

明 細 書

発明の名称： 廃棄物溶融処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、廃棄物をシャフト炉式溶融炉内で熱分解、燃焼し、溶融する廃棄物溶融処理方法に関する。

背景技術

[0002] 都市ごみやシュレッターダストなどの廃棄物を処理する技術として、廃棄物を熱分解、燃焼して、熱分解残渣を溶融しスラグにして排出する廃棄物溶融処理が知られている。

[0003] この処理方法は、廃棄物を熱分解してガス化することによりその燃焼熱を回収することができるとともに、熱分解残渣を溶融してスラグとして排出した後に、埋立処分などで最終処分されるべき量を減容することができる利点を有している。このような溶融処理方法には幾つかの方式があるが、その一つとして、豎型をなすシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉による方法がある。

[0004] このシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉は、例えば、炉下部に堆積させたコークスを燃焼させ、この高温のコークス上へ廃棄物を投入して、熱分解及び部分酸化させてガス化するとともに残渣を溶融してスラグにする処理を行なう炉である（特許文献1参照）。

[0005] 特許文献1のシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉においては、豎型筒状をなす炉体の機能が大別して縦（上下）方向で3つの領域に区分される。すなわち、炉下部にコークスを堆積させたコークス床を有する高温燃焼帯が形成され、この高温燃焼帯の上に廃棄物層が形成され、炉体の上部にて該廃棄物層の上方に大きな空間のフリーボード部をなしている。

[0006] かかるガス化溶融炉では、上記3つの領域のそれぞれでは酸素含有ガスの炉内への吹込みが行われる。炉下部における高温燃焼帯には主羽口が設けられていて、投入されて堆積されたコークス床のコークスを燃焼させて、廃棄物の熱分解残渣を溶融する溶融熱源を得るために酸素富化空気が吹き込まれ

る。また、廃棄物層には副羽口が設けられ、投入されて堆積された廃棄物を緩やかに流動させると共に、廃棄物を熱分解及び部分酸化させるために空気が吹き込まれる。また、フリーボード部には三段目羽口が設けられ、廃棄物が熱分解されて生成した熱分解ガス（可燃性ガス）の一部を部分燃焼させて内部を所定温度に維持するために空気が吹き込まれる。

[0007] このようにシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉は、一つの炉で、廃棄物をその炉内での降下に伴い熱分解ガス化処理と溶融処理の両方を行うことのできる設備である。投入された廃棄物は熱分解され、ガスと残渣が生成される。主羽口からの酸素富化空気の送風によりコークス床のコークスが燃焼され高温燃焼帯が形成され、廃棄物の熱分解残渣が溶融されスラグとメタルとして排出される。高温燃焼帯のコークス燃焼により発生した高温ガスが高温燃焼帯の上に形成された廃棄物層の廃棄物を加熱し、副羽口からの空気の送風により廃棄物は熱分解され、この熱分解により発生した可燃性ガスを含むガスは廃棄物層内を上昇し、フリーボード部を経て、炉内上部に設けられた排出煙道より、炉外の二次燃焼室へ排出される。ガスは可燃ガスを多量に含んでいて二次燃焼室で燃焼され、ボイラで熱回収され蒸気を発生させその蒸気が発電等に用いられる。ボイラから排出されたガスは、サイクロンで比較的粗いダストが除去され、さらに、減温装置で冷却され、有害物質除去剤との反応により有害ガスが除去され、集塵機で除塵処理されるなど排ガス処理された後、煙突から大気に放散される。

[0008] かかる廃棄物ガス化溶融炉では、炉底部にコークスを堆積させたコークス床が形成され、コークスが燃焼して熱分解残渣の溶融熱源となっているが、近年、化石燃料に由来する石炭コークスの使用量を低減して二酸化炭素排出量を削減することが要望されている。石炭コークスの代替として建築廃材のおがくずを加熱圧縮成形し炭化した炭化物や木炭などの塊状バイオマスを利用したり（特許文献2参照）、バイオマスを加圧成形したブリケットなどのバイオマス固形物を廃棄物ガス化溶融炉に投入し炉内で炭化物化させ炭化物層を形成し（特許文献3参照）、コークス使用量を削減する廃棄物溶融方法

