

Ⅲ-21 非晶質物質の鉍物化に関する基礎的研究

愛媛大学大学院 学生員 ○寺岡泰治
愛媛大学工学部 正会員 横田公忠
愛媛大学工学部 正会員 矢田部龍一

1.はじめに

家庭ゴミの焼却によって排出される焼却灰は、煙道に付着する微細な飛散灰と焼却炉底に堆積する焼却炉灰とに分けられる。焼却炉灰のほとんどはそのまま埋め立て投棄されているが、飛散灰には種々の重金属や有害有機物質が含まれるため、埋め立て投棄前に、熔融固化やセメント固化等の中間処理を行うことが義務づけられている。しかし、投棄物が酸性環境下に長期間さらされた場合に、有害物質の漏出が避けられず、深刻な社会問題も起こっている。さらに、多大な量のため埋め立て投棄場所の確保に大変苦勞している。このような問題の一解決策として、ゴミ焼却灰の再生資源化への取り組みが挙げられる。建設業界において焼却灰の有効利用は、目標基準を達成した熔融固化物の路盤材、コンクリート用骨材、アスファルト混合物用骨材が挙げられるがあまり研究されておらず、今後の研究の重要性は大きいものである。

2.研究目的と概要

本研究では処分に困っている焼却灰を再生資源化するために、鉍物化し無害なものに返還することを目的とする。完全に鉍物化できなくても非晶質の表面だけでも結晶化することができれば、表面の結合がしっかりし、コーティングのような働きをして有害物質の溶質を防げるのではないかと考えた。そのため、重金属や有害有機物質の含まれる焼却灰の代わりに、同じ非晶質で安全性のある水ガラスを用いて実験をする。

3.試験内容

(1)概説

水ガラス ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$) を水酸化物及び酸化物と混合することにより鉍物化できるかを検討する。なお、試験するにあたって目標とする鉍物を蛇紋石 $\text{Mg}_6[(\text{OH})_2|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ 、カオリナイト $\text{Al}_4[(\text{OH})_8|\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ 、クロライト $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6[(\text{OH})_8|(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}]$ の 3 種類とした。また、化学式から混合物は水酸化マグネシウム $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、水酸化鉄(Ⅲ) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、酸化鉄(Ⅱ) FeO を用いて目標とする鉍物をつくる際に余分な成分が含まないように努力した。鉍物化の検討をするにあたって条件を温度、水の量で考えることにした。1000℃を超えるような高温では結晶構造が破壊され非晶質になる。本実験ではそれを踏まえ、温度を 100℃、200℃、300℃の 3 通りとし、電気炉を用いて温度を設定した。また、水の量は 200%、300%で行った。

(2)混合割合

蛇紋石は水ガラスと $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、カオリナイトは水ガラスと $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、クロライトについては水ガラスと $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及び $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、また水ガラスと $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及び FeO の 2 通りの組み合わせで実験した。クロライトを 2 通りにしたのは、鉄の 2 価と 3 価での違いが出るのを想定してのことである。

これらの混合割合をそれぞれ化学式から考えると表 1 のようになった。それぞれ水ガラスに対するモル比で表している。また、クロライトのケイ酸シート $((\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10})$ 中の Si と Al の割合は上下両ケイ酸シートの Si→Al への置換量によるもので整数だけでなく小数の割合まで考えられるが、本実験ではわかりやすくモル比を 3 : 1 として考えることとした。

表 1 混合割合

鉍物 \ 混合物	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	FeO
蛇紋石	4/6			
カオリナイト		1		
クロライト	2	7/3	2	
クロライト	2	7/3		2

4.試験結果

(1)温度変化が水酸化物、酸化物に及ぼす影響

水ガラスの鉱物化を考える際に、混合物である水酸化物及び酸化物が温度変化により結晶構造が変化するかを調べる必要がある。そこで、水ガラスを加えず水酸化物、酸化物と水のみで 100℃、200℃、300℃と温度を変え電気炉で加熱した。結果は X 線回折から $\text{Al}(\text{OH})_3$ と $\text{Fe}(\text{OH})_3$ が酸化物になったことがわかった。

