

解説

アスベスト問題と熱分析

岸 證

(受取日：2007年2月8日，受理日：2007年3月9日)

Roles of Thermal Analysis in Asbestos Problem

Akira Kishi

(Received February 8, 2007; Accepted March 9, 2007)

This report describes thermal decomposition behavior of asbestos including chrysotile analyzed by using TG-DTA and other analytical instruments. Heating process at least at 1100 °C is required in order to dissolve asbestos into harmless minerals. Heating treatment of asbestos at 700 °C mixed with chlorofluorocarbon waste is proposed as a new low temperature treatment of asbestos to make products harmless. Thermal analysis will be playing more important role in the development of methods to render asbestos harmless.

1. はじめに

アスベスト（石綿）は古代エジプト時代から使われ、日本でも竹取物語に出てくる「火鼠の皮衣」とはアスベストのことではないとも言われるなど、その特異な性質は珍重されてきた一方、アスベストの毒性は数十年前から知られるようになった。この毒性のためにアメリカでは1970年代末から急激に使用量が減少したが、日本では1970年代以降の高度経済成長の時期にビルの断熱・保温材をはじめとする工業用途に大量に輸入され、財務省の貿易統計によれば1970～1990年の輸入量は毎年30万トン前後に達した。日本でも1970年代からアスベストの危険性が一般に知られるようになり、徐々に規制の対象にはなってきたが、大きな社会問題になったのは2005年に尼崎の大手機械メーカーの従業員や周辺住民多数が、アスベストが原因で死亡している事実が公表されてからである。アスベストの分析は環境関連物質の分析の中では比較的地味な分野であったが、この問題以降、建材などアスベスト含有製品中の定性・定量分析方法やその精度が大きく注目されるようになった。

アスベストが原因の疾患としては、空中に飛散した繊維

状アスベストを吸い込むことで起こる石綿肺、肺がん、中皮腫が知られているが、潜伏期間が20～40年と長いのが特徴である。今後アスベストを含む建材を使用した建築物が耐用期間を過ぎて順次解体されるが、解体工事に伴うアスベストの飛散の危険性も大きい。これまでにアスベストの吹き付け工事や建築物の解体工事に従事した人たちなどを中心に、2039年までにアスベストが原因での国内の死亡者は10万人に上るとの予測もある（2006年1月21日読売新聞オンライン版）。

廃棄されたアスベスト含有製品の処理については、従来は埋立がほとんどであったが、2005年に環境省は埋立処分を禁止し、高温溶融後に処分するように改めた。しかしアスベストの高温処理で最も厄介な問題は、容易に繊維状形態がなくなるということである。

現在アスベストの定性・定量分析の手法はX線回折法と位相差顕微鏡による分散染色法が広く用いられており、熱分析は限られた場合でしか使用されていない。しかし、今後アスベスト含有廃棄物の高温溶融処理が大きな市場となるのは確実で、そのための基礎データ取得を含めて、熱分析・熱測定が寄与できる領域は少なくないと思われる。こ

Table 1 Asbestos and their structural formula.

Group	Asbestos name	Mineral name	Ideal structural formula	Other ingredients
Serpentine group (蛇紋石族)	Chrysotile (クリソタイル, 白石綿)	Chrysotile (クリソタイル)	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	FeO, Fe ₂ O ₃ 0.1-11 %
A amphibole group (角閃石族)	Crocidolite (クロシドライト, 青石綿)	Riebeckite (リーベック閃石)	$Na_2(Fe^{2+} \gg Mg)_3Fe_2^{3+}Si_8O_{22}(OH)_2$	K ₂ O
	Amosite (アモサイト, 茶石綿)	Grunerite (グリユネ閃石)	$(Mg < Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Al ₂ O ₃ 2-9 %
	Anthophyllite (アンソフィライト, 直閃石)	Anthophyllite (アンソフィライト)	$(Mg > Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	
	Tremolite (トレモライト, 透角閃石綿)	Tremolite (トレモライト)	$Ca_2(Mg > Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Al ₂ O ₃ 1-4 % Na ₂ O, K ₂ O
	Actinolite (アクチノライト, 陽起石綿)	Actinolite (アクチノライト)	$Ca_2(Mg < Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Al ₂ O ₃