が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開平09-060830

特許文献2：特開2005-249310

特許文献3：特開2005-274122

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 二酸化炭素排出量を削減すると共に廃棄物溶融炉の運転費を低減するため、廃棄物溶融炉におけるコークスの使用量を低減するべく、特許文献2、3のようにコークスの代替として炭化物の塊状バイオマスやバイオマス固形物を利用するとしても、以下に示す問題がある。すなわち、特許文献2のように炭化物の塊状バイオマスを利用したり、特許文献3のようにバイオマス固形物を廃棄物溶融炉に投入し炉内で炭化物化する場合には、バイオマス原料の有する揮発分の燃焼熱は炭化される過程で消費され、バイオマス原料の固定炭素相当分の熱エネルギーが、コークスの代替としての溶融熱源に用いられる。そのため、石炭コークスを削減しようとする量に対して、多量の炭化物の塊状バイオマスやバイオマス固形物を投入することが必要となり、これらは石炭コークスに比べて高価であるため、石炭コークス使用量の削減のために要する費用が嵩み、廃棄物溶融炉の運転費が嵩むという問題がある。また、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用できていないという問題もある。また、炭化物の塊状バイオマスやバイオマス固形物が炉内で炭化された炭化物は、高温火格子としての安定性が石炭コークスに比べて劣り、溶融炉下部の温度低下や溶融スラグの排出不良が生じ、操業が不安定になるという問題がある。

[0011] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、廃棄物溶融炉における石炭コークスの使用量を低減して二酸化炭素排出量を削減する

と共に、廃棄物溶融炉の運転費が嵩むことを抑制することができ、また、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用でき、さらに安定した操業ができる廃棄物の溶融処理方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る廃棄物の溶融処理方法では、シャフト炉式廃棄物溶融炉に廃棄物を投入し廃棄物を熱分解、燃焼、溶融する。

[0013] かかる廃棄物の溶融処理方法において、本発明では、石炭コークスと、バイオマス原料を炭化温度より低い温度に加熱しながら加圧成形したバイオマス成形物を投入し、該溶融炉の下部に石炭コークスで高温火格子を形成し、石炭コークスとバイオマス成形物を燃焼して溶融熱源とすることを特徴としている。

[0014] バイオマスはF A O（国際食料農業機関）によって分類されており、バイオマスとして、林地残材、間伐材、未利用樹、製材残材、建設廃材等の木質系バイオマス、稲わら、籾殻、草本系バイオマス、さらに、製紙系バイオマス、農業残渣、家畜糞尿、食品廃棄物等の未利用バイオマス資源等を挙げることができる。本発明では、これらのバイオマスを原料とし（バイオマス原料という）、炭化温度より低い温度に加熱しながら加圧成形したものをバイオマス成形物として用いる。本明細書では、炭化温度とは、バイオマス原料の揮発分が揮発し始める温度をいい、乾留が始まる温度でもある。

[0015] バイオマス原料を炭化温度より低い温度に加熱しながら加圧成形したバイオマス成形物は、揮発分を含有しているため、このバイオマス成形物を投入し、溶融炉の下部で燃焼して溶融熱源とすることにより、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用することができる。

[0016] このような構成における本発明によると高温火格子を形成する石炭コークスは元来有しているその塊状形状により、コークス同士間に生ずる空隙で通気確保と通液確保とが確実に行われる高温火格子とする機能と、溶融するための熱源としての機能とをもつ。一方、バイオマス成形物は、その高温強度、形状・寸法に係りなく使用可能であり、石炭コークスの溶融熱量を補足す

る溶融熱源としての機能をもつ。したがって、石炭コークスは高温火格子を形成するのに必要な最小限の量で足り、溶融熱源として不足する分は上記バイオマス成形物で補うことができ、両方で十分な溶融熱源を確保しつつ、最小の石炭コークスで高温火格子層の形成を可能とする。

[0017] 仮に、バイオマス成形物だけで高温火格子を形成させようとする、高い高温強度そして所定サイズ以上のバイオマス成形物が必要となるが、その価格は高い。また、高温火格子としての安定性も石炭コークスより劣る。一方、バイオマス成形物は、溶融熱の供給源、すなわち溶融熱源としての役目だけであれば、高い高温強度は必要とされない。したがって、高価なバイオマス炭化物を使用する必要がなく、廃棄物溶融炉の運転費が嵩むことを抑制することができる。

[0018] このようにして、石炭コークスで高温火格子を形成すると、この石炭コークスとバイオマス成形物が主羽口からの燃焼用空気により燃焼してその燃焼ガスが高温火格子を良好に上昇通気して廃棄物を加熱して熱分解、燃焼そして溶融し、溶融物が良好に上記高温火格子を降下通液する。

[0019] 本発明において、バイオマス成形物は、揮発分を50重量%以上含有する成形物であることが好ましい。バイオマス原料を加熱しながら加圧成形して、揮発分を50重量%以上含有する成形物とするような条件で成形することにより、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用することができる。

