

## 廃プラスチック熱分解ガスを燃料とするアスベスト加熱無害化処理システムの開発 Fuel-gas production for asbestos treatment through coprocessing with waste plastics

○正 小寺 洋一（産業技術総合研究所） 坂本 佳次郎（ストリートデザイン） 関口 秀俊（東京工業大学）  
Yoichi Kodera (AIST), Kajiro Sakamoto (Street Design) and Hidetoshi Sekiguchi (TiTech)

Coprocessing of asbestos with asbestos-containing waste plastics has been demonstrated. Current problems are the high fuel consumption for converting hazardous fibrous asbestos into harmless non-asbestos and bulky waste plastics, which involves protecting clothes, shielding materials and transportation bags. A simultaneous operation of asbestos treatment and fuel gas production from plastics was performed by a moving-bed kiln reactor at 700 °C for the typical residence time of 30 min. Hydrogen, methane and ethylene are the typical components of the gaseous products. The resulting pyrogas was only supplied as fuel for the thermal treatment after the initial period of gasification with LPG supply. The novel process will contribute to cost-reduction and effective volume reduction of asbestos-containing plastics

*Key Words:* Thermoplastics, Gasification, Fuel gas, Asbestos

### 1. はじめに

従来アスベスト含有廃棄物は肉厚のポリエチレン袋で厳重に梱包され埋立て処分されているが、これは有害物質を一時的に隔離するだけで、環境上重大なリスクがあり、土地利用が不可能で、近隣住民からの不安を招いている。そのため、アスベストを溶融することでその有害性の原因となっている繊維状構造を固化剤で封止する、あるいは熱溶融し減容無害化する方法が発表されている。

熱溶融では、ジオメルト法（三重中央開発）、酸素バーナーによる加熱溶融法（カムテックス）がアスベストの溶融温度である 1500℃以上の溶融による方法を採用し、環境大臣の認定を受けた。アルカリ溶融剤を併用した誘導加熱炉による方法（北陸電力）、加熱水蒸気（戸田建設と大旺新洋）、塩化カルシウム等無機塩類（群馬高専・小島ら）は装置への負荷やエネルギー消費が少ない、より低い温度での溶融を実現し、技術認定を申請中の技術もある。

これらの方法は主に、アスベスト含有の無機系廃建材を対象とし、アスベスト付着のプラスチックは対象としていない。場合によっては、主にポリエチレンからなる養生シートや防護服など、体積的には過半を占めることもあるかさ高いプラスチックは、これら既知の方法で加熱すると、炭化水素や炭化水素ガス等の可燃性物質が急速に生成し、アスベスト飛散や引火爆発も懸念される。

筆者らは、廃建材とプラスチック廃棄物のアスベストを同時に無害化するためのシステムを開発し、実証研究を行った。また、プラスチックから燃料ガスを製造し、これを無害化およびガス化の熱源に利用した。実証研究では、燃料ガスを溶融無害化とガス化の燃料として自給し、アスベスト無害化の確認と燃料ガスおよびその燃焼排ガスにアスベストが含まれないことを確認した。本発表では、その原理と実証研究の概要を報告する<sup>(1)</sup>。

### 2. システム化への指針

廃建材とプラスチック成分はともにアスベストを含むため、コスト削減のため、同一の加熱装置を使用することが望ましい。また、空気の少ない条件で加熱すると、プラスチックからは可燃性の熱分解生成物が得られることから、これをアスベスト無害化装置の加熱用燃料に利用し、処理コストの大幅な削減を図ることを目的とした。Fig. 1 にシステム構成をまとめた。

