

プラスチックごみ減容処理システム 「ホットバインドシステム」

喜田 清則(きだ きよのり)

原田 満雄(はらだ みつお)

① まえがき

厚生省において策定された最近の環境基本計画では、「大量生産・大量消費・大量廃棄物型の社会活動や生活様式は問いかせるべきだ」と提言され、適正なリサイクル推進に、事業者などとともに消費者にも責任とコストの負担を求めていた。これにより各地方自治体だけでなく、各産業においてもごみの処理方法の見直しを要求され、単にごみを処理するだけの施設であった廃棄物処理施設においても、ますます地球環境保全の配慮が要求されるようになった。

これにより、多種多様なプラスチックごみの処理方法についても、将来的には再資源化を目標に置き、埋立処理および焼却処理において発生するさまざまな問題を検討し、見直しを行う自治体が増えてきた。

富士電機では、プラスチックごみ処理の最も安全な方法である埋立処理に伴うさまざまな問題を解決する技術として、誘導加熱を応用したプラスチックごみ減容処理システム「ホットバインドシステム」を開発し実用化した。現在まで7件の納入実績を有し、さらに多数の引合いをいただいており、今後もますます増えるものと考える。

本稿では、ホットバインドシステムおよびその納入事例を紹介する。

② ホットバインドシステム

2.1 ホットバインドシステムの設置目的

各自治体のプラスチックごみの処理方法は、大別して「焼却処理」と「埋立処理」に分けられる。

焼却処理を行う場合、大気汚染（特にダイオキシン）の発生、高カロリーのため焼却施設の処理能力低下、維持管理費の高騰などの問題がある。

埋立処理を行う場合、埋立効率・運搬効率の悪さ、プラスチックごみの飛散、埋立地の寿命低下などの問題がある。

現状は、「焼却」の自治体と「埋立て」の自治体が、ほぼ同程度に二分される。

埋立処理を行っている自治体では、埋立処理の問題となる運搬効率・埋立効率の改善、プラスチック類の飛散防止対策および埋立地の延命化を目的として、ホットバインドシステムの設置を検討する例が増えている。

2.2 ホットバインド装置の原理

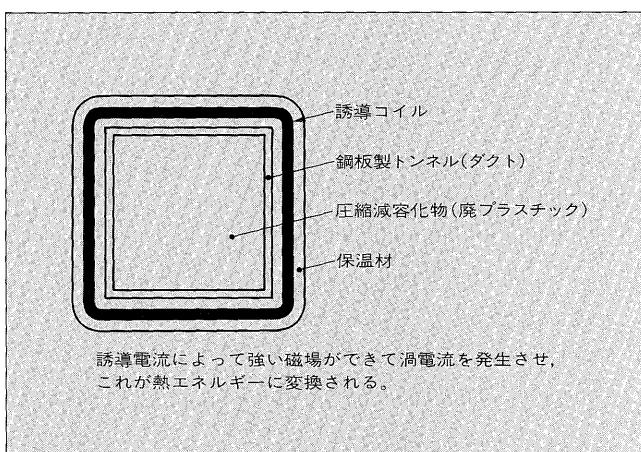
廃プラスチック類を高面圧でさいころ状に圧縮し、圧縮状態でその表面（4面）に誘導加熱方式で熱を加えると、比較的低融点（180°C以下）で溶融するプラスチックが内部に浸透していく、溶融しないプラスチック類に対して接着剤の役目をする。

加熱方法は、鋼板製ダクト表面に誘導コイルを配置し、誘導コイルに電流を流すことによりダクト内部に誘導電流を生じさせ、鋼板ダクト自体が均一に発熱する仕組みで、適切な温度感知によりダクト内壁の印加電流を調整し、加熱温度を一定にする。

加熱コイルの断面を図1に示す。

加熱されたプラスチック類を溶融した状態で、ダクト内に高面圧で押し込むことにより、鋼板製ダクトとの間に摩擦が発生し、圧縮プラスチック表面（4面）全体に均一な溶融層が形成される。その後、熱交換器で冷却することにより、表面に被膜が構成され、完全なさいころ状に溶融固化する。

図1 加熱コイルの断面



喜田 清則

昭和38年入社。自治体向けごみ処理施設の開発、設計に従事。現在、鈴鹿電機製作所工業電熱部主査。



原田 満雄

平成元年入社。自治体向けごみ処理施設のエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機テクノエンジニアリング(株)環境事業部営業技術第一部課長補佐。

