分散染色法により、形状と分散色の確認を行い、両者の結果から含有する石綿の種類を同定する。

(6) サンプリング試料の分析

サンプリングした試料の前処理を行い、

40 倍の分散対物レンズを装着した位相差・分散顕微鏡を使用して、従来法による総石綿繊維数と新法による無機質総繊維数、石綿繊維数を区別して計数分析を実施し、各繊維数濃度を算出する。

(倫理面への配慮)

実験室および作業現場における調査であり、人または動物を用いた研究は行わないため倫理面の問題はないと判断する。

C. 研究結果

(1) 環境空気中に存在する繊維状粒子のうち、石綿繊維のみを選別して測定できる手法の検討結果

分散染色法による環境空気中の石綿濃度測定についての検証を行うために、実験室内の石綿発じん用チャンバーを使用して、標準クリソタイル (J AWE 121)、標準アモサイト (J AWE 221)、標準クロシドライト (J AWE 321) を発生させて、 $\phi 25$ mm のセルローズエステル白色メンブランフィルターでサンプリングを行い、フィルターを 2 等分し、一片は従来法による総繊維数濃度を算出し、他の一片はアセトン固定後、低温灰化装置で灰化後、クリソタイルは 1.550、アモサイトは 1.680、クロシドライトは 1.690 の浸液をそれぞれ滴下し、総合倍率 400 倍の位相差・分散顕微鏡で鋭敏な分散色を示した繊維の計数分析を行い、クリソタイル、アモサイト、クロシドライトの各繊維数濃度を算出した。

実験結果を表 1 に示す。

(2) 石綿含有建築材料を使用した建築物の解体・改修工事等に関わる現場測定結果を資料 1 および資料 2 に示す。

D. 考察

本研究の結果、現在の石綿測定法として作業環境測定基準で定めている、ろ過捕集法—計数分析法によって得られる総繊維数濃度測定値に対して、前処理方法を一部変更し、分散染色分析法により計数分析を追加して行うことにより、同一サンプルで総繊維数濃度 (従来法)、無機質総繊維数濃度、石綿繊維数濃度を測定することが可能となった。

本方法の使用により、石綿含有建材等が使用されている建築物室内や、解体、改修、除去等の作業に係る環境空気中の濃度測定手法としての有効利用が期待できる。

表 1. 標準石綿に対する従来法と分散染色法による繊維数濃度の比較

石綿の種類	従来法による繊維数濃度(A) (F/cm ³)	分散染色法による繊維数濃度(B) (F/cm ³)	(B)/(A)
クリンタイル (JAWE121)	1.74	1.61	0.93
	2.58	2.35	0.91
	3.66	3.50	0.96
	5.33	5.11	0.96
	7.42	7.26	0.98
アモサイト (JAWE221)	1.51	1.44	0.95
	1.85	1.82	0.98
	2.32	2.24	0.97
	4.09	3.87	0.95
	7.75	7.21	0.93
クロシドライト (JAWE321)	1.18	1.13	0.96
	1.51	1.40	0.93
	2.26	2.14	0.95
	5.87	5.43	0.93
	7.74	7.16	0.93

(資料1)

1. 石綿含有建材が使用されている建築物室内の繊維数濃度の測定結果

[測定例1]

場所：小学校の階段

建築年月：昭和41年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f/cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
1	0.00645	0.00609	0.00018
外気	0.00394	0.00376	0.00047以下

[測定例2]

場所：中学校の図書館

建築年月：昭和43年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f/cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
1	0.00260	0.00143	0.00009
2	0.00296	0.00170	0.00024以下
3	0.00188	0.00179	0.00024以下
外気	0.00583	0.00430	0.00024以下

【測定例 3】

場所：中学校の浄化槽機械室

建築年月：昭和 49 年

石綿使用部位：壁、天井吹付け材（クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f /cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
1	0.00627	0.00574	0.00018
2	0.00663	0.00466	0.00054
外気	0.00376	0.00359	0.00018

【測定例 4】

場所：小学校の音楽室

建築年月：昭和 46 年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f /cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
1	0.00923	0.00296	0.00018
2	0.00896	0.00224	0.00018
3	0.00652	0.00206	0.00024 以下
4	0.00932	0.00269	0.00024 以下
5	0.00914	0.00287	0.00045
外気	0.00484	0.00475	0.00024 以下

[測定例 5]

場所：中学校の音楽室

建築年月：昭和 48 年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f /cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
1	0.00645	0.00108	0.00047 以下
2	0.00717	0.00090	0.00047 以下
3	0.00502	0.00036	0.00018
外気	0.00269	0.00090	0.00047 以下

[測定例 6]

場所：小学校の便所

建築年月：昭和 43 年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f /cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
1	0.00108	0.00018	0.00047 以下
2	0.00108	0.00090	0.00018
外気	0.00108	0.00054	0.00047 以下

[測定例7]

場所：小学校の放送室、音楽室

建築年月：昭和49年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f/cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
1 (放送室)	0.00735	0.00627	0.00035
1 (音楽室)	0.00627	0.00269	0.00035
2 (音楽室)	0.00842	0.00233	0.00047 以下
3 (音楽室)	0.00950	0.00304	0.00035
外気	0.00251	0.00233	0.00018

[測定例8]

