

## X線回折によるアスベストの測定

朝来野 国彦 渡辺 武春 神山 宣彦  
(非常勤研究員)

### 1 はじめに

アスベスト(石綿)は天然に産出する繊維状鉱物の総称で、鉱物学的に分類すると、表1に示すように珪酸塩鉱物のなかの蛇紋石族と各閃石族に大別される。したがって、鉱物学上の分類にはアスベストという名称は使われていない。

アスベストは、発がん性が確認されている少数の物質の一つであることから、作業環境では我が国でも古くから管理されていた。近年、一般環境でも学校施設を中心に全国的に吹付け材の大気への飛散が社会問題化してきた。

我々は、すでに昭和55年度から立地特性別に環境大気中のアスベスト濃度の把握を続けると共に、建築物の解体や自動車のブレーキ摩耗等による排出実態についても検討を行ってきた。

アスベストの測定は、一般環境大気のように1リットル当たり1~2本程度、繊維状で浮遊しているものを対象とした微量の検体しか得られない場合と、吹付け材のように多くの試料が得られる条件では方法が異なってくる。

浮遊成分の測定が、光学顕微鏡又は電子顕微鏡による形態観察を基礎とした、繊維数の計数を基準としているのに対して、材料を対象とする場合にはアスベストの物理的特性を検出する手法が用いられている。

本報告は、X線回折法による吹付け材等の分析方法の概要と分析結果について報告するものである。

### 2 測定

#### (1) X線回折の原理

物質にX線を照射すると、図1に示すような種々のエネルギーに変換されるが、結晶体の場合には散乱X線の一部が物質に固有な角度で回折する。試料とX線検出器

表1 石綿の種類と鉱物学的分類

石綿種	科学構造式
蛇紋石族 (Serpentine group) クリソタイル (温石綿・白石綿) Chrysotile (white)	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
角閃石族 (Amphibole group) クロソドライト (青石綿) (Crocidolite) アモサイト (Amosite) アンソファイト (Anthophyllite asbestos) トレモライト-アクトノライト (Tremolite-Actinolite asbestos)	$Na(Fe^{2+} > Mg)_3Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$  $(Mg < Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$  $(Mg > Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$  $Ca_2(Mg, Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$

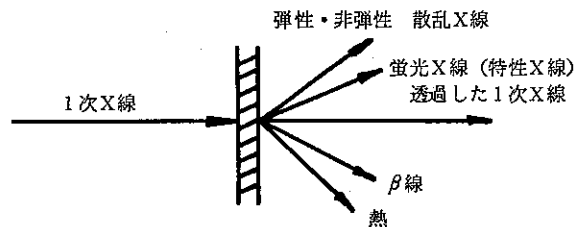


図1 X線エネルギーの変換

の角度を変化させて、回折角を測定する。

各種アスベストの回折角は、図2に示すように、各々明らかになっている。したがって、半定量的にアスベストの種類決定や有無を知るには、試料の粒度の均一性、表面の平滑度等に注意して回折角を測定する。

#### (2) 定量分析

蛍光X線分析法による元素分析の場合と同様、試料自身による一次X線を含む吸収が高精度分析の障害となる。本報告では、吹付け材を中心とした建築材料中のアスベスト含有量を、短時間に知ることを目的としたことから、時間的に能率のよい絶対標準法によった。

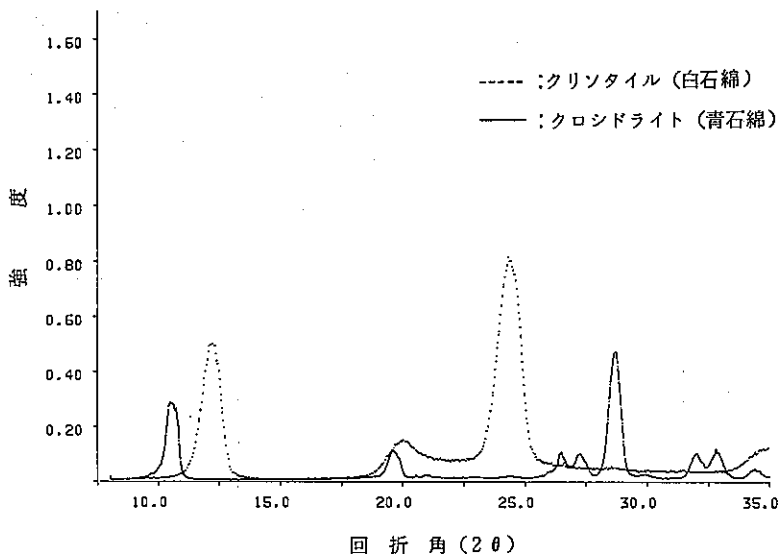


図2 アスベストの標準回折角

図3にクリソタイルの検量線を示した。希釈剤には、被検試料の含有物質とX線吸収の点で類似しており、試料との混合性のよいタルクを用いた。

試料の作成は乳鉢とボールミルを使用した。クリソタイルの特徴である高い抗張力と柔軟性のために、完全な粉末にはならなかった。

回折角の測定は、当所の Philips 社製 PW-1700 によった。この装置は試料を平面にセットするタイプで、測定中に試料を一定の速度で回転させることができ、表面の平滑度合の影響を軽減できる。

