

廃プラスチックを利用した石膏ボード廃材の低温脱硫処理技術の開発

— 脱硫反応条件の検討 —

環境科 結城 茜 酒井 奨 杉山直人
三和建商株式会社 松下和弘

Development of desulfurization technology of waste plaster board using waste plastics under low-temperature

— Examination of desulfurization reaction conditions —

Akane Yuki, Susumu Sakai, Naoto Sugiyama
and Kazuhiro Matsushita

1. はじめに

石膏ボードは、石膏（主成分 CaSO_4 ）を芯材として、両面を紙で被覆し成型したもので、建築物の壁などに広く用いられている。家屋等の解体で廃棄される石膏ボード廃材は、全国で年間約150万t発生しているが¹⁾、その再利用率は数%で、ほとんどは埋め立て処分されている²⁾。埋め立て処分場では、石膏に含まれる硫黄成分に由来する硫化水素の発生の恐れから管理型処分が義務付けられ、処分費用が高騰している。そのため、山間地域で不法投棄事件が頻発し、県内でも同様の事件が発生するなど、社会的問題となっている。

このような背景から、石膏中の硫黄成分を除去（脱硫）し、有用資材であるCaOなどにリサイクルする技術が検討されている。植田らは、石膏とポリエチレン（PE）を $1,200^\circ\text{C}$ で反応させ、CaOを生成する方法を報告している³⁾。しかし高温処理のため、施設建設費、燃料費、維持管理費等が高く実用化されていない。

本研究では、石膏ボード廃材のリサイクル技術の実用化に向け、低コストで脱硫処理できる技術の開発を目指している。熱力学データベースから石膏とPEの反応平衡を確認すると、約 820°C からCaOが生成され始めるため、 $1,200^\circ\text{C}$ よりも低温で脱硫できる可能性がある。そのため、 $1,000^\circ\text{C}$ 以下の反応温度で廃プラスチックを利用して、有用資材（CaOなど）を主生成物として得られる処理技術を目指す。平成23年度は反応温度 $1,000^\circ\text{C}$ 以下にて、脱硫度90

%以上で有用資材を得る条件を見出すため、様々な反応条件の検討を行った。

2. 実験方法

焼石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 試薬（和光純薬工業(株)）を予め $1,150^\circ\text{C}$ で2時間加熱し、石膏の主成分である CaSO_4 を用意した。この CaSO_4 を粒状の密度 920 kg/m^3 (23°C) PE試薬（和光純薬工業(株)）とともに、空気雰囲気の下、電気炉内で反応させた。生成物の同定は、強力X線回折装置（RINT-2500V、(株)リガク）を用いて行った。 CaSO_4 と生成物中の硫黄濃度は、炭素硫黄分析装置（EMIA-V920V、(株)堀場製作所）を用いて測定した。

CaSO_4 とPE（CH₂換算）の物質質量比（mol比）を1:55、（ CaSO_4 2 g、PE 11.27g）として、以下の2つの反応方法を検討した。方法【A】； CaSO_4 とPEを入れたるつぼを炉内に設置し、所定の温度（ 850°C – $1,000^\circ\text{C}$ ）まで昇温し、その温度を3.5時間保持する。方法【B】；電気炉上部にある排気口の真下に、 CaSO_4 を入れたるつぼを炉内に設置し、所定の温度（ 850°C – $1,000^\circ\text{C}$ ）まで昇温した後、その温度を3.5時間保持しながら、排気口から、1粒が約0.04gの粒状PEを30秒毎に1粒ずつ投下する。

実験では、反応方法【A】【B】の影響や、式（1）で定義される脱硫度や生成物中の硫黄濃度に及ぼす反応温度の影響について検討した。

$$\text{脱硫度}(\%) = (\text{S前} - \text{S後}) \div (\text{S前}) \times 100 \quad (1)$$

$\text{S}_{\text{前}}$ = 反応前の CaSO_4 の硫黄質量

【ノート】

$$= \text{CaSO}_4 \text{の質量} \times \text{CaSO}_4 \text{中の硫黄濃度}$$

$$S_{\text{後}} = \text{反応後の生成物中の硫黄質量}$$

$$= \text{生成物の質量} \times \text{生成物中の硫黄濃度}$$

3. 結果および考察

先ず反応温度1,000℃にて、反応方法【A】【B】で処理を行った。得られた生成物をX線回折した結果、同定された物質は、【A】ではCaSO₄のみであった。一方、【B】ではCaOのみであり、脱硫できていることが分かった。【A】の場合、脱硫反応温度に達する前に、PEが全て気化してしまい、脱硫できなかったと考えられた。