のような視点から、本解説では、アスベストの高温分解挙動に焦点をしばり紹介する。

2. アスベストとは

2.1 石綿および石綿以外の天然鉱物繊維

アスベスト(石綿:せきめん, いしわた)は、天然の繊維状ケイ酸塩鉱物の俗称で、ILO(国際労働機関)は蛇紋石族(Serpentine group)と角閃石族(Amphibole group)に属するTable 1の6種類をアスベストとして定義している。なおここではアスペクト比(長さとの直径の比)が3以上のものを繊維状粒子としている。アスベストの単一繊維径は0.1 μm以下であり、容易に大気中に浮遊する。

石綿以外の天然鉱物繊維としては、ウォラストナイト(Wollastonite, ケイ酸カルシウム系), セピオライト(Sepiolite, ケイ酸マグネシウム系), アタパルジャイト(Attapulgit, 正式鉱物名はパリゴルスカイト, Palygorskite, ケイ酸アルミニウム・マグネシウム系), ハロイサイト(Halloisite, ケイ酸アルミニウム系)がある。

アスベスト含有製品としては、建材では、吹付け材(内壁・天井の断熱・吸音, 鉄筋の耐火被覆など), 保温・断熱材(配管やボイラーの保温, 屋根裏の結露防止など), 成形板(ビニル床タイル, 屋根用化粧スレート, セメント板など)があり、非建材では、摩擦材(ブレーキパッド, クラッチライニングなど), 断熱用接着剤, シール材, 石綿紡織品, 電気絶縁用石綿セメン板など多岐にわたるが、含まれるアスベストはクリソタイル, クロシドライト, アモサイトが圧倒的に多い。

アスベストは高い抗張力と柔軟性を持ち、優れた耐熱性, 電気絶縁性, 熱絶縁性, 耐薬品, 紡織性を有している。耐熱性については、脱水酸化して結晶構造が崩壊してもろく

なる温度はクリソタイルが450~700℃, クロシドライトが400~600℃, アモサイトが600~800℃である。クリソタイル, クロシドライト, アモサイトの融点はそれぞれ1521℃, 1193℃, 1309℃と言われている。また有機繊維にくらべて吸湿性・吸水性が小さいことは保温材として用いられてきた大きな理由である。

2.2 アスベストの定性・定量分析方法

アスベストの同定には、顕微鏡による分散染色法, 粉末X線回折法, 電子線プローブマイクロアナライザ法, 顕微レーザーラマン分光法, 熱分析法, 赤外分光法などがある。

日本でもアスベストが大きな社会問題になったのを受けて、2006年3月にはJIS A 1481「建材製品中のアスベスト含有率測定法」が定められた。労働安全衛生法および石綿障害予防規則の一部が2006年9月1日付けで改訂され、規制対象となるアスベストの含有率基準値が1 wt%から0.1 wt%に強化された。その結果、建材中にアスベストが含まれているかどうかの定性分析には、X線回折法と位相差顕微鏡による分散染色法又は偏光顕微鏡による消光角法が、0.1%を超えて含まれているかどうかの定量分析には、X線回折法が用いられることとなった。建材中の石綿含有率分析の流れの詳細は厚生労働省通達基発第0821002号及び基安化発第0821001号(いずれも平成18年8月21日付)に記載されており、基本的には上記のJISに基づくものであるが、概要は次のとおりである。