場所：幼稚園の遊戯室

建築年月：昭和51年

石綿使用部位：天井吹付け材（ひる石、クリソタイル）

測定点	総繊維数濃度 (f/cm ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
1	0.00269	0.00179	0.00018
2	0.00179	0.00072	0.00018
3	0.00197	0.00072	0.00018
外気	0.00197	0.00179	0.00047 以下

(資料2)

2. 石綿含有建材の解体・改修工事現場の測定結果

【測定例1】

対象作業：屋根材の解体工事（屋外）

作業内容：大波スレート板（クリソタイル含有）の手ばらしによる取り外し

養生の有無：足場の養生程度

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0388	0.0027
西	0.0357	0.0051
南	0.0083	0.0004 以下
北	0.0116	0.0017
近 傍	0.0193	0.0018

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	1.34	0.0195	0.0024
B	5.63	0.0193	0.0018
C	1.72	0.0121	0.0040

【測定例2】

対象作業：壁材の解体工事（屋外）

作業内容：大波スレート板（クリソタイル含有）の手ばらしによる取り外し

養生の有無：足場の養生程度

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
東	0.0070	0.0003 以下
西	0.0187	0.0012
南	0.0374	0.0003 以下
北	0.0140	0.0003 以下
近 傍	0.0152	0.0023

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
A	3.37	0.0058	0.0029
B	1.55	0.0060	0.0024
C	2.37	0.0082	0.0014

【測定例3】

対象作業：床材の改修工事（屋内）

作業内容：P-タイル（クリソタイル含有）をケレン棒による取り外し

養生の有無：養生（湿潤化、排気装置あり）

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0289	0.0011 以下
西	0.0043	0.0011 以下
南	0.0419	0.0011 以下
北	0.1036	0.0011 以下
近 傍	0.0670	0.0011 以下

2. 建屋内の作業場近傍点測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
①	0.10	0.0112 以下	0.0112 以下
②	2.30	0.0191	0.0148

3. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	7.32	0.0542	0.0060
B	6.84	0.0654	0.0130 以下

【測定例4】

対象作業：床材の改修工事（屋内）

作業内容：P-タイル（クリソタイル含有）をケレン棒による取り外し

養生の有無：養生無し

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0095	0.0024
西	0.0087	0.0014
南	0.0054	0.0010
北	0.0107	0.0027
近 傍	0.1781	0.0223

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	16.1	0.2152	0.0236

【測定例5】

対象作業：配管の撤去修工事（屋内：地下）

作業内容：石綿保温材（クリソタイル含有）の配管を手ばらしよる取り外し作業

養生の有無：養生無し

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
東	0.0054	0.0007
西	0.0047	0.0007
南	0.0055	0.0009
北	0.0043	0.0009
近 傍	0.0104	0.0013

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
A	16.3	0.0069	0.0028 以下
B	13.4	0.0260	0.0010

【測定例6】

対象作業：配管の撤去修工事（屋外）

作業内容：石綿保温材（クリソタイル含有）の配管を手ばらしよる取り外し作業

養生の有無：養生無し

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
東	0.0067	0.0006
西	0.0092	0.0017
南	0.0039	0.0012 以下
北	0.0066	0.0009
近 傍	0.0049	0.0012 以下

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
A	3.43	0.0372	0.0045
B	3.63	0.0154	0.0054

[測定例7]

対象作業：屋根、壁材の解体工事（屋外）

作業内容：大波スレート板（クリソタイル含有）の手ばらしによる取り外し

養生の有無：養生無し

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0101	0.0014 以下
西	0.0143	0.0011
南	0.0104	0.0013 以下
北	0.0109	0.0022
近 傍	0.1840	0.0094 以下

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	総粉じん濃度 (mg/m ³)	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	4.65	0.1343	0.0061
B	2.65	0.0310	0.0050

[測定例8]

対象作業：屋根葺き替え工事（屋外） 1回目

作業内容：屋根のフェルトン（クリソタイル含有）を取り外し

養生の有無：養生なし

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0154	0.0006 以下
西	0.0093	0.0006 以下
南	0.0093	0.0006 以下
北	0.0093	0.0006 以下
近 傍	0.0061	0.0009

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	0.0316	0.0010
B	0.0223	0.0022
C	0.0272	0.0023

【測定例9】

対象作業：屋根葺き替え工事（屋外） 2回目

作業内容：屋根のフェルトン（クリソタイル含有）を取り外し

養生の有無：養生なし

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
東	0.0034	0.0006 以下
西	0.0061	0.0006 以下
南	0.0023	0.0006 以下
北	0.0048	0.0006 以下
近 傍	0.0075	0.0018

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f /cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f /cm ³)
A	0.0238	0.0024
B	0.0585	0.0164
C	0.2028	0.0262

【測定例10】

対象作業：屋根葺き替え工事（屋外） 3回目

作業内容：屋根のフェルトン（クリソタイル含有）を取り外し

養生の有無：養生なし

1. 敷地境界測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
東	0.0018	0.0006 以下
西	0.0061	0.0006 以下
南	0.0034	0.0006 以下
北	0.0071	0.0007 以下
近 傍	0.0034	0.0006 以下

2. 個人ばく露濃度測定結果

測定点	無機質 総繊維数濃度 (f/cm ³)	クリソタイル 繊維数濃度 (f/cm ³)
A	0.0633	0.0177
B	0.0223	0.0038
C	0.0502	0.0082