化される。溶融固化物の実例を図2に示す。

誘導加熱による加熱温度は、プラスチックごみに混在する塩化ビニルなどから、塩化水素が発生しない温度（180°C以下）に設定する。したがって、設定温度以下にて溶融するプラスチックのみにより、溶融層を形成する。加熱温度を上げることにより、溶融するプラスチックの種類が増え溶融層が厚くなる。

誘導加熱方式は、多数の納入実績を有する工業電熱炉技術を応用したもので、誘導加熱によるプラスチック溶融固化装置は、富士電機の独自方式である。

2.3 ホットバインドシステムの構成と処理フロー

ホットバインドシステムの構成を図3に示し、処理フローを説明する。

(1) プラスチックごみは投入ホッパに投入され、投入コン

図2 溶融固化物の実例（名取市）

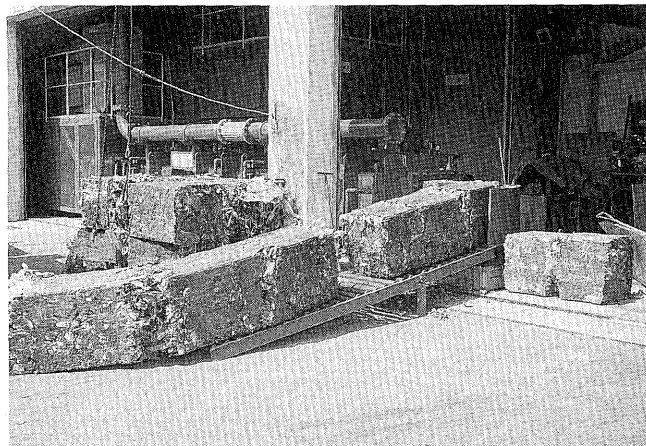
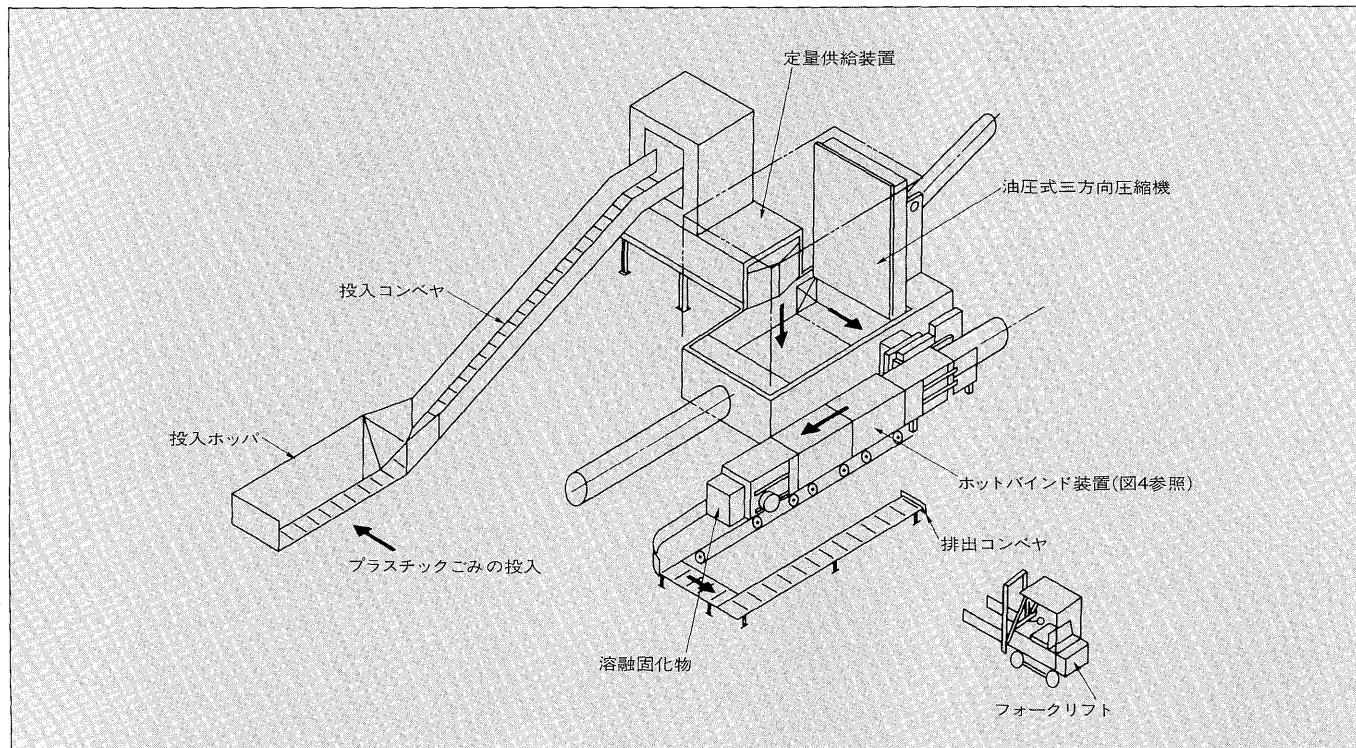