- (1) 試料の採取
- (2) 定性分析用試料作成
- (3) 定性分析
 - ① 位相差顕微鏡による分散染色法
 - ② X線回折法

アスベスト含有有無の判断基準：

- a. X線回折法でピークがなく、かつ分散染色法で3000粒子中4繊維未満なら、含有せず
 - b. X線回折でピークが確認され、かつ分散染色法で3000粒子中4繊維以上の場合、アスベストが含有されているとして、X線回折法による定量分析を行う。
 - c. X線回折でピークが確認され、かつ分散染色法で3000粒子中4繊維未満の場合、再度顕微鏡による定性分析で4繊維以上あるかどうかを確認し、もしあればアスベストが含有されているとして、X線回折法による定量分析を行う。
 - d. X線回折でピークが確認されないが、分散染色法で3000粒子中4繊維以上の場合、アスベストが含有されているとして、X線回折法による定量分析を行う。
- (4) X線回折による定量分析
- ① 上記の定性分析でX線回折ピークが明らかな場合は、標準添加法、内標準法、基底標準吸収補正法のいずれかで含有率を求める。
 - ② 上記の定性分析でX線回折ピークが弱い場合は、定性分析試料を蟻酸水溶液で処理して、マトリックス分を溶かし、残渣率（酸処理後の重量÷酸処理前の重量）を0.15以下にする。残渣率が0.15以上の場合、酸の種類や濃度を変えて、0.15以下にする。
 - ③ 上記の方法で残渣率が0.15以下になった試料について、X線回折装置を用いて基底標準吸収補正法でアスベスト含有率を求める。
 - ④ 残渣率が0.15以下にならず、X線回折法でアスベストのピークが確認できない場合には、アスベストが0.1%以上含まれているとみなす。

ただし左官工事用（左官とは日本建築での床補修や壁、土塀、漆喰などを塗り仕上げする職人をいう）として使われている蛇紋岩を粉碎したモルタル混和材（モルタルは砂、セメント、水などを混ぜて作る建築材料である）では、蛇紋岩を構成するクリソタイル（アスベスト）とアンチゴライト（Antigolite）およびザルダイト（Lizardite、いずれも非アスベスト）のX線回折ピークの位置がほぼ同じために、X線回折法ではクリソタイル含有の有無を判定するのが難しい。それに代わって、（独）産業医学総合研究所等での分析結果に基づいて微分熱重量法（DTG: Derivative Thermogravimetry）が採用された。¹⁾

あわせて昨年9月1日からは、前述のJISでは対象からはずされていた天然鉱物中のアスベストについても、0.1 wt%以上含まれているかどうかの判定が必要となった。

対象となる天然鉱物とアスベストは粉状のタルク（後述のように多くの工業製品に使われている）中のトレモライト、クリソタイル、粉状のセピオライト（たばこのフィルタ、汚水ろ過材、消臭剤、ホルマリン吸着剤などに使用されている）中のトレモライト、粉状のパーミキュライト（農園芸で使う土壌改良材、コンクリート軽量材、防音材、吸着剤などに使われている）中のトレモライト、クリソタイル、粉状の天然ブルーサイト（肥料、苦土などに使われている）中のクリソタイルである。タルク、セピオライト、パーミキュライトについては、X線回折法により標準試料と比較する方法が、また天然ブルーサイトについてはX線回折法とDTG法が指定された。

3. アスベストの熱分析例、加熱挙動測定例

3.1 アスベストの熱分析例、加熱挙動測定例

最も代表的なアスベストであるクリソタイルのTG-DTA測定例をFig.1に示す（日本産業環境測定協会が販売している標準試料を使用）。またタルクなどの天然鉱物中に含ま