(2)温度変化が鉱物化に及ぼす影響

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ と水ガラスの混合の場合の X 線回折図形を図 1～4 に示す。これによると、100℃では変わらないが、200℃、300℃ではともに $\text{Mg}(\text{OH})_2$ のピークを持ちつつ新しいピークが現れた。新しいピークは、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が温度変化による影響がないため、水ガラスと $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の結合によるものだと考えられる。 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ と水ガラスの混合による目標鉱物は、 2θ が 12.1、24.2、35.8 付近にピークを持つ蛇紋石であるが、実際には 12.1 付近にピークが見られなかった。また、構成元素から蛇紋石以外に考えられる鉱物は、タルク、直セン石、苦土カンラン石、ガン火輝石などがあるが、確定できるピークの本数が足りなかったことから鉱物の同定はできなかった。

(3)水の量が鉱物化に及ぼす影響

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ と水ガラスの混合の場合の X 線回折図形を図 5～7 に示す。結果は、残っている $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ の混合のピーク強度を基準にして比較すると新しくできたピーク強度は水 200%の方が大きかった。また、ピークの本数も水 200%の方が多かった。

5.まとめ

◆鉱物化したのは $\text{Mg}(\text{OH})_2$ と水ガラスの混合のときの「200℃、水 200%」、「200℃、水 300%」、「300℃、水 200%」、「300℃、水 300%」の場合、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ と水ガラスの混合のときの「300℃、水 200%」、「300℃、水 300%」の場合であった。

◆鉱物化したがピーク強度は低く、水酸化物のピークや水ガラスの波形が残っているため、完全に鉱物化したとは言えず表面だけ所々結晶化が起こったと考えられる。

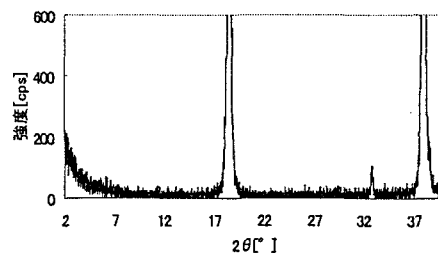


図 1 $\text{Mg}(\text{OH})_2$

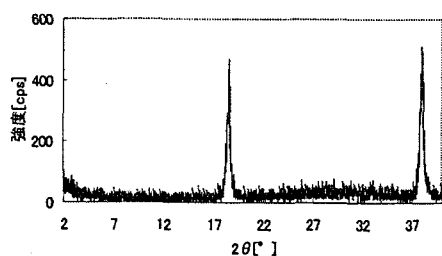


図 2 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ +水ガラス 100℃
200%

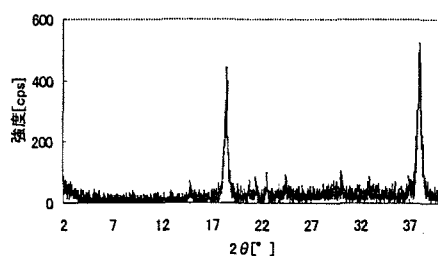


図 3 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ +水ガラス 200℃
200%

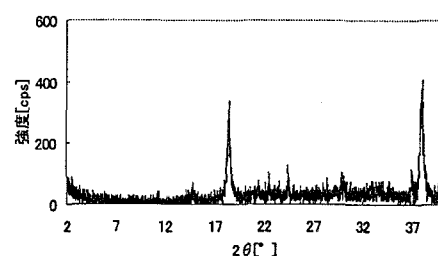


図 4 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ +水ガラス 300℃
200%

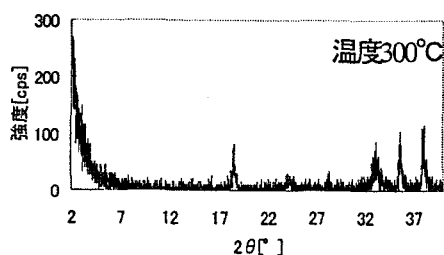


図 5 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$
の混合

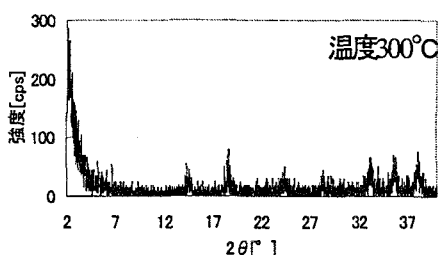


図 6 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$
+水ガラスの混合(水 300%)

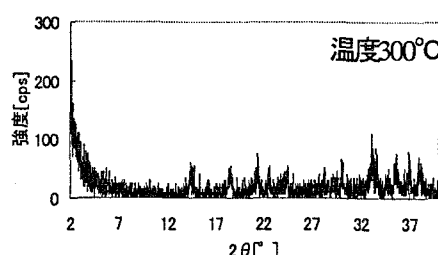


図 7 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$
+水ガラスの混合(水 200%)