

報告書番号 APT-A3

アスベスト分析技能試験報告書【概要】

位相差顕微鏡によるアスベスト繊維計数技能試験

(試験所対象)

アスベストモニタリングマニュアル
(第4.1版) 準拠

2019年12月

一般社団法人 日本環境測定分析協会

〔はじめに〕

環境大気中のアスベスト濃度測定における技術的指針として、環境省によりアスベストモニタリングマニュアルが作成されている。石綿製品の製造等の禁止により石綿製品製造工場が全廃された後、クリソタイル以外のアスベスト繊維が使用されている可能性がある解体現場等が主なアスベスト発生源になった。それを受けてクリソタイルを主要な測定対象と想定していた従来の測定法が見直されたアスベストモニタリングマニュアル第4版が平成22年6月に公表され、平成29年7月には位相差/偏光顕微鏡法等の測定方法の位置付けが見直されたアスベストモニタリングマニュアル第4.1版に改訂された。

位相差顕微鏡による総繊維数の計数に際して、マニュアルに示される計数対象繊維の寸法や計測ルール等の解釈、分析者の経験・能力等が結果に影響を与えることが知られている。

一般社団法人日本環境測定分析協会（以下、日環協）では、分析技術者の繊維計数技能向上のため2009（平成21）年度より「アスベスト繊維計数技能向上プログラム」を実施し、繊維計数技能に関する分析技術者の育成に努めてきた。また、2014（平成26）年度から分析結果の信頼性の確保と精度管理にとって重要な外部精度管理の一環として、日本初のアスベスト分析技能試験となる「建材中のアスベスト定性分析技能試験」（試験所対象）を実施し、さらに2015（平成27）年度から技術者対象の定性分析技能試験、及び「位相差顕微鏡によるアスベスト繊維計数技能試験」（試験所対象）を実施してきた。

本試験では、位相差顕微鏡を用いた総繊維数の計数技能評価にあたり、公正性を確保するために、当協会で行う他の技能試験と同様、技能試験プロバイダーとしての運営権限を外部有識者からなる委員会に委譲して実施している。今後とも、日環協ではアスベスト分析に係る「技能試験」を継続的に実施し、アスベスト分析の信頼性確保に努める所存である。

1. アスベスト技能試験の実施概要

1.1 実施機関

一般社団法人 日本環境測定分析協会

〒134-0084 東京都江戸川区東葛西2丁目3番4号

TEL 03-3878-2811 FAX 03-3878-2639

1.2 試験項目および実施期間

試験番号：APT-A3

試験名：第3回位相差顕微鏡によるアスベスト繊維計数技能試験

試験項目：繊維状粒子の計数（アモサイトスライド及びクリソタイルスライド）

試験申込期間：平成29年10月10日（火）～平成29年11月28日（火）

試料の配付：平成30年2月～平成30年4月の指定した10日間

品質に問題が生じた一部のクリソタイルスライドについて別途再実施

2019年6月27日（木）～2019年8月28日（水）の指定した5日間

結果報告期限：各試験期間後すみやかに

1.3 試験方法

分析者の繊維計数技能を相互比較するためには同一視野の計数結果の比較が必要である。本試験では観察視野を正確に再現出来るリロケータブル・スライドを使用した。

Harper¹⁾は、評価の基準となる各視野の繊維数について、複数の熟練分析者が視野中に存在することを合意した繊維の合計を真値とする考え方を提唱した。このような手法により真値とされた値は「合意基準」と呼ばれる。本試験においても複数の熟練分析者によってスライドごとに各視野の「合意基準」を決定した。

繊維判定基準は環境省アスベストモニタリングマニュアル第4.1版に従った。計数対象アスベストにはアモサイトとクリソタイルを選び、それら2種のリロケータブル・スライドを試験に使用した。