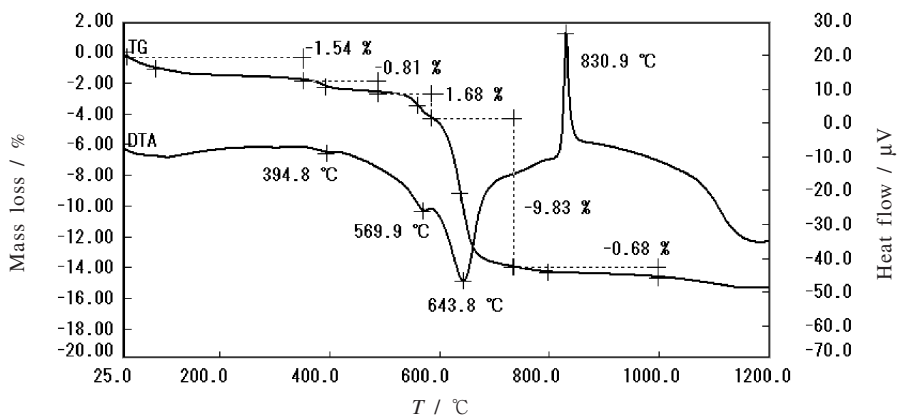


Fig.1 TG-DTA curve of Chrysotile with a heating rate of 20 K min⁻¹ under air flow.

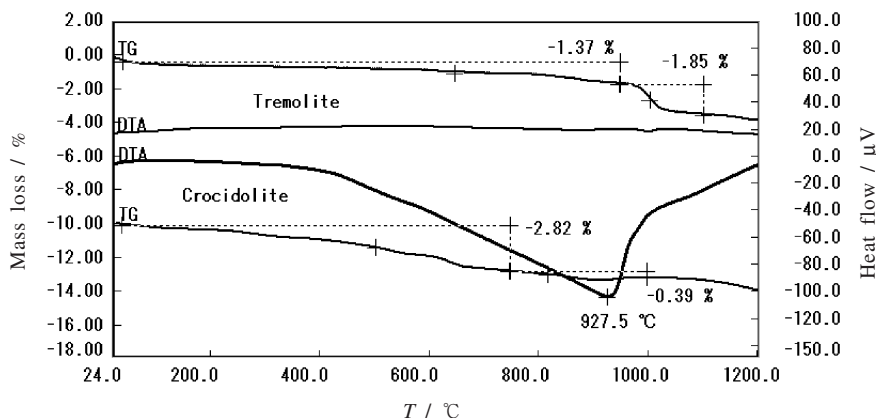


Fig.2 TG-DTA curves of Tremolite and Crocidolite with a heating rate of 20 K min⁻¹ under air flow.

れるトレモライト及びシール材・断熱材・保温材に使われてきたクロシドライトのTG-DTA測定例をFig.2に示す。

これらの測定例に見られるように、クリソタイルは他のアスベストと異なり、600～700℃の比較的低温で大きく減量するのが特徴である。建材や保温材に含まれるアモサイトは700℃まではわずかに減量し、その後わずかに増量する。

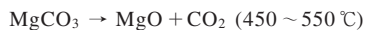
クリソタイルの熱分解挙動の研究報告は多くはないが、他のアスベストにくらべてより詳しく調べられている。

J. Khoramiら²⁾はカナダ産、アメリカ産の5種類のクリソタイルについてTG-DTGと質量分析計による水と炭酸ガスの発生ガス分析を行ない、典型的な分解パターンとして次の4段階を示した。

- ① 物理吸着水の脱水 (150℃以下)
- ② プルーサイトの分解



- ③ マグネサイトの脱炭酸ガス



- ④ クリソタイルの脱水酸化



ただし産地によって②から④の温度範囲や減量率や発生ガスに違いがみられると報告している。

K. J. D. MacKenzieら³⁾は、鉄分を含んだニュージーランド産クリソタイルについてTG, DTA, 粉末X線回折およびメスバウアー測定を行った。分解挙動はKhoramiらの結果とはほぼ同じであり、主分解のクリソタイルの脱水酸化は700℃前後で起こり、分解の進行に伴ってクリソタイルのX線回折強度の減少と非晶性化合物の増加がみられた。700℃近辺から徐々にかんらん石 (forsterite, Mg₂SiO₄) のX線回折ピークが強くなった。その後810℃でDTAにみら

