

粉体燃料化

村田 勝英* 平野 義直*

廃棄物中に含まれる廃プラスチックやゴムくずなどは、石炭、C重油など一般のボイラ燃料と同等の高い発熱量をもっており、良質の燃料に成り得る素地をもっている。この点に着目すると、廃プラスチックを現行の発電ボイラ用燃料と同等な燃料に変換することが可能となる。具体的には分別したプラスチック廃棄物等を微粉碎し、直接、既設の微粉炭ボイラで燃焼されるか、あるいは既設の重油ボイラで重油と併燃させるといった方法である。

本稿では、主に廃プラスチックなど固形廃棄物を、現行の発電ボイラ用燃料としての微粉炭と同等に取り扱えるようにし、かつエネルギー回収ができる、廃棄物の新しい有効利用方法である粉体燃料化技術の概要について紹介する。

1. 対象廃棄物と範囲

対象とする廃棄物は、粉体にして燃焼させることができるものであればどのような廃棄物でもよく、すなわち固形有機物全般となる。ただし、対象となる廃棄物によっては、粉体にする前の処理として脱水、乾燥、分別などが必要となるため、現状で十分に焼却処理によって熱回収ができていない廃棄物では、本技術導入による処理のメリットは小さい。

一方、廃プラスチックのようなそのまま焼却することが困難な廃棄物では、粉体燃料とすることで大きなメリットが見込める。すなわち、粉体にするによりその燃焼性が飛躍的に向上し、既存燃料と同等に扱うことができるようになり、既設焼却炉や既設ボイラでの燃焼、熱回収が可能となる。

1-1. 一般廃棄物

一般廃棄物は、約1kg/人・日の割合で発生し、年間

合計でおよそ5,000万トン強が国内で発生する。この中で対象となる可燃ごみ中には、不燃ごみが混入している場合が多い。粉体燃料化技術においては、粉碎工程でのトラブルを防止するため、とくに金属類の不燃物の混入を避けなければならない。したがって、一般廃棄物はまず可燃ごみだけを分別し、つぎに可燃ごみを木、紙、ゴム、プラスチックなどの種類別に分別することが必要で、この後初めて粉体燃焼が可能となる。

1-2. 産業廃棄物

1-2-1. 全 般

産業廃棄物は第1表に示すように1991年度で、全国で年間約4億トンが発生する。産業廃棄物の場合、一般廃棄物と異なり廃棄物は発生時に分別されている場合が多く、またその処理量も多いため粉体燃料化の対

第1表 産業廃棄物の排出量(1991年)と発熱量

種 類	排出量 (1,000t/Y)	排出比率 (%)	発熱量 (kcal/kg)
(粉体燃料化対象)			
有機汚泥	167,673	42.1	2,600
廃プラスチック類	4,570	1.2	4,500~11,000
紙くず	1,143	0.3	3,000~ 3,500
木くず	6,810	1.7	3,000~ 3,500
繊維くず	101	0.0	4,000
動植物残渣	2,994	0.8	
ゴムくず	92	0.0	8,200
建築廃材	58,431	14.7	3,000~ 3,500
動物の糞尿	77,315	19.4	
(対象外)			
不燃物	60,269	15.1	
(鋳滓 金属くず ガラス・陶器類			
その他			
合 計	397,949	100.0	

(厚生省：全国の産業廃棄物の排出および処理状況に関する調査結果)

*Katsuhide MURATA, Yoshinao HIRANO, 三井造船(株)千葉研究所 〒290 千葉県市原市八幡海岸通1

象となりやすい。

1-1-2. 廃プラスチック

廃プラスチックの発生量は第1表に示す厚生省調査で平成3年度に年間約460万トン、(社)プラスチック処理促進協会調査で平成5年度に約760万トンで年々増加の傾向にある。他の廃棄物に比較して、下記のような特徴をもつ廃プラスチックは粉体燃料化の主対象となる。

- ① 石油、石炭と同じように発熱量が高い。
- ② 石油、石炭と比べ硫黄分が含まれていない。
- ③ 石炭に比べ灰分が少なく、燃焼速度が速い。

中でも汎用プラスチックとして代表的なプラスチックであるポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS)およびポリエチレンテレフタレート(PET)などは熱可塑性樹脂で燃焼性がよく、粉体燃料化技術の対象としては好適である。