測定条件は、一次X線の種類 (X線管の電極の材質)、印加電圧、電流回折角の刻み、角度移動の速さ等が主なものである。標準的な測定条件として表2に示す3条件をプログラム化して設定し、目的に応じて選択している。

定量に用いた回折角は、各々クリソタイル: 12.2, クロンドライト: 10.4, アモサイト: 9.5 である。

### 3 分析結果

#### (1) 吹付け材

表3に吹付け材の分析結果と施工時の仕様から得られた材料の種類の一例を示した。アモサイトが比較的多く使用されていたことがわかる。

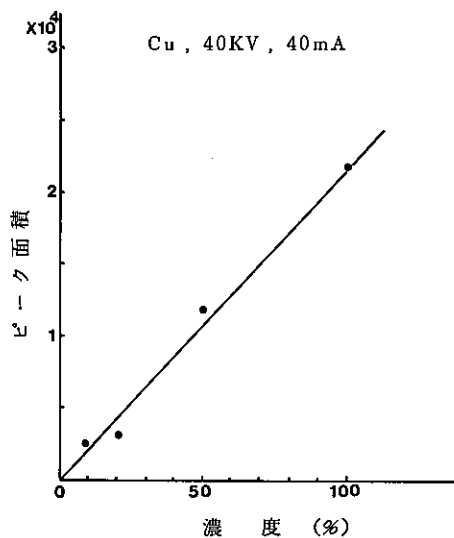


図3 クリソタイル (白石綿) の検量線

表2 アスベスト回折測定の基本準条件

program	ステップ幅 (2θ)	固定時間 (sec)	測定時間 (時) (分) (秒)	Cu管 (電圧・電流)
as-1-st	0.050	10	1:46:40	40kV, 40mA
as-m-st	0.050	2.0	26:40	40kV, 40mA
as-s-st	0.020	0.50	13:20	40kV, 40mA

(2) その他

生活文化局と協力して行った焼き魚用の網3種類について（1987年8月表示は石綿式）の分析結果では、アスベストは含まれておらず焼石膏、セラミック、石英等が検出された。（図4）

表3 学校関係施設吹き付け材分析結果

採取場所	アスベスト含有量(%)	工事仕様
M小学校普通教室	クリソタイル: 10	岩綿吹付け
M小学校図工室	アモサイト: 80	石綿材
S小学校音楽室	クリソタイル: 10	石綿材
K林間学園ボイラー室	アモサイト: 80	石綿材
O小学校VDT室	軽量骨材（発泡性ガラス）	断熱材

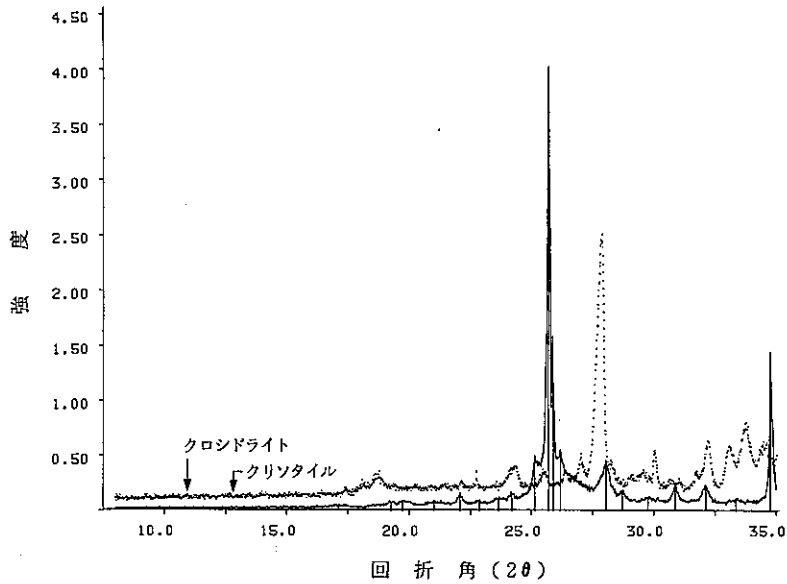


図4 魚焼網の回折スペクトル