れる鋭い発熱ピーク (Fig.2でピーク頂点温度830.9℃に相当するもの) については、forsteriteの再結晶化ではなく頑火石 (enstatite, MgSiO₃) の生成と結論した。

名古屋工業大学の橋本ら⁴⁾は、X線回折と位相差顕微鏡によって加熱クリソタイルの評価を行った。試料にはカナダケベック州産のクリソタイルを用い、電気炉中600～1100℃の温度で100℃ごとに3時間加熱保持後に室温まで自然冷却し測定した。その結果、600℃保持試料ではX線回折法、位相差顕微鏡法のいずれでもわずかのクリソタイルが検出された。X線回折では700℃以上で加熱した試料のクリソタイルのピークは検出されなかったが、位相差顕微鏡では極微量ではあるがクリソタイルとみられる繊維が観察された。しかし1100℃加熱物では繊維はまったく検出されなかった。

3.2 左官用モルタル混和材中および吹付け材中の石綿分析

文献¹⁾の平成16年7月2日付厚生労働省の発表にみられるとおり、蛇紋岩を粉碎した左官用モルタル混和材に含まれるクリソタイル量の分析に関しては、DTG法が採用された。分析手順は次のとおりである。

蛇紋岩含有の被験試料 → 粉末化 → X線回折分析 → 蛇紋岩のピークを確認 → DTG測定 → クリソタイル, アンチゴライト, リザルダイトの確認 → 計算でクリソタイル含有量を求める

Fig.3には昇温速度20℃/分, 10℃/分および試料制御熱分析 (SCTG, Sample Controlled Thermo-gravimetry) での測定結果を, Fig.4には昇温速度20℃/分のDTGピーク分離結果を示す。ここから求めたクリソタイルの含有量は47.4%となる。蛇紋岩はMg₃Si₂O₅(OH)₄の化学組成式

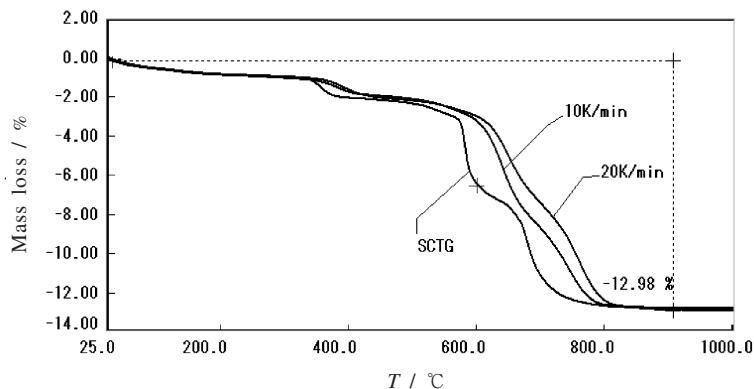


Fig.3 TG-DTA curves of Serpentine with different heating conditions. SCTG: Sample Controlled Thermo-gravimetry.

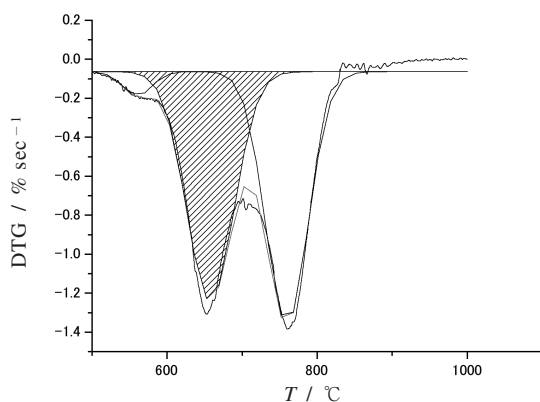


Fig.4 Peak deconvolution of DTG curve of Serpentine with a heating rate of 20K min⁻¹ under air flow. Calculated Chrysotile content is 47.4 %.