熱可塑性樹脂の中で、ポリ塩化ビニル(PVC)などハロゲン化物を含むプラスチックは燃焼時にハロゲン化水素を発生するため、炉材やボイラチューブなどを損傷させる原因となり粉体燃料として好ましくない。

熱硬化性樹脂は熱可塑性樹脂と異なり、加熱すると溶融せずに炭化するという性質があるが、粉砕が比較的容易で、また燃焼時に炉内で融着することがないなど、粉体燃料に適した特徴をもつ。

2. 処理技術

粉体燃料化技術システムは、第1図に示すようにいくつかの工程からなる。

2-1. 前処理

廃棄物を粉砕する前には、その状態や形態によって以下に述べるような前処理が必要となる。

2-1-1. 分別

粉体燃料とするには粉砕工程のトラブルを防ぐため、金属類の混入を避けなければならない。一般的に、磁選機などによって鉄分を取り除くことが行われている。また、プラスチックの分別をする際には空気や水によって比重差を利用する方法もある。

2-1-2. 脱水・乾燥

脱水・乾燥は、燃焼設備によってどの程度行うかが決定される。燃料として重油やガスを使用している既存ボイラなどではかなりの乾燥が必要となるが、微粉炭ボイラや焼却炉ではほとんど必要のないこともある。

2-1-3. 溶融固化

フィルムやシートあるいは繊維状などの廃プラスチックで、粗粉砕の必要がなくてもそのままでは微粉砕

が困難であるような形態の場合、前処理として溶融固化処理が必要である。また、発泡品の廃プラスチックは次工程の粉砕処理を実施しやすくするため、減容を兼ねて溶融固化処理を行う。

2-2. 粗粉砕

廃棄物を粉体燃料とするためには、ほとんどの場合、粗粉砕工程が必要となる。粗粉砕するための粉砕機は用途に応じて種類があり、対象とする廃棄物によって、最適な粉砕機を選定することが重要である。

2-3. 微粉砕

粉体燃料化においては、燃焼技術とともにもっとも重要な技術である。粉砕効率は、選定する粉砕機によって大きく異なる。したがって、システム全体の効率、コストに大きな影響を与えることとなるため、対象とする廃棄物に合わせて最適な粉砕機を選ばなければならない。微粉砕は、良好な燃焼を実施するための必要な粉体粒径を得ることが目的となり、微粒子ほど燃えやすいとしても必要以上の微細粒径にすることはかえってエネルギーコストを増加させることになる。

2-4. 貯蔵・供給技術

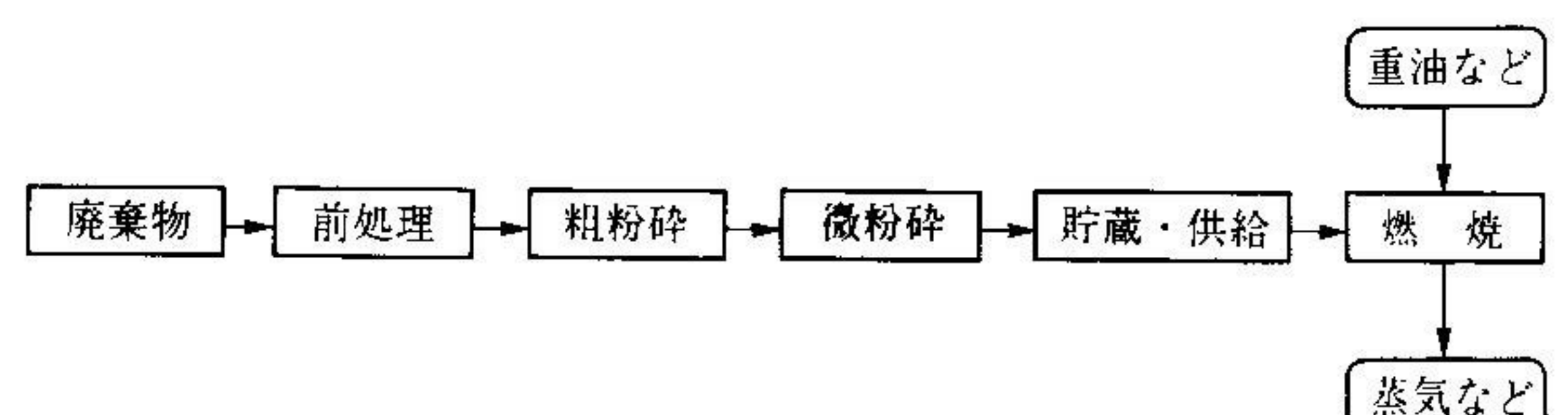
一般に、ボイラなどによる燃焼は24時間運転を実施するが、粉砕は昼間だけの場合が多い。したがって、夜間に燃焼する分の粉体を貯蔵する貯槽が必要となるが、できれば供給機の一部を構成するようなタイプが望ましい。