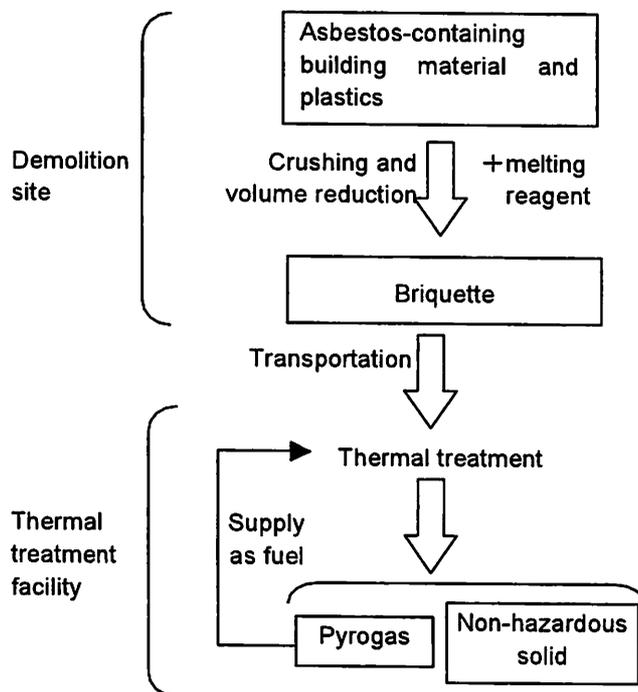


Fig. 1 System Concept of asbestos treatment with fuel gas production

過去に生産された無機系耐火材や屋根材のアスベストは数%から 30%程度含まれる。その溶融は 1500℃以上必要とされるが、いくつかの無機塩類の添加により、700℃台で溶融できるようになることが知られている。同一の加熱装置をアスベストの無害化とポリエチレンの燃料化に共用するとし、商業装置を検討した。アスベスト付着のポリエチレンを燃料に変換する際、あるいは燃料の燃焼時にアスベスト繊維を溶融させ、燃焼排ガスに混入しないことが必須である。固形・液体燃料化のいずれも燃料調製時の温度や滞留時間の点で、アスベスト残留の可能性が高く、また、燃焼時にも燃焼ガスにアスベストが含まれる可能性が高いと判断し、ガス燃料への変換を行うこととした。

以前、筆者の一人が発表したスクリー搬送機を用いた水平移動床方式のプラスチック熱分解ガス化<sup>(2)</sup>の本質は、

熱分解で低分子化し、気化した炭化水素が、反応器外に留出せずに、熱媒体の砂との接触が継続することで、さらに低分子化が進み、炭化水素ガスを与えることである。循環移動床方式外熱キルン熱分解装置<sup>(3)</sup>は熱媒体の固形物が共存し、プラスチックへの伝熱を助ける点で原理的に共通していることから、実証スケールの装置が使用できるこの形式のプラントを用いて研究を進めることにした。

### 3. 実証実験

**3.1 原料と装置** アスベスト含有減容固化物：アスベスト含有廃建材（吹付剤）47.5、アスベスト付着廃棄ポリエチレン 50.0、溶融剤 2.5 重量%を2軸押出機により溶融固化したブリケット（直径約20mm、長さ約40mm）を試料として用いた。かさ密度0.46 t/m<sup>3</sup>。使用した廃建材はクリノタイル 5.2、アモサイト 14.5、クロシドライト 15.5、トレモライト/アクチノライト 1.4 重量%を含む。

**装置：**循環移動床方式外熱キルンの実証プラントで、回転内筒の直径は約500mm、長さは約1500mmである。内部の固定板により、投入された固形物が、キルンの回転につれて装置内を投入側と排出側の間で循環移動し、最終的にはオーバーフローして排出される。そのため、滞留時間が30分以上確保されることが特徴である。装置の概略をFig. 2に示した。

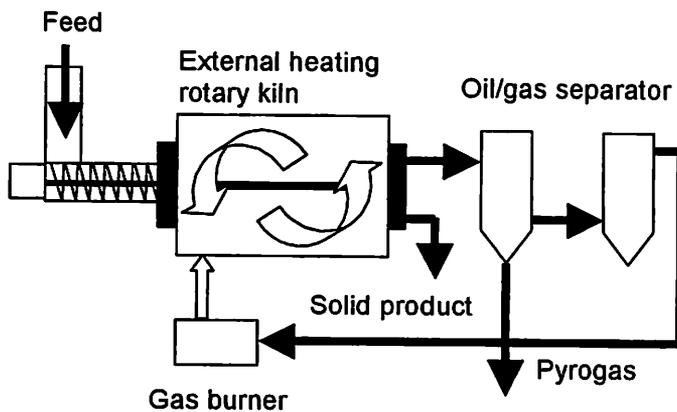


Fig. 2 Schematic diagram of a thermal treatment of asbestos and plastics

**3.2 分析** アスベストの無害化はJIS A1481に規定される位相差顕微鏡およびX線解析で確認した。

**3.3 実験** 代表的な実証実験の条件は以下の通りである。アスベスト含有減容固化物470.1kg（内、ポリエチレン量235.1kg）を原料供給機に付属したホッパーに貯え、外気と遮断した状態で17時間48分に渡り加熱装置に供給した。キルンの回転数は5rpmとした。運転開始時にはLPガスを用いて、試料を加熱した。熱分解ガスが発生し始めたらLPガスを止め、熱分解ガスの燃焼ガスで外熱式キルンの加熱を行った。熱分解ガスの発生量は流量計で測定した。熱分解ガス、熱分解油、固形生成物、および燃焼排ガスについて、それぞれアスベスト含有量など分析を行った。