分析者は、リロケータブル・スライドの指定された視野の境界とアイピースグレイテイクルの円（どちらも直径100μm）を一致させて観察し、存在を確認したすべての繊維の位置を計数対象繊維と計数対象外繊維に分けて記録紙上に視野ごとの図（以下マップと呼称）として記入するとともに、計数対象繊維数を記録紙に記入後提出する。

計数技能の評価は、Pang²⁾が提唱した次式によって得られるスコアで行なった。式中のD⁺およびD⁻は視野ごとの「数え過ぎ繊維数」・「見落とし繊維数」であるが、それらの分類の詳細については次項1.4で説明する。

$$\text{スコア} = \left(1 - \frac{\Sigma D^{+} + |\Sigma D^{-}|}{V_F^{\text{total}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

ΣD^+ : 報告された合意基準以外の繊維の総和

$|\Sigma D^-|$: 見落とした合意基準繊維の総和

VF^{total} : 各視野の基準値の総和

個々の試験所の繊維計数技能評価は、Pang ら²⁾の研究結果に基づき、アモサイトについてはスコア： ≥ 60 、クリソタイルについてはスコア： ≥ 50 を熟達試験所（proficient Lab）として評価する基準値とした。

1.4 計数誤差の要因解析：個々の繊維の誤差要因解析に基づく評価

評価にあたり、参加試験所が提出したマップに記入された全ての繊維について、予め複数の熟練分析者の合意によって作成された視野ごとの合意基準繊維の位置と比較して誤差の要因を解析した。

分析者の計数技能に起因する誤差の要因は次の4つのいずれかに分類される。

- (i) 繊維長または繊維径の計測ミス（sizing）
- (ii) 視力の不足、綿密さの欠けた観察及び顕微鏡調整の不備（visual acuity）
- (iii) 繊維の重なりや繊維束から分岐した微細繊維の判別ミス（identification）
- (iv) 計数結果を記録する時の誤記（recording）

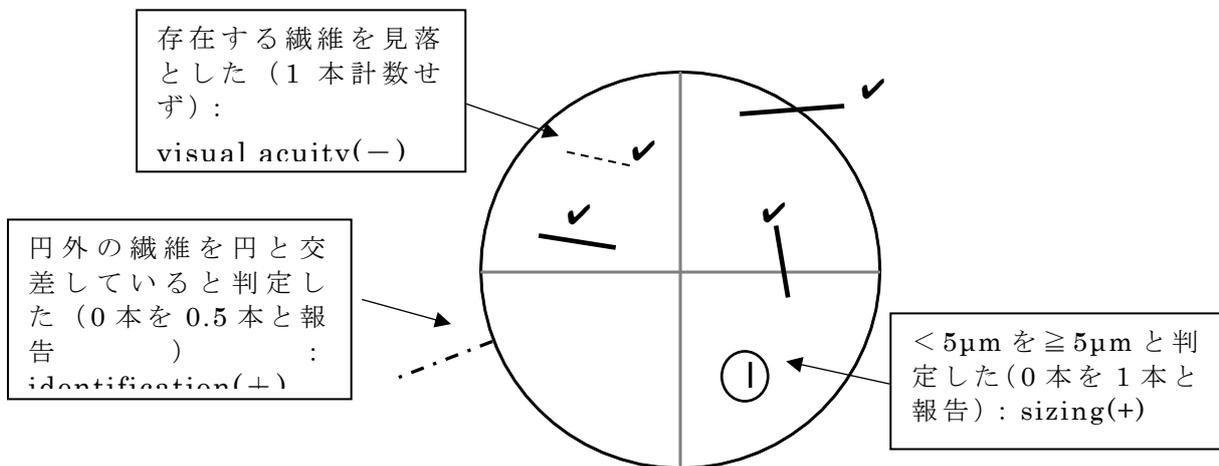
繊維計数時には、それぞれの誤差の要因による繊維の「数え過ぎ（+）」と「見落とし（-）」が生じる。それらの誤差の分類の詳細を以下に示す。

