

3. アスベスト飛散期間中の アスベスト曝露量の評価について

1. アスベスト曝露量の評価方法

生徒・教職員等の曝露期間中の行動パターンをすべて把握することは不可能であることから、
 下表では、最も条件の悪い場所に都度居続けた場合の**最悪の曝露量**を評価することとしている。

		作業内容	滞在時間※ (H)	AS濃度 (本/L)	AS曝露量 (本/L・H)	備考
10月	24	水 軒裏撤去(塔屋全周、北面4F)	8	?	**	大気拡散実験及び CFD解析の結果より評価
	25	木 軒裏撤去(北面4F、南面4F)	8	?	**	
	26	金 軒裏撤去(東面4F、北面3F、南面4F)	8	?	**	
	27	土 作業なし	4	作業なし	**	
	28	日 軒裏撤去(南面3・4F)	4	?	**	
	29	月 軒裏撤去(北面3F、南面2F)	8	?	**	
	30	火 軒裏撤去(北面2・3F、南面2F)	8	?	**	
	31	水 軒裏撤去(北面2F、南面2F)	8	?	**	
11月	1	木 軒裏撤去(北面1・2F、南面1・2F)	8	?	**	
	2	金 軒裏撤去(北面1・2F、南面1・2F)	8	?	**	
	3	土 作業なし	4	計測値より評価	**	
	4	日 作業なし	4	計測値より評価	**	
	5	月 作業なし	8	計測値より評価	**	
	6	火 作業なし	8	計測値より評価	**	
	7	水 作業なし	8	計測値より評価	**	
	8	木 作業なし	8	計測値より評価	**	
	9	金 作業なし	8	計測値より評価	**	
	10	土 作業なし	4	計測値より評価	**	
	11	日 作業なし	4	計測値より評価	**	
	12	月 作業なし	8	計測値より評価	**	
	13	火 作業なし	8	計測値より評価	**	
	14	水 作業なし	8	計測値より評価	**	
	15	木 作業なし	8	計測値より評価	**	
	16	金 作業なし	8	計測値より評価	**	
	17	土 アスベスト気中濃度測定	4	計測値より評価	**	
	18	日 軒裏応急処置ビニール養生	4	計測値より評価	**	
	19	月 軒裏応急処置ビニール養生	8	計測値より評価	**	
合計			184		****	想定される総曝露量

※学内の滞在時間を平日8時間、休日4時間と想定

2-1. アスベスト曝露量の評価【軒裏ボード撤去作業期間中】

			CFD解析結果※ ¹ の最大値(1.97f/L)	CFD解析結果の最大値※ ² 廊下側作業中の近接する 教室での最大値(0.324f/L)
		(H)	(f/L・H)	(f/L・H)
10月	24水	8	15.76	2.592
	25木	8	15.76	2.592
	26金	8	15.76	2.592
	27土	4	作業なし	作業なし
	28日	4	7.88	1.296
	29月	8	15.76	2.592
	29火	8	15.76	2.592
	30水	8	15.76	2.592
11月	1木	8	15.76	2.592
	2金	8	15.76	2.592
合計(f/L・H)			133.96	22.032
			(A)	(A)

※1. 作業期間中の屋外アスベスト濃度を2400f/Lとすると
CFD解析結果の最大値は1.97f/Lと評価される
(0.821f/L×2400f÷1000f)=1.97f/L

※2. 軒天撤去の作業は、授業中の教室に近接する箇所での施工は無かったことから、
廊下側作業中の近接する教室の最大値で評価した場合
作業期間中の屋外アスベスト濃度を2400f/Lとすると
CFD解析結果の最大値は0.324f/Lと評価される
(0.135f/L×2400f÷1000f)=0.324f/L

■軒裏ボードの撤去作業は、授業中のクラスルーム窓側での作業はなかった。
また、廊下側の作業も授業に配慮して実施していたため、近接する校舎内に
生徒・教職員がいる時間帯を避けて作業していた。