供給機には各種の型式があるが、定量フィーダを用いて空気輸送によって供給する方法が一般的である。燃焼設備に余裕があり、均一性があまり要求されなければ、定量フィーダを省くこともできる。

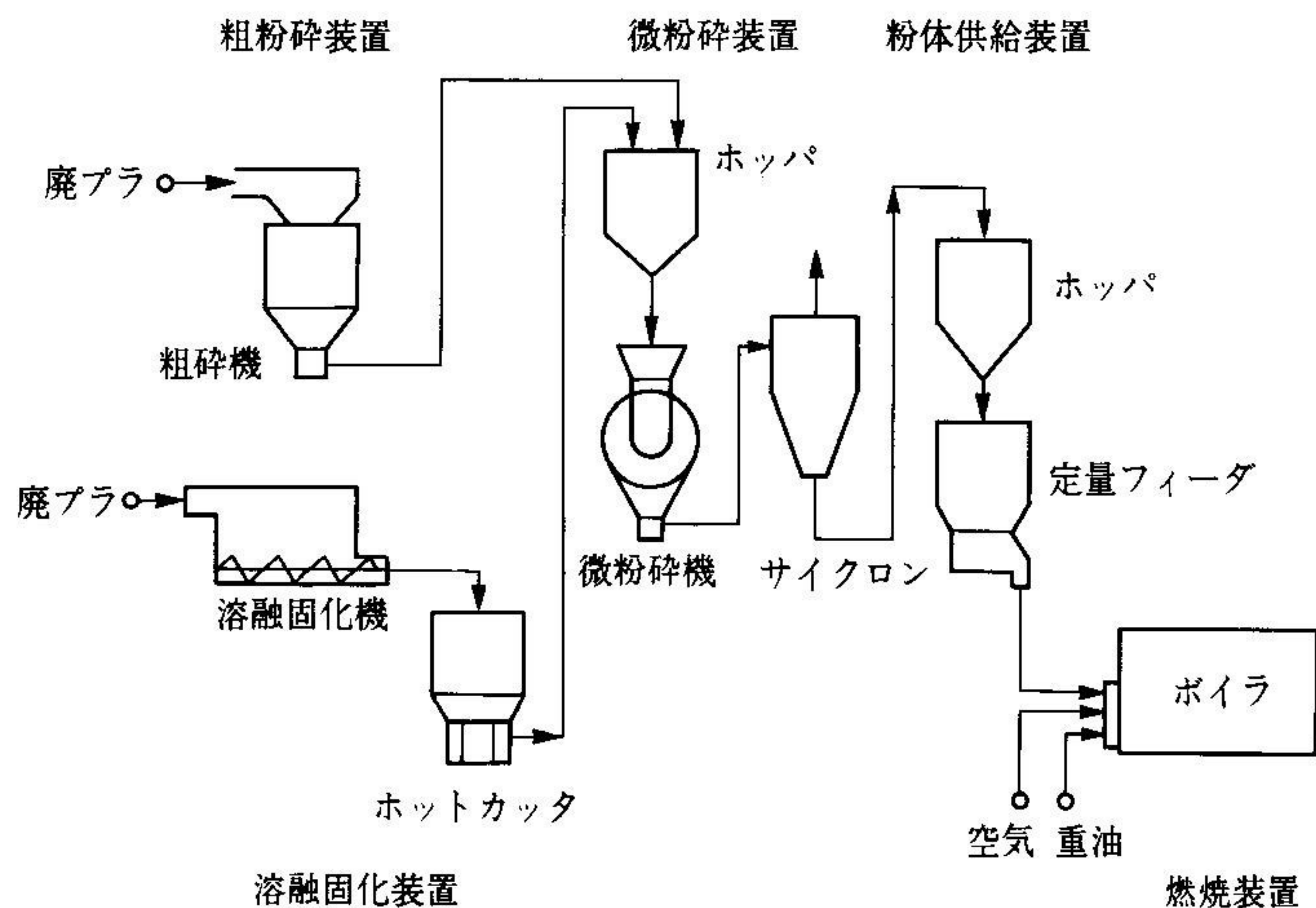
2-5. 燃焼技術

バルクや塊状で燃焼させるよりも燃焼効率がよく、微粉炭や液体燃料と同じように取り扱えることが粉体燃料化の特徴である。

したがって、燃焼に際しては微粉炭バーナや重油バーナと同じようなバーナを用いることが可能であるが、既存燃料と混焼することが基本となるためそのバーナ型式は簡易なものでよい。すなわち、既存燃料のフレーム中に粉体がうまく取り込まれるように改造するだけで十分燃焼可能となる。



第1図 粉体燃料化技術プロセス



第2図 粉体燃料化システムのプロセスフロー

第2表 廃プラスチックの粉体燃焼結果

試験項目	単位	廃プラ粉体燃焼	微粉炭燃焼*	石油燃焼*
試料	—	PE, PP, PS, PET等) (魚箱, 包装材)	歴青炭	C重油
低位発熱量	kcal/kg	9,700	8,100~8,400	約10,300
試料中S分	%	0	0.5~0.8	0.1~0.2
粒径	μm	300~400(平均)	70以下(80%)	—
空気比	—	約1.2	1.2	1.2
燃焼状態	安定性, 温度, 炎の広がり, 長さ	良好	同左	同左
排ガス	NO _x	ppm	63~79	220
	SO _x	ppm	0	60~130
	未燃炭素分	g/Nm ³	0.001以下	36.2

※比較例

3. 開発事例