図3 ホットバインドシステムの構成



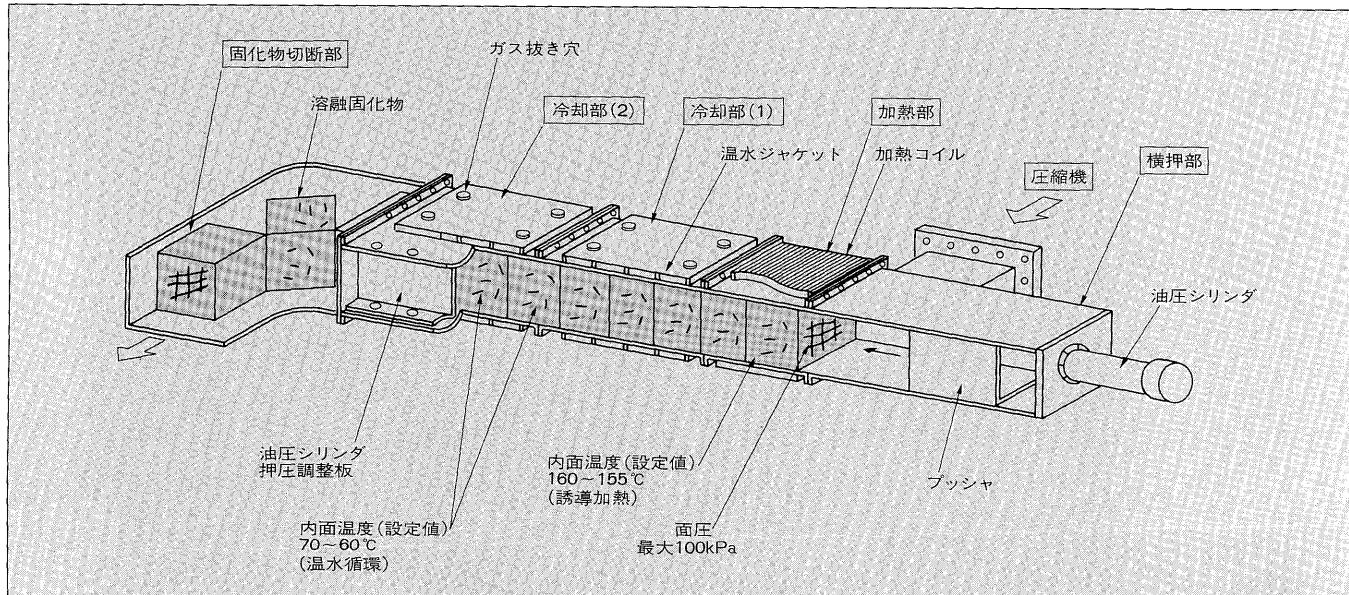
ベヤにより定量供給装置に搬送する。

- (2) 搬送されたプラスチックごみは、定量供給装置に貯留され、一定量になると自動的に圧縮機へ供給をする。定量供給装置のレベル検出により、ホットバインドシステムが自動的に運転を開始する。
- (3) 供給されたプラスチックごみは、油圧式三方向圧縮機により、高面圧（60 kPa）でさいころ状に圧縮成形し、ホットバインド装置へ押し出される。
- (4) ホットバインド装置は、横押部、加熱部、冷却部(1)、冷却部(2)から構成される。

圧縮機から、高面圧状態で横押部に押し出されたプラスチックごみは、油圧シリンダにより、さらに高面圧（100 kPa）で加熱部へ1サイクルごとに押し込み、表面を加熱し冷却部(1)・(2)へ押し込む。図4にホットバインド装置の構造を示す。