[0020] 本発明において、バイオマス成形物は、バイオマス原料を115～230℃の温度に加熱しながら加圧成形した成形物であることが好ましい。バイオマス原料を115～230℃の温度に加熱しながら加圧成形することにより、バイオマス原料が有する揮発分を残存させたバイオマス成形物を得ることができ、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用することができる。

[0021] 本発明において、バイオマス成形物は、一辺の長さが50mm以上の角柱体又は直径50mm以上で長さ50mm以上の円柱体であることとする

が好ましい。このような寸法形状のバイオマス成形物とすることにより、バイオマス成形物は溶融炉内に投入された後、炉内で揮発分の熱分解、燃焼が抑制され、炉下部まで到達することができ、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を溶融熱源として有効に利用することができる。

[0022] 本発明において、石炭コークスの炉内への投入量は、少なくとも高温火格子を形成することに必要な量とし、溶融熱源として必要な熱量をバイオマス成形物により補うこととすることが好ましい。

発明の効果

[0023] 本発明は、以上のように、シャフト炉式溶融炉で廃棄物を溶融処理する際に、石炭コークスとバイオマス成形物とを投入することとしたので、炉内では石炭コークスにより高温火格子が形成されて、燃焼ガスの上昇通気、溶融物の降下通流が良好に保たれた状態で、高温火格子形成に必要な最小限の石炭コークスと、これを補うバイオマス成形物で溶融熱源を確保でき、石炭コークスの使用量を低減して二酸化炭素排出量を削減すると共に、廃棄物溶融炉の運転費を低減することができ、また、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を有効に利用でき、さらに、安定した操業ができる廃棄物の溶融処理方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施形態装置の概要構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、添付図面の図1にもとづき、本発明の実施形態を説明する。本実施形態では、シャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉に、石炭コークスとバイオマス成形物を燃料として供給することを特徴としているが、これらの特徴についての説明に先立ち、このシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉の概要構成を説明する。

[0026] 図1に示される本発明の一実施形態のシャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉には、ガス化溶融炉1の炉上部に、処理対象物としての廃棄物、燃料としての石炭コークス及びバイオマス成形物、スラグの成分調整材としての石灰石を

炉内へ投入するための投入口 2 が設けられ、また、上部側方には炉内のガスを炉外へ排出するためのガス排出口 3 が設けられている。また、ガス化溶融炉 1 の炉底部には溶融スラグと溶融金属を排出するための出滓口 4 が設けられている。

[0027] シャフト炉式廃棄物ガス化溶融炉は、そのガス化溶融炉 1 の内部空間が縦方向で 3 つの領域に大別されていて、下方から、炉下部に形成された下部シャフト部 I、その上に位置する中部シャフト部 II、上部に形成されたフリーボード部 III を有する領域となっている。これらの各部 I、II、III は、それぞれ次のような機能を有する領域となっている。すなわち、下部シャフト部 I は、堆積された石炭コークス及びバイオマス成形物を燃焼させて高温燃焼帯を形成する領域、中部シャフト部 II は、この高温燃焼帯上に投入された廃棄物の堆積により形成された廃棄物層の廃棄物を熱分解させる領域、フリーボード部 III は、生成した可燃性ガスを部分燃焼させる領域である。

[0028] 廃棄物ガス化溶融炉 1 の上方には、都市ごみ等の廃棄物、石炭コークス、バイオマス成形物、生成するスラグの成分調整材として使用する石灰石をそれぞれ供給する供給装置（図示せず）が配設されており、この供給装置から供給された廃棄物、石炭コークス及びバイオマス成形物、石灰石は搬送コンベア（図示せず）により搬送され炉上部の上記投入口 2 から炉内に投入される。

[0029] 廃棄物ガス化溶融炉に形成された上記下部シャフト部 I、中部シャフト部 II、フリーボード部 III の各部に対して、それぞれ酸素含有ガスを吹き込む羽口が炉壁に設けられている。すなわち、下部シャフト部 I には、堆積された石炭コークス及びバイオマス成形物を燃焼させて高温燃焼帯を形成し、熱分解残渣を溶融するための酸素富化空気を吹き込む主羽口 5 が設けられ、中部シャフト部 II には、投入されて堆積された廃棄物を部分燃焼させると共に廃棄物を緩やかに流動させながら熱分解、燃焼させるための空気を吹き込む副羽口 6 が設けられ、フリーボード部 III には、廃棄物が熱分解して生成した可燃性ガスを部分燃焼させて内部を所定温度に維持するための空気を吹き込む