つぎに、廃プラスチック処理を目的として、三井造船が開発した粉体燃料化エネルギー回収システムを紹介する。

3-1. プロセス

プロセスフローを第2図に示す。

本プロセスは、各種の種類、形態をもつ廃プラスチックを粉体燃料化するため、溶融固化(ペレット化機能含む)装置と粗粉碎装置の両者での試料受入れが可能なシステムとしている。

3-1-1. 溶融固化装置

溶融固化にはいくつかの方法があるが、本システムでは、灯油を燃やしてその排ガスの熱を利用するタイ

プを採用している。本型式は350°C以上の高温が得られ、ほとんどのプラスチックの溶融固化が可能である。また、溶融固化後にペレット化するためホットカッタを付設している。

3-1-2. 粗粉碎装置

粗粉碎機は横一軸型の剪断式破砕機で、試料を投入するためのベルトコンベアが付設されている。

3-1-3. 微粉碎装置

微粉碎機は、熱可塑性プラスチックの粉碎能力に優れた剪断衝撃式の遠心ミルタイプを採用している。粉碎機への粗粉碎物の供給は、スクリュフィーダを用いている。また、外部分級によって、目的粒径以上の粉碎物を再度微粉碎する方式としている。

3-1-4. 粉体供給装置

供給装置では、微粉碎された試料を常に重量で制御しており、テーブルフィーダによって一定量を燃焼設備へ供給することができる。

3-1-5. 燃焼装置

粉体燃焼用に改造したバーナを取り付けた、既設の炉筒煙管型ボイラである。

3-2. 運転結果

3-2-1. 溶融固化

発泡品、ボトル、フィルムおよび繊維状などの試料について実施している。溶融固化品の粉碎性は良好で、そのままでは微粉碎が困難あるいは非効率的な試料に対して非常に有効な前処理方法であることを確認した。