- ① sizing（+）と（-）： $\geq 5\mu\text{m}$ の繊維を $<5\mu\text{m}$ と判定してマップに記入した場合、分析者（参加試験所）は繊維長の計測ミスによって繊維を1本見落としたことになり、誤差要因の解析では「sizing（-）」と分類される。 $<5\mu\text{m}$ の繊維を $\geq 5\mu\text{m}$ と判定した場合は繊維を1本数え過ぎたことになるので誤差の分類は「sizing（+）」とする。
- ② visual acuity（+）と（-）：提出されたマップ上の合意基準の繊維の位置に記入がない場合、繊維を1本見落としたと判定して visual acuity（-）とする。逆に合意基準では繊維がない位置に繊維を書き込んだ場合は繊維以外の顕微鏡像を繊維と判定し1本数え過ぎたとして visual acuity（+）とする。
- ③ identification（+）と（-）：重なり合った繊維や繊維束から分岐した微細繊維、さらに繊維の集合体等について、資料2の「アスベスト繊維計数技能向上プログラム（位相差顕微鏡法）に関する参考資料」に示されている判定基準に基づき、提出されたマップと合意基準を比較して繊維数の判定結果を評価する。アイピースグレイティクルの円と交差する繊維の計数法については、資料2の42～43ページのルールを適用する。合意基準より数え過ぎている場合は identification（+）、少ない場合は identification（-）とする。
- ④ recording（+）と（-）：分析者は確認した繊維についてその位置を図の円内に書き込むとともに計数繊維数も書き込む（図1）。しかし記録ミスによって図中の繊維数と「計数繊維数」の欄の数値が違ふことがある。これを recording のミスと分類し、図中の繊維数より計数繊維数の数値が大きい場合を recording（+）、少ない場合を recording（-）とする。

なお、上記の項目別（+）と（-）は視野ごとに記録紙の「EXTRA」と「MISSING」に記入され集計される。

図 1 に誤差要因の評価例を示す。計数結果に上記の誤差の分類を適用すると、繊維長の判定ミスによる数え過ぎ：1 本、存在する繊維の見落とし：1 本、円外の繊維を円と交差と判定した数え過ぎ：0.5 本で、合計 2.5 本となる。

このように誤差要因を考慮した評価方法とするのは、視野ごとの基準値と報告値との比較のみの場合、例えば図 1 では合意基準値：3.5 本に対し報告された繊維数：4 本で、その差は 0.5 本と評価されることとなり、参加者の技能を正しく評価することが出来ないためである。



グリッド	視野座標	計数繊維数
1	D	4

FIBERS REPORTED				
SIZING:	EXTRA	1	MISSING	
VISUAL ACUITY:	EXTRA		MISSING	1
IDENTIFICATION:	EXTRA	0.5	MISSING	
RECORDING:	EXTRA		MISSING	

※ チェック(✓)の付いた繊維は合意基準の繊維を示す（合計 3.5 本）

図 1 計数誤差要因の評価例

2. 試験結果

2.1 試験結果の概要

試験結果の概要を表 1 に示す。参加申し込みのあった試験所数は 44 で、有効回答数はアモサイト試験、クリソタイル試験とも 42 であった。アメリカ、カナダではリロケータブル・スライドによる計数技能試験での「proficient（熟練者）」の判定について、アモサイトでは「スコア： ≥ 60 」、クリソタイルでは「スコア： ≥ 50 」としている。本試験でもその基準に準じて判定した。

表 1 試験結果の概要

	アモサイト試験	クリソタイル試験
参加試験所数	44	44
報告試験所数	42	42
有効回答数	42	42
スコアの平均点	68点	48点
スコアの最大点	90点	78点
スコアの最小点	-176点	-51点
スコア： ≥ 60 の試験所数	35	—
スコア： < 60 の試験所数	7	—
スコア： ≥ 50 の試験所数	—	27
スコア： < 50 の試験所数	—	15