- (5) 冷却部(1)・(2)において、溶融した表面を冷却し強固な被膜を形成させ、完全なさいころ状に溶融固化する。冷却部(1)・(2)は、温水循環式熱交換器で、温水の温度を調整することにより冷却温度を調整する。
- (6) 溶融固化されたプラスチックごみは、排出コンベヤへ1サイクルごとに押し出されるが、高面圧で圧縮され固化物同士が接着するため、コンベヤ曲部において強制的に1個ずつ切り離し排出する。
- (7) 加熱時にごみに含まれる水分が蒸発し、臭気を発生するため、活性炭式脱臭装置により脱臭し、また、各部から発生する粉じんは、バグフィルタ式集じん装置により集じんすることで環境保全を行う。
- (8) ホットバインドシステムの運転操作は、定量供給装置のレベルセンサによる定量検出により、全自动運転を行

図4 ホットバインド装置の構造



う。

2.4 ホットバインド方式の長所

ホットバインド方式の長所を次に述べ、他方式との比較を表1に示す。

- (1) 減容化率が1/15で他方式に比べ優れているため、埋立地の延命化効果が非常に高い。
- (2) プラスチックの表面を強固に固化するため、ごみの飛散、からすによる食い散らかしがなく衛生的に埋立処理を行える。
- (3) 運搬効率、埋立作業性の改善および埋立地での覆土量の節減により、経済的な処理を行える。
- (4) 他方式は、処理できる対象物が厳しく制限されるが、ホットバインド方式は、ごみ質を選ばず幅広いごみに対応できるため、都市ごみの処理方式として最も適している。
- (5) システム構成がシンプルで、維持管理が容易で、ランニングコストが安い。
- (6) 誘導加熱により完全な温度制御を行うため、塩化水素の発生がなく、無公害運転を行える。

表1から分かるように、ホットバインド方式はプラスチック減容装置として数多くの点で優れている。

2.5 溶融固化物の固化度（固さ）調整

ホットバインドシステムでは、固化物の固化度調整が容易に行える。固化度に影響を与える要因としては、加熱部の加熱温度、冷却部の冷却温度および押込圧力がある。溶融固化度との関係は次のとおりである。

(1) 加熱部の加熱温度

加熱温度を上げることにより、溶融するプラスチックの種類が増えたため、加熱温度と固化度とは比例関係にある。

加熱温度130°Cから低融点で溶融するプラスチック類の溶融が始まり、180°Cで混在する塩化ビニルから塩化水素

表1 ホットバインド方式と他方式との比較

項目	ホットバインド方式	スチールバンド方式	スクリュー方式
処理方法	圧縮成形品を誘導加熱により加熱された鋼板製ダクトに押し込み、表面のみを溶融し、その後冷却して成形固化する。	圧縮成形品を鉄線により結束する。	スクリューによる混練りにより発生する摩擦熱によって全体を溶融する。
固化物形状	完全なブロック	不完全なブロック	円筒状、フレーク状
年間維持管理費	500~1,500円/t	1,000~2,000円/t	4,000~5,000円/t
減容率	1/15	1/7	1/10
主要設備構成	圧縮機、定量供給装置、ホットバインド装置	圧縮機、定量供給装置、結束装置、番線送り装置	破碎機、異物選別装置、搬送装置、定量供給装置、減容装置

の発生が見られるため、加熱温度は130~180°Cの範囲に設定する。

(2) 冷却部の冷却温度

冷却温度を下げ加熱部との温度差を大きくすることにより、ダクト内抵抗が大きくなり、溶融固化度が増えるため冷却温度と固化度とは反比例関係にある。

冷却方式は、温水循環方式のため、冷却温度は室温から100°Cの範囲に設定する。

(3) 押込圧力・冷却ダクト幅

冷却ダクト幅を狭くすることにより、ダクト内の抵抗が大きくなり、押込圧力が上がり溶融固化度が増える。したがって、冷却ダクト幅とは反比例、押込圧力とは比例関係にある。