3-2-2. 粉碎

粗粉碎は、試料の成分によらず問題ない。ただし、フィルムあるいはボトルなどはそれ専用の粉碎機を用いるか、前もって溶融固化を施す方が望ましい。

微粉碎について、PSは粉碎しやすく、PEやPPは比較的粉碎しにくいという特徴をもつが、フィード量や温度を制御することでいずれも微粉碎可能である。

3-2-3. 燃焼

燃焼結果の一例を一般の微粉炭および石油製品の燃焼と比較し、第2表に示す。試験に用いたボイラでは、最大粒径が1,000 μmに近いと未燃炭素が発生する恐れがあるため、最大粒径を600 μm以下に粉碎した試料を用いた。その結果、平均粒径300~400 μmの微粉砕物を重油と混焼し、良好な燃焼状態を得られることが確認できた。

4. 燃料化コスト

設備範囲を粗粉碎前の受入れからバーナ改造までとし、燃焼設備の年間稼働時間を8,000時間とした場合の粉体燃料化コストの試算例を第3表に示す。引取料が無償の場合でも、廃プラスチック処理量が50 kg/hrのとき、ほぼC重油の購入価格並みのコストで粉体燃料化ができ、またそれ以上の処理規模であれば利益が期待できる。

5. 今後の課題と展望

廃棄物、とくに廃プラスチックを燃焼しサーマルリサイクルする方法には固形燃料化、熱分解油化、ガス化などがあるが、ここで紹介した粉体燃料化技術もサーマルリサイクルの一つであり、以下のような特徴をもつ。

- ・既設との炉を使用できイニシャルコストが小さい。
- ・重油と混焼が可能で、重油が節減できる。
- ・運転が容易で設置用地が小さい。
- ・重油専焼と比べばいじん、NO_x、SO_xが少ない。

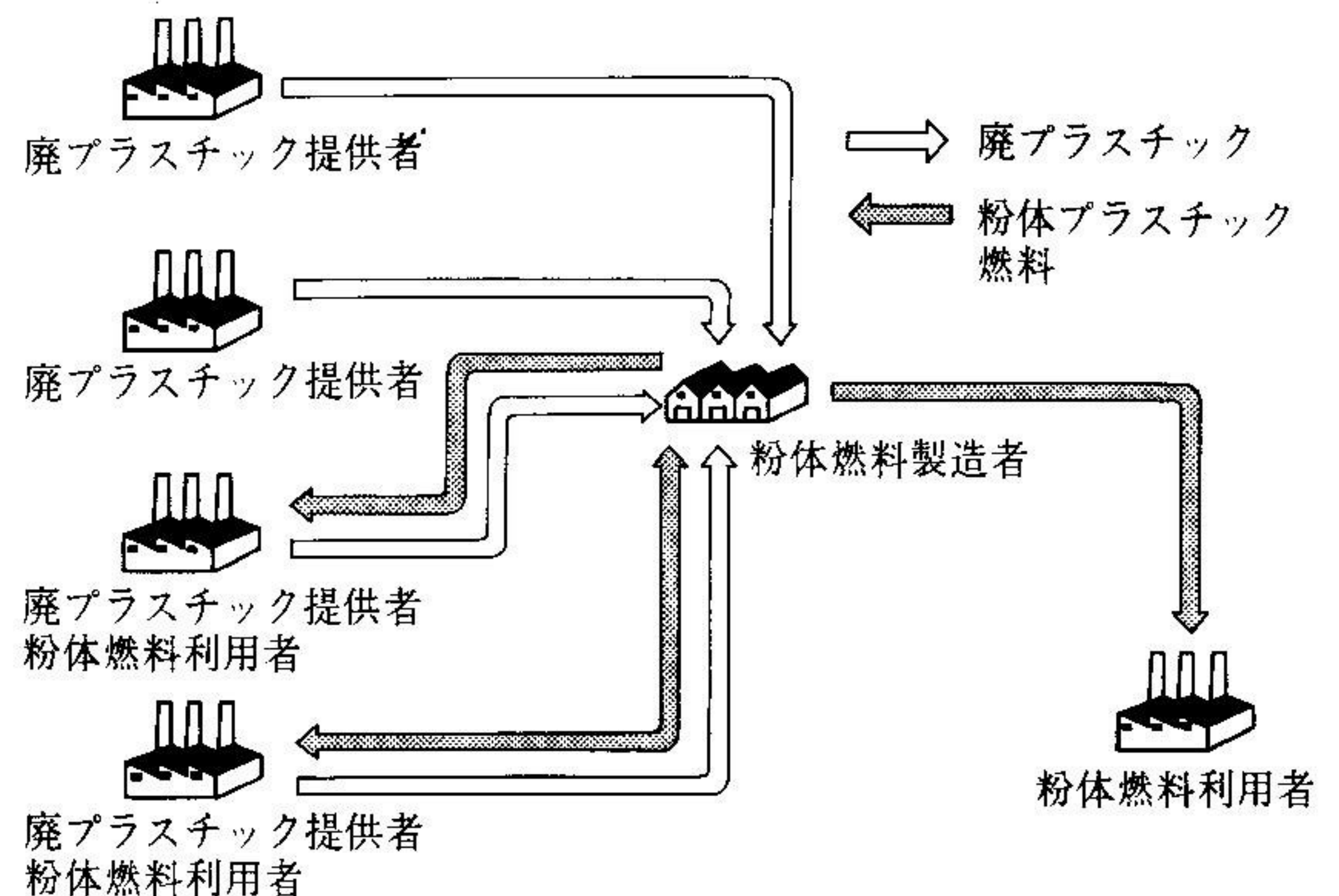
また、複数の排出者が共同で本システムを採用すれば、設備の大型化が図られ、経済性が向上する。さらには複数の排出者から廃プラスチックの提供を受けた大型ボイラの所有者が粉体燃料化されたプラスチックを代替燃料として使用することも可能である。このような粉体燃料化のネットワーク例を第3図に示す。