2-2. アスベスト曝露量の評価

【軒裏ボード撤去完了から軒裏ボード復旧までの間】

		滞在時間	0.34	0.91	1.79	
		(H)	(f/L)	(f/L)	(f/L)	
11月	3土	4	1.36	3.64	7.16	
	4日	4	1.36	3.64	7.16	
	5月	8	2.72	7.28	14.32	
	6火	8	2.72	7.28	14.32	
	7水	8	2.72	7.28	14.32	
	8木	8	2.72	7.28	14.32	
	9金	8	2.72	7.28	14.32	
	10土	4	1.36	3.64	7.16	
	11日	4	1.36	3.64	7.16	
	12月	8	2.72	7.28	14.32	
	13火	8	2.72	7.28	14.32	
	14水	8	2.72	7.28	14.32	
	15木	8	2.72	7.28	14.32	
	16金	8	2.72	7.28	14.32	
	17土	4	1.36	3.64	7.16	
	18日	4	1.36	3.64	7.16	
	19月	8	2.72	7.28	14.32	
	合計(f/L・H)			38.08	101.92	200.48
				(B)	(C)	(D)

2-3. アスベスト曝露量の評価【アスベスト飛散期間中】

NO.	アスベスト曝露量の評価方法	式	AS曝露量の評価値 (f/L・H)	備考
1	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(1.97f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て0.34f/Lの気中濃度で評価	(A)+(B)	172.04	
2	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(1.97f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て0.91f/Lの気中濃度で評価	(A)+(C)	235.88	
3	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(1.97f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て1.79f/Lの気中濃度で評価	(A)+(D)	334.44	
4	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(0.324f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て0.34f/Lの気中濃度で評価	(A)'+(B)	60.11	廊下側作業中の近接する教室内部でのCFD解析最大値で評価
5	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(0.324f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て0.91f/Lの気中濃度で評価	(A)'+(C)	123.95	廊下側作業中の近接する教室内部でのCFD解析最大値で評価
6	軒裏ボード撤去期間中はCFD解析結果の最大値(0.324f/L)とし、その後のアスベスト飛散期間中は全て1.79f/Lの気中濃度で評価	(A)'+(D)	222.51	廊下側作業中の近接する教室内部でのCFD解析最大値で評価

※飛散事故発生当時に、エレベーター周辺、校舎庇、ゴミ袋の中等の屋外で見つかった、幾つかのアスベスト片の事例については、個別に科学的な根拠を持ってそれぞれの曝露量を評価することが困難であると思われる。