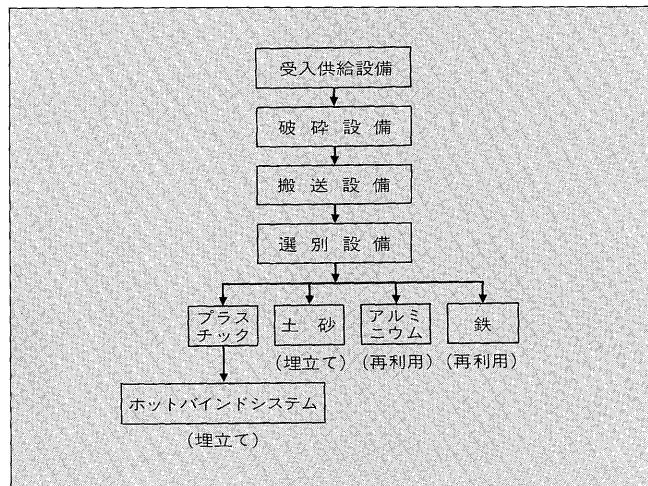
冷却ダクト幅は、加熱コイル幅+10cmの範囲で調整可能とすることにより、溶融固化度の調整を可能とする。

上記の条件を組み合わせ、ごみ質および顧客の要求する溶融固化度に合わせた調整を行う。

表2 ホットバインドシステムの標準仕様

処理能力	1t/h	2t/h	4t/h	6t/h	9t/h
固化物寸法	40cm 角	50cm 角	60cm 角	70cm 角	80cm 角
固化物質量	約50kg	約90kg	約160kg	約250kg	約380kg
減容率	約1/15				
処理条件	プラスチックごみ含有量30%以上				
加熱方式	誘導加熱方式				
加熱コイル容量	45kW	90kW	150kW	210kW	230kW
加熱温度	130~180°C (可変)				
冷却方式	温水循環式				
温水ヒーター容量	45kW	60kW	90kW	135kW	150kW
冷却温度	室温~100°C (可変)				

図5 プラスチックを不燃ごみとして収集する処理フロー



2.6 納入事例および標準仕様

ホットバインドシステムの処理フローは、各自治体におけるプラスチックごみの収集方法により相違がある。収集方式別の納入事例（1994年12月現在）を次に記し、標準仕様を表2に示す。

各納入事例の括弧内は処理能力である。

(1) プラスチックごみを分別収集する例

- 事例：上尾市（6t/h）、磐田市（2t/h）、安城市（6t/h）、亀田町（1t/h）
- フロー：プラスチックごみとして収集されたごみは、前処理することなく全量ホットバインドシステムで減容処理を行う（図3参照）。

(2) プラスチックごみを不燃ごみとして収集する例

- 事例：四街道市（2t/h）、名取市（2t/h）、帯広市ほか十三町村複合事務組合（6t/h）
- フロー：ホットバインドシステムは、粗大ごみ処理施設内に設置される。不燃ごみとして収集されたごみは、破碎処理を行い、各選別装置により鉄、アルミニウム、土砂、プラスチック類に選別し、プラスチック類のみ、ホットバインドシステムで減容処理を行う。処理フローを図5に示す。

したがって、各自治体のプラスチックごみの収集方法およびごみ質を十分把握し、最適な処理フローを提案する必要がある。

3 今後の課題

これまで、プラスチックごみは焼却処理、埋立処理が主流であった。今後は社会情勢の変化により、より再利用を進める技術が開発されるものと考える。

再利用技術としては、他製品としての再利用、燃料化および油化技術がある。一般廃棄物のプラスチック類は各種成分が混在しており、形状が多様であり、そのうえ異物の混入や汚れがあるため、いずれの方法もプラスチックごみの分別が前提となる。したがって、再利用を行う場合、プラスチックごみの分別技術と選別したプラスチックの効率的な運搬方法の確立が必要となる。

ホットバインドシステムは、埋立処理を前提とした設備であるが、再利用技術が実用化された場合、ホットバインドシステムは資源としてのプラスチック類の運搬および保管などの取扱面を改善するための利用が考えられ、再利用時の活用方法の確立が今後の課題と考えられる。

4 あとがき

プラスチックごみの処理方法は、社会情勢から各自治体において、単なる焼却処理から、埋立処理および再利用への移行が増えるものと考える。プラスチックごみの減容化および運搬効率の向上を図ることができるホットバインドシステムは、今後も需要が見込まれ、さらに改良を重ね、各自治体の要求にこたえながら地球環境の保全に努め、社会に貢献する所存である。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。