三段羽口 7 が設けられている。

[0030] ガス排出口 3 に二次燃焼室 10 が接続して設けられており、廃棄物を熱分解して生成した可燃性ガスを燃焼する。二次燃焼のための空気を吹き込む空気送風口 11 が設けられている。また、この二次燃焼室 10 には、該二次燃焼室 10 で可燃性ガスを燃焼した燃焼ガスから熱回収するボイラ 12 が隣接して設けられている。

[0031] 一方、バイオマス成形物は、粉碎したバイオマス原料を成形容器に充填し、 $115 \sim 230^{\circ}\text{C}$ の温度に加熱しながら、加圧成形して、一辺の長さが 50 mm 以上の角柱体又は直径 50 mm 以上で長さ 50 mm 以上の円柱体の成形物として成形される。このような加熱条件で加熱加圧成形することにより、バイオマス原料は炭化されることなく、揮発分を 50 重量%以上含有するバイオマス成形物とすることができる。加圧成形する圧力として $8 \sim 25\text{ MPa}$ としてもよい。バイオマス成形物の製造方法として、再公表特許公報 WO2006/078023 に記載の製造方法を適用してもよい。

[0032] 上記のような加熱加圧条件で成形することにより、バイオマス成形物の表面は非常に緻密で細孔が存在しない性状とすることができる。一辺の長さが 50 mm 以上の角柱体又は直径 50 mm 以上で長さ 50 mm 以上の円柱体の寸法形状とすることと、表面は非常に緻密で細孔が存在しない性状とすることにより、バイオマス成形物は、溶融炉内に投入された後、炉内で揮発分の熱分解、燃焼が抑制され、炉下部まで到達することができ、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を溶融熱源として有効に利用することができる。

[0033] このように構成される本実施形態装置では、廃棄物のガス化溶融処理は次の要領で行われる。

[0034] 供給装置からの廃棄物、石炭コークス及びバイオマス成形物、石灰石がガス化溶融炉 1 の上部に設けられた投入口 2 を経て、それぞれ所定量ずつ炉内へ投入され、主羽口 5、副羽口 6、及び三段羽口 7 から、それぞれ酸素富化空気又は空気が炉内へ吹き込まれる。上記投入口 2 から投入された廃棄物は、炉内で中部シャフト部 II に堆積して廃棄物層を形成し、下部シャフト部 I

の高温燃焼帯から上昇してくる高温ガス及び副羽口から吹き込まれる空気によって乾燥され、次いで熱分解される。熱分解により生成した可燃性ガスは、フリーボード部IIIにて、三段羽口から吹き込まれる空気により燃焼して850℃以上の温度に保たれ、有害ガスとタール分を分解させる処理が施されてから炉外に設けられた二次燃焼室へ送られ、その燃焼ガスがボイラで熱回収される。石炭コークスは下部シャフト部Iに下降し、バイオマス成形物は途中で揮発分が熱分解、燃焼されることが抑制されながら、下部シャフト部Iに下降し、石炭コークス及びバイオマス成形物が燃焼する高温燃焼帯が形成される、中部シャフト部IIの廃棄物層で廃棄物が熱分解した残渣は下降し、石炭コークス及びバイオマス成形物が燃焼されている高温燃焼帯が形成されている下部シャフト部Iに達し、該下部シャフト部Iにて、バイオマス成形物中の揮発分と、石炭コークス及びバイオマス成形物中の固定炭素が燃焼し、不燃物が溶融し溶融スラグと溶融金属になる。溶融スラグと溶融金属は出滓口4から排出され、炉外に設けられた水砕装置に供給され冷却固化され、冷却固化された水砕スラグと水砕金属が回収される。

[0035] 廃棄物ガス化溶融炉に石炭コークスとバイオマス成形物を投入し、ガス化溶融炉1の下部に石炭コークスで高温火格子を形成し、石炭コークスとバイオマス成形物を燃焼して、廃棄物の熱分解残渣（灰分）、不燃物を溶融する溶融熱源とする。石炭コークスの炉内への投入量は、高温火格子を形成することに必要な量とし、溶融熱源として必要な熱量をバイオマス成形物により補うこととし、それぞれ所定量を投入する。

[0036] このような廃棄物のガス化溶融処理過程において、燃料としての石炭コークスとバイオマス成形物のうち、石炭コークスは炉内への投入当初から塊状をなしており、下部シャフト部Iの高温燃焼帯で、石炭コークス同士間での隙間により、高温火格子を形成する。この高温火格子の層は、その上面が主羽口5よりも上方に位置しており、主羽口5からの酸素富化空気または空気が上記隙間を上昇通気し、石炭コークスとバイオマス成形物の燃焼が良好に行われその十分なる燃焼ガスが廃棄物層へ到達する。一方、高温燃焼帯で廃