また、大気拡散実験やCFD解析の結果から、屋外でのアスベスト飛散が屋内に高濃度で長期に亘って影響することは考えにくい。

これらのことから、こうした個別に評価のできない事例については、十分に余裕を持って評価した上記の曝露量の評価に含まれることとした。

参考1. 大阪府立金岡高等学校アスベスト室内空気環境測定結果

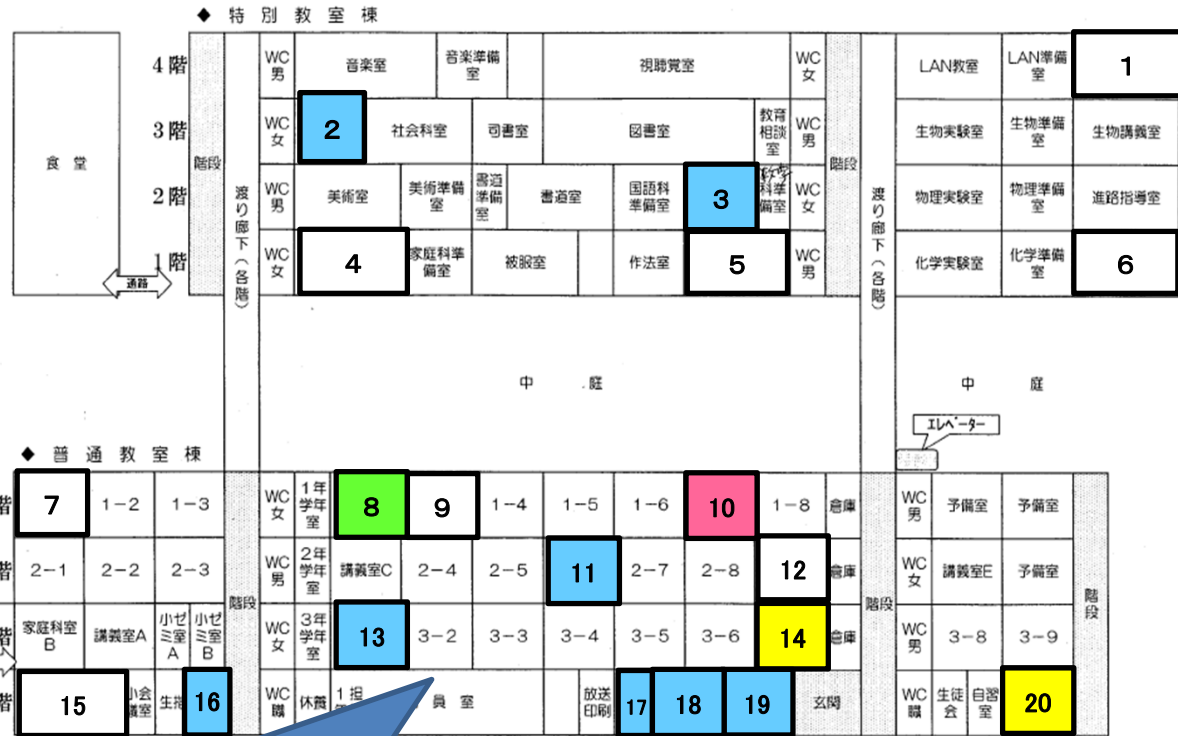
平成24年11月17日計測

【単位:本/L】

特別教室棟			
番号	階	測定対象室	測定値(H24.11/17)
1	4階	物理講義室	0.11未満
2	3階	社会科準備室	0.11
3	2階	英語準備室	0.11
4	1階	調理教室	0.11未満
5	1階	保健室	0.11未満
6	1階	化学講義室	0.11未満