本技術は、汎用プラスチック処理についてほぼ実用化の目処が立ち、経済的にも優れた方式であることがわかっている。対象とする廃プラスチックの範囲も徐々に拡げつつあり、今後は各種廃プラスチック、ひいては多くの廃棄物に対し、最適な燃料化（粗粉碎、微粉碎）技術を把握し、選定し、さらに良好な燃焼を

第3表 廃プラスチックの粉体燃料化コスト

廃プラ処理量 (kg/hr)	設備費 (億円)	運転人員 (人)	粉体燃料化コスト (円/kg)		
			廃プラ引取料 (0円/t)	廃プラ引取料 (1万円/t)	廃プラ引取料 (2万円/t)
50	0.52	0.6	23.8	13.8	3.8
200	1.20	1.3	16.5	6.5	△3.5
500	2.06	2.3	13.5	3.5	△6.5

※ C重油購入価格：約23円/kg



第3図 粉体燃料化のネットワーク

実現する技術を確立することが課題となる。

近々、この処理技術が確立され、各産業分野にわたって廃棄物処理に貢献し、環境汚染防止の一端を担うことができるものと期待される。

〈参考文献〉

- 1) 廃プラスチックの粉体燃料化の技術開発と実証実験, (社)プラスチック処理促進協会, 1994年3月
- 2) 梶, 手塚, 廃プラスチックの微粉化燃焼技術, 省エネルギー, Vol. 46, No. 4, p. 59, (1994) (臨時増刊)
- 3) 村田勝英, 廃プラの粉体燃料化システム, 化学装置, Vol. 37, No. 2, p. 33 (1995)
- 4) 梶, 村田, 廃プラスチックの粉体燃料化技術開発, いんだすと, Vol. 10, No. 1, p. 26, (1995)

国内スポット 生分解性プラスチックの国際認証制度

現在世界的に環境問題、とくに産業廃棄物の処理と再利用が大きな問題となりつつある。産業廃棄物のうち、プラスチックの処理や利用が重大テーマとなっている。埋立、焼却、油化還元のいずれの方法も経済性に難点があり、最終的解決に至っていない。このため新しいアプローチとして生分解性プラスチックの研究開発が国際的にすすめられ、最近では性能およびコスト面でも既存プラスチックに競争できる材料も登場している。これらの生分解性プラスチック材料を安心し

て国際的に利用できる環境スキームとして国際認証制度(OK コンポストラベル認証)がベルギーの認証機関AVI, 試験機関のOWS, 日本の窓口としてDJK インターナショナルの協力の下で本格的にスタートした。現在5社が認定会社となっている。

DJK インターナショナル(株) 〒107
東京都港区赤坂2-4-1 Tel. 03-3585-8131