次に反応方法【B】にて、反応温度（850℃～1,000℃）の影響を検討した。図1に得られた生成物のX線回折の結果を示す。同定された物質は、反応温度が850℃では、CaSO₄のみであったが、900℃になると、CaOが検出され始めた。さらに温度が上昇するに従いCaOの強度が大きくなり、975℃以上ではCaOのみが検出された。

図2に反応温度と脱硫度の関係を示す。反応温度が上昇するに従い、脱硫度が大きくなり、950℃で脱硫度90%以上を達成することができた。

図3に反応温度と生成物中の硫黄濃度の関係を示す。反応温度が上昇するに従い、生成物中の硫黄濃度が減少することが分かった。

これらのことから、反応温度が上昇するに従い脱硫反応は促進し、950℃でほぼ全てのCaSO₄がCaOへ転換され、1,000℃以下で目標値まで脱硫可能なことが分かった。

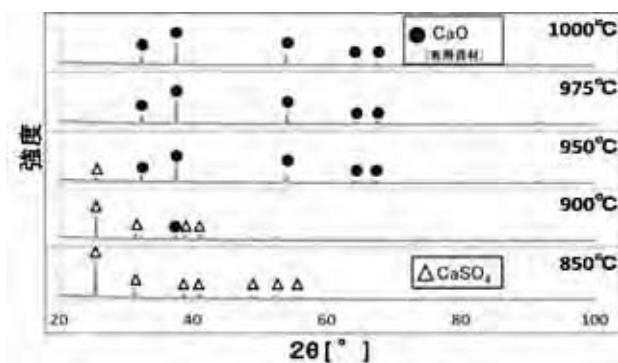


図1 各反応温度における生成物のX線回折の結果

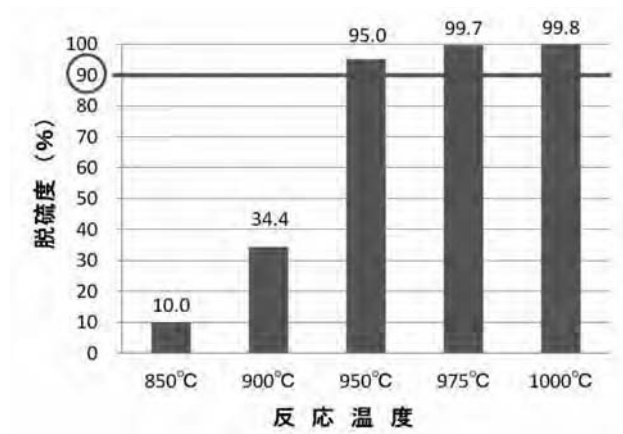


図2 反応温度と脱硫度の関係

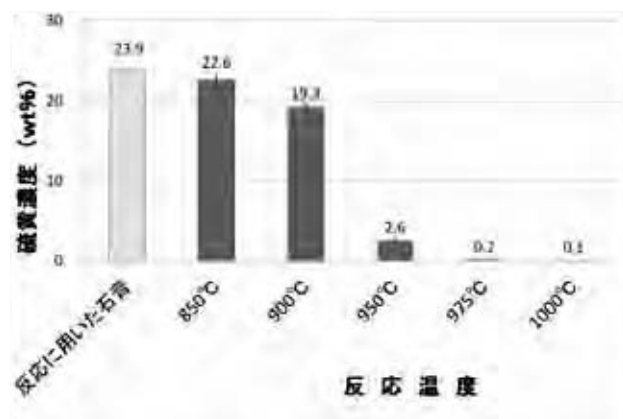


図3 反応温度と生成物中の硫黄濃度の関係

4. まとめ

低コストで石膏ボード廃材を脱硫できる技術の開発を目指し、反応温度1,000℃以下で石膏を脱硫し有用資材を得る条件検討した。その結果、反応温度950℃で脱硫度90%以上を達成しCaO（有用資材）を得ることができた。

参考文献

- 1) ㈱石膏ボード工業会：廃石膏ボード排出量の推計 (2012)；http://www.gypsumboard-a.or.jp/haishutsuryou_suikei.shtml
- 2) ㈱石膏ボード工業会：廃石膏ボードの対応策について，6 (2010)；<http://www.gypsumboard-a.or.jp/countermeasure.pdf>
- 3) 植田 滋他：プラスチックを用いた石膏からのCaO及びCaSの生成，資源と素材，Vol. 122，456-461 (2006)。