【単位:本/L】

普通教室棟			
番号	階	測定対象室	測定値(H24.11/17)
7	4階	1-1	0.11未満
8	4階	講義室F	0.56
9	4階	講義室G	0.11未満
10	4階	1-7	0.90
11	3階	2-6	0.11
12	3階	2-9	0.11未満
13	2階	3-1	0.11
14	2階	3-7	0.22
15	1階	大会議室	0.11未満
16	1階	総務室	0.11
17	1階	応接室	0.11
18	1階	校長室	0.11
19	1階	事務室	0.11
20	1階	技術職員室	0.22

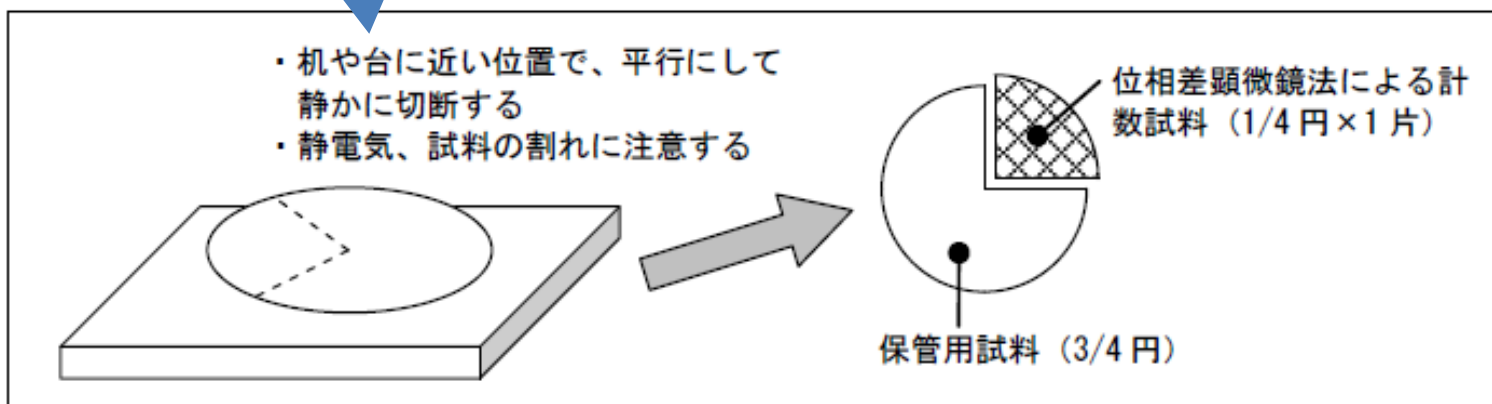
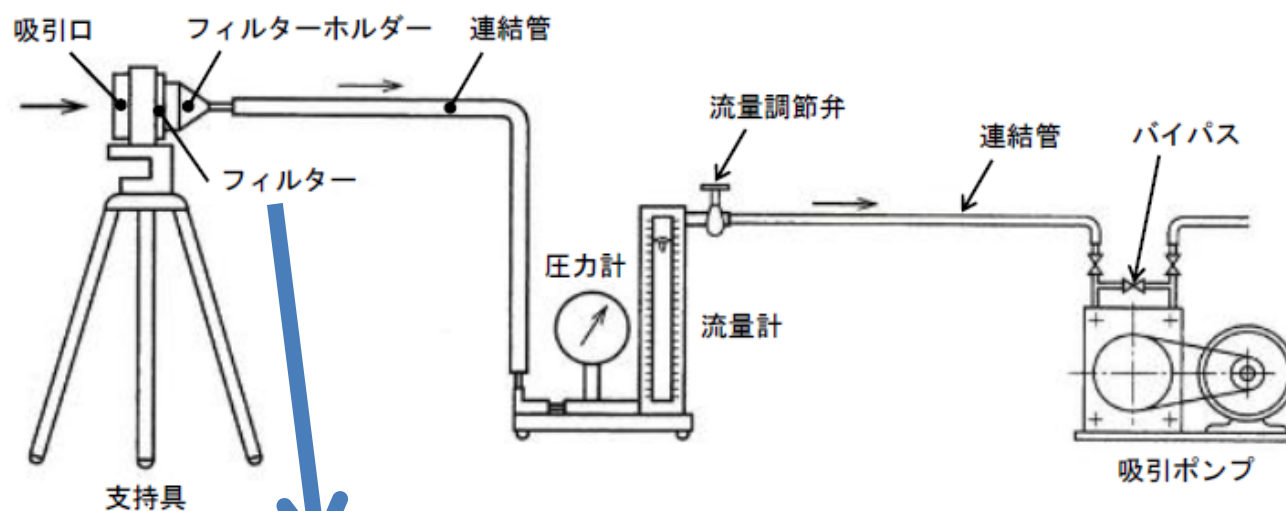