であらわされ、その加熱変化は文献⁵⁾に添付されている報告書に次のように記載されている。

- ① 600～800℃で脱水
- ② 脱水した蛇紋岩は非晶質になり、800～950℃でかんらん石 (Mg₂SiO₄) と石英 (SiO₂) が形成される。

$$2\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \rightarrow 3\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{SiO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$
- ③ 1000～1200℃ではかんらん石と石英が一部分反応して頑火石 (Mg₂Si₂O₆) とかんらん石の混合物になる。

$$3\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{SiO}_2 \rightarrow 2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 + \text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$$

文献⁵⁾に記載されたこの方法に対して、住化分析センターの田中⁵⁾は、蛇紋岩の組成によっては、蛇紋岩試料のみのDTG測定では、クリソタイルの脱水量をリザルダイトまたはアンチゴライトの脱水量と誤って測定しやすいことを指摘し、改善策として蛇紋岩試料およびそれに標準クリソタイルを10～50重量%添加した標準添加試料をそれぞれ

同一条件でTG測定して、それらのTGまたはDTG曲線からクリソタイル含有量を算出する方法を特許申請した。

神奈川県環境科学センターの菊川⁶⁾はDTAを用いた吹付け材中のアスベスト分析のために、クリソタイルとα-アルミナおよびセメント水和物との混合試料を用いてアスベストの検出限界の検討を行った。クリソタイルの検出限界の検討には、700℃付近の吸熱ピークと830℃付近の発熱ピークを用いた。その結果、α-アルミナとの混合物ではクリソタイル含有率2～3%程度を検出限界とした。一方、建築物に使用されているセメント混合吹付けアスベストのモデル試料では、クリソタイル含有率35%以上で検出が可能であった。30%以下で検出が困難な理由は、セメント水和物中の炭酸カルシウムの分解ピークと重なるためと考えた。さらに分析精度向上のためにおのおの1N塩酸で処理したセメント水和物とクリソタイルの混合物を分析した結果、検出限界を15%まで向上させることができると報告している。

3.3 タルク中のアスベストの分析

タルクは滑石を微粉砕した粉末で、含水珪酸マグネシウム化合物Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂という構造式で表される。モース硬度1と軟らかく耐熱性、化学的安定性、電気絶縁性に優れているため、日常生活で接触する多くの工業製品に含まれている。例えば、ベビーパウダー、アイシャドウ、口紅、医薬品錠剤の賦形材、食品用トレイ、塗料、プラスチックやゴム添加剤、電気製品のカバー・パッキン、陶磁器の釉薬、農薬などである。タルクには産地によってアスベストであるクリソタイルやトレモライトが含まれていることがあり、昨年9月1日付けの厚生労働省の通達で、アスベストを0.1重量%以上含有する粉状タルクの製造・輸入・譲渡・提供・使用が禁止された。

ところでタルク中に含まれる微量アスベスト分の定量分

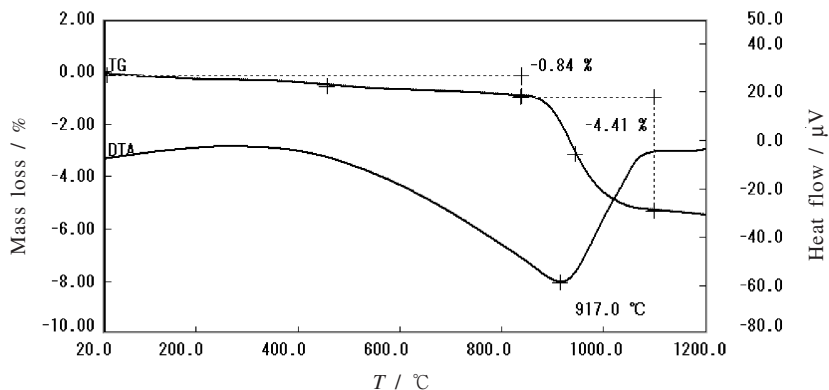


Fig.5 TG-DTA curve of Australian talc with a heating rate of 20 K min^{-1} under air flow. This talc contains 0.5 wt% chrysotile, but it is difficult to calculate chrysotile content from the chart.