棄物の不燃物や灰分が、石炭コークスとバイオマス成形物の燃焼による熱量により十分に溶融して、溶融スラグと溶融金属が生ずる。溶融スラグと溶融金属は、上記高温火格子の隙間を良好に降下通流し、出滓口4に達する。

[0037] このような廃棄物のガス化溶融処理方法によると、高温火格子を形成する石炭コークスは元来有しているその塊状形状により、コークス同士間に生ずる空隙で通気確保と通液確保とが確実に行われる高温火格子とする機能と、溶融するための熱源としての機能とをもつ。一方、バイオマス成形物は、その高温強度、形状・寸法に係りなく使用可能であり、石炭コークスの溶融熱量を補足する溶融熱源としての機能をもつ。したがって、石炭コークスは高温火格子を形成するのに必要な最小限の量で足り、溶融熱源として不足する分は上記バイオマス成形物で補うことができ、両者で十分な溶融熱源を確保しつつ、最小の石炭コークスで高温火格子層の形成を可能とする。バイオマス成形物は、溶融熱の供給源、すなわち溶融熱源としての役目だけであれば、高い高温強度は必要とされない。したがって、低価格のバイオマス成形物を使用することができ、廃棄物溶融炉の運転費を低減することができる。

[0038] このようにして、石炭コークスで高温火格子を形成すると、この高温火格子の石炭コークスと高温火格子に堆積したバイオマス成形物が主羽口からの燃焼用空気により燃焼してその燃焼ガスが高温火格子を良好に上昇通気して廃棄物を加熱して熱分解、燃焼そして溶融し、溶融物が良好に上記高温火格子を降下通液する。

[0039] このように、高温火格子では、燃焼ガスの上昇通気そして溶融スラグと溶融金属の降下通流を良好に維持しつつ、燃料としての石炭コークスとバイオマス成形物が燃焼される。その燃焼に際して、石炭コークスは高温火格子の形成に必要な量だけで良く、廃棄物のガス化溶融に必要な熱量として不足する分は、バイオマス成形物で補われる。さらに、バイオマス原料が有する揮発分の燃焼熱を溶融熱源として有効に利用することができる。

[0040] かくして、石炭コークスの使用量を極力抑制することができ、一方、バイオマス成形物に関しては、その高温強度、形状、寸法に係りなく投入するこ

とができ、低価格のバイオマス成形物でも燃料として使用することができるようになる。このようにして、石炭コークスの使用量を低減して二酸化炭素排出量を削減すると共に、廃棄物溶融炉の運転費を低減することができ、安定した操業ができる廃棄物の溶融処理ができる。

[0041] バイオマス成形物として、上記のような加熱条件、加圧条件や寸法形状に成形することが好ましいが、バイオマス原料の揮発分を有効に残存させる条件であれば、その他の条件で加熱加圧成形してもよい。

符号の説明

[0042] 1 ガス化溶融炉

請求の範囲

- [請求項1] 廃棄物溶融炉に廃棄物を投入し廃棄物を熱分解、燃焼し、熱分解燃焼残渣を溶融する廃棄物溶融処理方法において、石炭コークスと、バイオマス原料を炭化温度より低い温度に加熱しながら加圧成形したバイオマス成形物とを投入し、該溶融炉の下部に石炭コークスで高温火格子を形成し、石炭コークスとバイオマス成形物を燃焼して溶融熱源とすることを特徴とする廃棄物の溶融処理方法。
- [請求項2] バイオマス成形物は、揮発分を50重量%以上含有する成形物であることを特徴とする請求項1に記載の廃棄物の溶融処理方法。
- [請求項3] バイオマス成形物は、バイオマス原料を115～230℃の温度に加熱しながら加圧成形した成形物であることを特徴とする請求項1又は2に記載の廃棄物の溶融処理方法。
- [請求項4] バイオマス成形物は、一辺の長さが50mm以上の角柱体又は直径50mm以上で長さ50mm以上の円柱体であることを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれかに記載の廃棄物の溶融処理方法。
- [請求項5] 石炭コークスの炉内への投入量は、少なくとも高温火格子を形成することに必要な量とし、溶融熱源として必要な熱量をバイオマス成形物により補うこととする請求項1乃至4のうちいずれかに記載の廃棄物の溶融処理方法。