■空気環境測定結果について
 ・測定値にばらつきがある
 (0.11本/L未満~0.9本/L)
 ・測定値のばらつきについて、具体的な
 確証に基づく説明ができない。

- 0.11未満
- 0.11
- 0.22
- 0.56
- 0.9

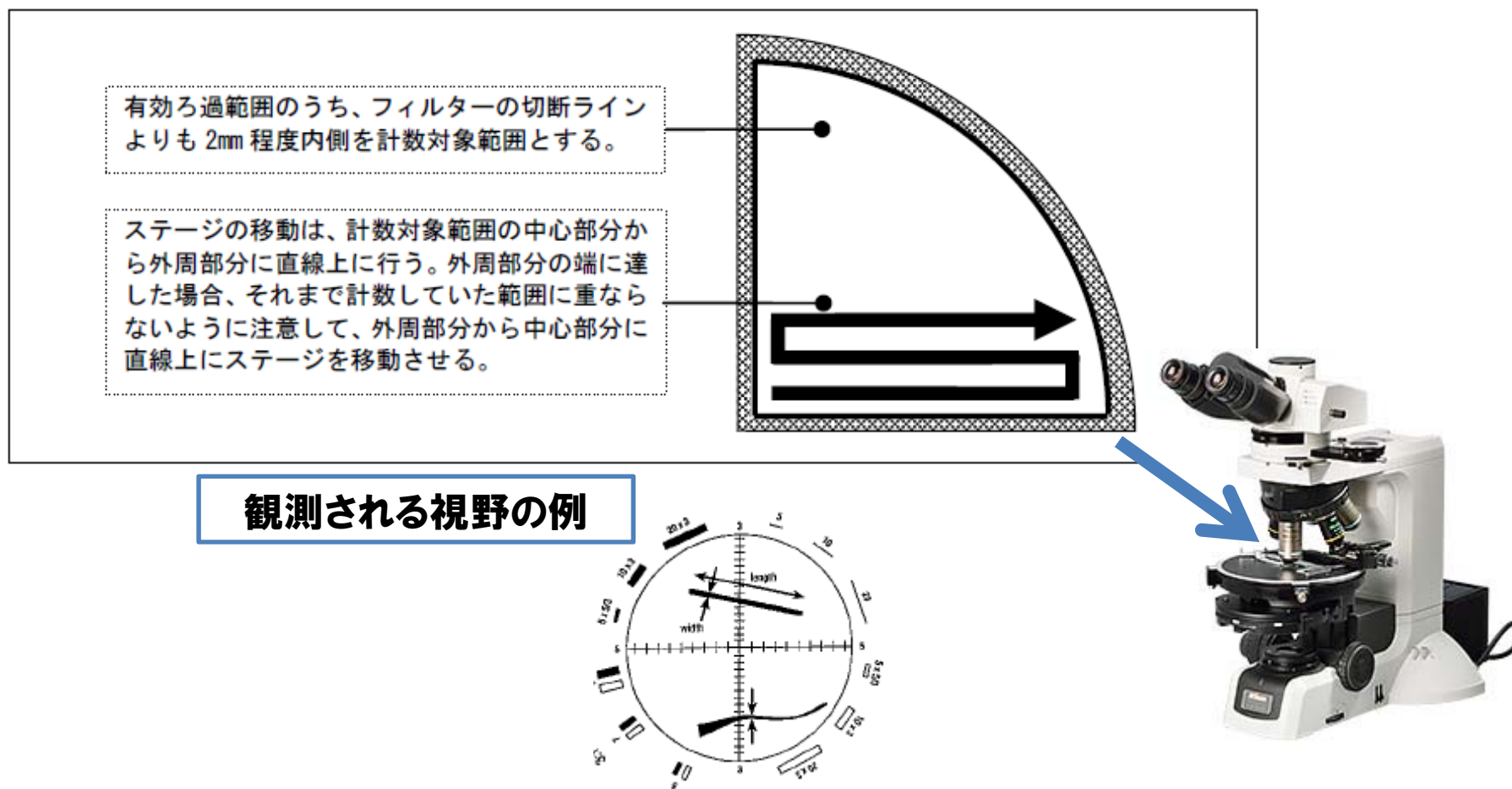
参考2-1. アスベスト気中濃度の計測について

■アスベストの気中濃度の計測値は、計測の対象となる空間の空気を、フィルターを介して捕集し、そのフィルターに付着したアスベスト繊維を数えることによって得られる。



参考2-2. アスベスト気中濃度の計測について

- この時フィルターの全ての部位を計測すると測定点数が膨大となることから、通常50、100、200の何れかの視野で係数する。
(平成24年11月17日の計測では50視野で係数)



参考2-3. アスベスト気中濃度の計測について

■したがって、このアスベスト気中濃度の計測方法は絶対的な数値を計測できる方法ではなく、抽出した視野によってアスベスト繊維を多く計測したり、少なく計測したりすることがあり、**一定の誤差を含んだ計測方法**であるといえる。



参考3-1. ポアソン分布から導いたアスベスト気中濃度 測定誤差の範囲

ポアソン分布とは？

「ある期間に平均して λ 回起こる現象が、ある期間にちょうど k 回起きる確率の分布」で、下に示す例のように、発生する確率が低く、かつそれが偶然に発生する事象が対象となる。

(アスベストの気中濃度測定の事例もこれに当てはまる。)

【例】

- ある交差点で1時間に起こる事故の件数
- 1ページの文章を入力する時に打ち間違いを起こす回数
- 馬に蹴られて死亡する回数
- 1ミリリットルの希釈された水試料中に含まれる特定の細菌の数
(細菌数検査における最確法)
- 単位面積あたりの雨粒の数

参考3-2. ポアソン分布から導いたアスベスト気中濃度測定誤差の範囲

アスベストの気中濃度測定では、メンブランフィルターに捕集したアスベスト繊維の数を位相差顕微鏡で目視し計数するが、フィルターに付着した繊維の分布は必ずしも一定ではない。また、位相差顕微鏡でフィルターの全域を計数することは非常に労力がかかることから、一定の規則のもと顕微鏡の視野数を定めて計測する。こうしたことから、同じメンブランフィルターでアスベスト気中濃度を測定しても、都度測定値にはばらつきが発生する。この測定値のばらつきはポアソン分布で評価することができ、ISOではこの誤差の範囲が95%となる計測値の範囲を以下の表（抜粋）で示している。

Fibre count	Lower (λ_L)	Upper (λ_U)
0	0	3, 689
1	0. 025	5. 572
2	0. 242	7. 225
3	0. 619	8. 767
4	1. 090	10. 242
5	1. 624	11. 669
6	2. 202	13. 060
7	2. 814	14. 423
8	3. 454	15. 764
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