析をTG-DTAで行うことは可能であろうか。

NBS (現NIST) のO. Menisら⁷⁾は1974年にDTAに現れる605℃の吸熱ピークがクリソタイルの脱水酸化反応に対応しており、それを用いるとタルク中のクリソタイルの定性評価の可能性があることを言及した。

Fig.5はオーストラリア産タルクのTG-DTA測定結果である。このタルクにはX線回折によって約0.5%のクリソタイルが含まれていることが判明している。この程度の含有量ではクリソタイルに特有な550~750℃の脱水酸化反応による大きな減量や830℃付近のDTA発熱ピークを用いた定量分析は困難と考えられる。X線回折によってタルク中の0.1%のアスベスト分の定量が1時間以内でできることを考えれば、筆者はTG-DTAによる微量アスベストの定量分析は実用的ではないと考える。

4. アスベストの無害化処理と熱分析 — 今後の課題 —

現在建築物から解体された廃棄アスベストの処理が大きな問題になりつつある。従来は埋立処理されていたが埋立場所の不足から一時保管されているものもかなりの量になると言われている。埋立処理に伴うアスベストの飛散の危険性から、2005年に環境省は廃棄アスベストの埋立処分を禁止し、1300℃以上で高温溶融してから処分することをきめた。

アスベスト、特に最大の使用量のクリソタイルの融点は1500℃以上(液相線温度は1800℃以上といわれている)のため、モルタルなどが混合した建築廃材を溶融処理するには1600℃以上の高温が必要と言われている。しかし1600℃以上の能力を有する溶融処理施設は全国で20箇所以下(2005年末時点)であり、しかも建築廃材の混合状態が一定でないため局所的な成分偏在に伴うトラブルで操業が停止されるケースも多い。

このような問題を根本的に解決し、より低温での安定した低コスト処理が可能な方法が求められている。プラズマ加熱溶融法、スラグ溶融解法、ガラス化剤・複合酸化物形成助剤添加融解法、ロータリーキルンへの投入法など、いくつかの方法が提案されているが、未だ決定的な方法はなく模索状態にある。

東北大学多元物質科学研究所の葛西ら⁸⁾は、現在廃棄物焼却灰の溶融処理に使用されている溶融炉を用いて、比較的低温でも安定し、かつ低エネルギー型の溶融技術確立に向けた研究を進めている。葛西らの目標は、塩化物などの特殊な融剤を用いず、焼却灰、山砂、粘土など既設の焼却施設周辺で入手できるものを融剤として利用できるようにし、アスベスト廃棄物の確実な無害化と再資源化を低コストで実現する溶融処理マニュアルを確立しようというものである。目標実現のために、アスベスト廃棄物に廃棄物焼却灰や山砂などを添加した溶融スラグの状態図・液相線温度の決定およびスラグの流動性に関するデータベース構築、廃棄物焼却灰と低コスト溶剤の最適配合率把握、実溶融炉による実証試験と基礎研究へのフィードバックなどが計画されている。

一方、群馬工業高等専門学校の小島ら^{9,10)}は、都市の清掃工場の焼却温度である850℃よりも低温でアスベストを分解・無害化する方法を検討している。その着眼点はケイ酸マグネシウムのSiとMgの結合を切断するために、熱エネルギーのみで切断するには1500℃以上が必要であるが、Siとの親和性の強いカルシウム化合物との化学反応によってより低温で切断しようというものである。例えばアスベストにフッ化カルシウムなどのフロン分解物を重量比7:3で加えた混合試料をTG-DTAで測定したところ、クリソタイル単独の場合と異なり、580~715℃でシリカシート中のOH基の脱離と炭酸カルシウムからの二酸化炭素の脱離と