### 4. 結果と考察

実証実験での原料供給量とガスおよび固形生成物（無害化済み残渣）の生成量の経時変化をFig. 3にまとめた。熱分解ガスは、加熱開始から1時間以内に発生し始めており、LPガスへの切り替えを行い、以降は、加熱のための燃料は発生した可燃性ガスを用いた。キルンの炉内中心部の温度は実験中、725~800℃で、平均温度は763℃であった。

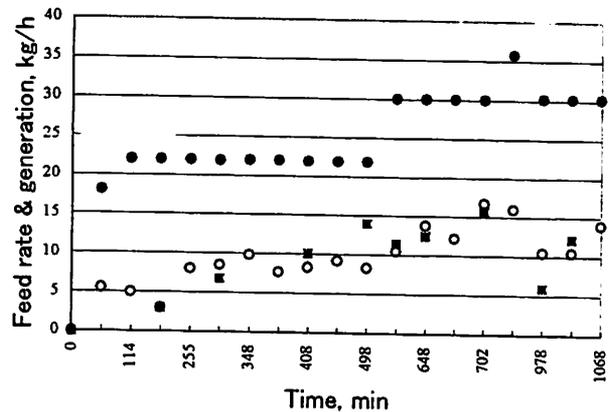


Fig. 3 Feed rate and product generation rate with time; Feed (●), Gaseous product (○), Solid product (■).

発生した熱分解ガスの体積は194.2 m<sup>3</sup> (20℃、1気圧)、組成は、水素 26.0、メタン 25.4、エチレン 21.4 (いずれも体積%)で、残りは一酸化炭素 5.70%などであった。平均分子量は20.2 g/molで、約173kgの熱分解ガスが発生したことになる。投入試料中のポリエチレン235kgから、収率は73%と算出された。ただ、空気混入による一酸化炭素や二酸化炭素の発生、ガス流量計の示度の精度からガス発生量と収率の精度はさらに検討を要する。

ポリエチレンやポリプロピレンの珪砂を熱媒体とした水平移動床方式熱分解装置を用いたガス化（反応管内壁温度約600℃、滞留時間20分）の場合、メタン、エチレン、プロピレンが主要成分であり、収率が80%程度であったことと比較して、収率は近似しているが、組成については、水素が著しく多い結果となった。反応温度が高温であることが主因と考える。装置部材(SUS310)、その他無機成分の影響については検討していない。

無害化に関わる分析結果をTable 1にまとめた。熱分解ガス、熱分解油、固形残渣、熱分解ガスの燃焼排ガスのいずれもアスベストの残留は認められず、実用化に障害となる結果はなかった。また、得られる熱分解ガスの発熱量は無害化・熱分解に必要な熱量の約2倍と推算され、エネルギー自立的な運転は可能であると結論した。

Table 1 Analytical result of products and flue gas

Sample	Property	Result
Pyro gas, oil, solid product	Asbestos	No detection
	SOx	0.2 ppm
	NOx	2.0 ppm
Flue gas	Dust	<0.01mg/m <sup>3</sup> N
	Oxygen content	20 vol%
	Asbestos	No detection

**謝辞** 本研究は、平成21年度NEDOアスベスト含有建材等回収・処理等技術開発の委託研究として実施した。記して感謝する。

**文献** 1) 小寺他、イー・コンテクチャー、pp.65、2010年9月号、日報アイ・ビー（東京）。

2) Y. Kodera, et al., *Energy Fuels*, 20, 155-158 (2006).

3) UNEP, "Converting Waste Plastics into a Resource," pp. 40, 2010. [http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/WastePlasticsEST\\_Compndium.pdf](http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/WastePlasticsEST_Compndium.pdf)