【計算例】上記の表から、アスベスト気中濃度測定で、8本の繊維が計数された場合、95%の信頼区間に入る繊維数の範囲は、3. 454(下限値)～15. 764(上限値)となる。従って、50視野を見て8本の繊維を計数した場合のアスベスト気中濃度は、

- ・計測値(8本)………0. 90本/L
- ・下限値(3. 454本)……0. 39本/L(下限2. 5%)
- ・上限値(15. 764本)……1. 78本/L(上限2. 5%) となる。

参考3-3. ポアソン分布から導いたアスベスト気中濃度 測定誤差の範囲

ポアソン分布から導いた誤差の範囲

計数した 繊維数 (本)	総繊維濃度 (本/L)	95%信頼区間	
		下限値 (本/L)	上限値 (本/L)
0	0.11未満	0.00	0.33
1	0.11	0.00	0.63
2	0.22	0.02	0.82
3	0.34	0.07	0.99
4	0.45	0.12	1.16
5	0.56	0.18	1.32
6	0.68	0.25	1.48
7	0.79	0.31	1.63
8	0.90	0.39	1.78

校舎全体が0.34本/L程度のアスベスト濃度であったと仮定すると、測定値は、0.07~0.99本/Lの範囲に95%の信頼区間で分布し、H24. 11. 17の測定結果の範囲内におさまる。

参考4. 軒下ボード撤去作業後の 校舎内アスベスト気中濃度の評価について

- 具体的な飛散事例が想定できない中、科学的な根拠のある検証が不可能である。
- 各室のアスベスト濃度の違いについて、
 - ・ 科学的な根拠のある説明ができないこと、
 - ・ 濃度の計測値には一定の誤差があることから、校舎内に一定の濃度のアスベストが浮遊していたと仮定すると、ある程度合理的な説明となる。
- 科学的根拠に基づき、実験値、計算値、アスベスト濃度の計測値を余裕をもった範囲で評価し、曝露量を類推する方法を検討する。



軒下ボード撤去作業後の校舎内アスベスト気中濃度の評価について

- (案1) 常時**0.34本/L**と仮定して評価 ⇒ 計測値から類推する平均的な数値
- (案2) 常時**0.91本/L**と仮定して評価 ⇒ 計測値の最大値
- (案3) 常時**1.79本/L**と仮定して評価 ⇒ 計測値の最大値の上限値

※少数点第3位を切り上げ

○飛散事故前後の工程表

	10/15	16		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	11/1	2	3	4	5	6					
曜日	月	火		月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火					
工事内容	設計図書事前確認			現地事前確認		軒裏ボード撤去														A屋上防水下地補修				
				確認方法: 一部幕板撤去の上、 確認。		作業無し														巾木メクリ J屋上クラック調査補修				
軒裏撤去 (アスベスト成 形版) 撤去場所						搭屋 全周 北面4F	北面4F 南面4F	東面4F 北面3F 南面4F			南面 3,4F	北面3F 南面2F	北面 2,3F 南面2F	北面2F 南面2F	北面 1,2F 南面 1,2F	北面 1,2F 南面 1,2F	作業無し	作業無し	作業無し	軒裏ボ- ード 搬出				
作業員数 (主任作業 員数)人						3 (1)	2 (1)	3 (1)			4 (1)	3 (1)	5 (1)	4 (1)	5 (1)	6 (1)	A 4 B 6 C 10	B 6 C 10	I 4 J 4	5				
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
曜日	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月				
工事内容	E幕板金物溶接		A屋上防水下地補修														F屋上高圧水洗浄		F鼻先高圧水洗浄		G軒裏応急処置ビニール養生		H軒裏囲い込み復旧作業	
作業員数 (主任作業 員数)	A 7 E 2	E 3 F 1	E 3 F 1	A 4 F 1	A 5 F 1	A 3 F 1	F 1	A 4 F 1	F 1	A 4 F 1	F 1	A 5 F 1 G 3	A 5 F 1 G 7	F 1	F 1	F 1	F 1 H 8	H 10	H 16	H 6				
備考										測定業者よりアスベスト発見の指摘	★	労働基準監督署との対応策協議		労働基準監督署へ申請										