みられる重量減少とDTA吸熱ピークが、また812℃には結晶化とみられる発熱ピークが観察された。またクリソタイルとフロン分解物1:2.4の混練物を大気中300~1000℃で100℃ごと各2時間加熱保持したもののX線回折測定をしたところ、600℃ではクリソタイルのピークは完全に消失し、700℃以上ではフォルステライト(Mg₂SiO₄)とカスピデイン(Ca₄Si₂O₇F₂)の存在が確認された。各温度での焼成物の走査型電子顕微鏡観察の結果、700℃焼成物ではアスベスト繊維は崩壊し粒状になっていることが確認された。このようにフロン分解物との混合加熱で低温化処理の基礎研究は大きく前進し、現在処理生成物の安全性を動物実験などでの確認することがおこなわれている。

以上に紹介したようにアスベストの低温無害化処理技術の開発や処理施設の安定した操業のための基礎データ蓄積には、TG-DTAを中心とした熱分析および熱力学的解析の役割の重要性が今後ますます大きくなると考えられる。熱測定討論会での活発な発表や討論が望まれる。なおアスベスト対策関連法の最新動向については、日本石綿協会の資料¹¹⁾などに掲載されている。

文 献

- 1) 平成16年7月2日付け厚生労働省発表資料,「左官用モルタル混和材中の石綿の含有について」.
- 2) J. Khorami, D. Choquette, and F. M. Kimmerle, *Thermochim. Acta* **76**, 87 (1984).
- 3) K. J. D. MacKenzie and D. G. McGavin, *Thermochim. Acta* **244**, 205 (1994).
- 4) 橋本 忍, 奥田篤史, 上杉 晃, 本多沢雄, 淡路英夫, 福田 功一郎, *J. Ceram. Soc. Jpn.* **114**, 715 (2006).
- 5) 田中 桂 特開 2006-250770.
- 6) 菊川城司, 矢島 巖, 今西摩由美, 才木義夫, *Gypsum & Lime* **236**, 43 (1992).
- 7) O. Menis, P. D. Garn, and B. I. Diamondstone, Proc. of 4th ICTA (Budapest), p.127 (1974).
- 8) 東北大多元物質科学研究所の2006年10月19日付け

報道機関向け発表資料. ホームページに掲載.

- 9) 小島 昭, 藤重昌生, 佐藤良太, 材料の科学と工学 **42**, 41 (2005).
- 10) 小島 昭, 藤重昌生, 金属 **76**, 167 (2006).
- 11) アスベスト対策環境展 '06 アスベスト対策テクニカルセミナー講演資料 (2006年10月24日), 日本石綿協会のホームページ www.jaasc.or.jp に掲載.

概 要

日本でもアスベストによる死者が多数にのぼることが報道されて以来、アスベストは大きな社会問題となった。建材や天然鉱物中のアスベスト含有量の分析には、X線回折と位相差顕微鏡による分散染色法が主に使用され、熱分析によるアスベストの定性・定量分析は限られた場合にのみ用いられているが、その加熱分解挙動の把握は今後の溶融処理技術の開発を進める上で重要である。一番大量に使用されているクリソタイルは、600~700℃で脱水酸化反応が起こるが依然として繊維状を保持していることが確認されており、繊維状でなくなるには1100℃程度まで加熱する必要がある。左官用モルタル混和材中のクリソタイルの定量には微分熱重量法が推奨されている。アスベストの無害化処理には現在では1600℃以上の高温溶融が必要であるが、フッ化カルシウムなどを含むフロン分解物との混合物を700℃まで加熱すると粒子状の非アスベスト化合物に変化するなどの新しい低温処理研究も進められている。

岸 證 Akira Kishi
 (株)リガク 第1事業部, Rigaku, TEL. 042-545-8144, FAX. 042-544-9650, e-mail: kishi@rigaku.co.jp
 研究テーマ: 熱分析及びX線回折のアプリケーション開拓
 趣味: ハイキング, バレー鑑賞