(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5720455号
(P5720455)

(45)発行日　平成27年5月20日(2015.5.20)　(24)登録日　平成27年4月3日(2015.4.3)

(51)Int.Cl.		F I		
B01D 53/68	(2006.01)	B01D	53/34	134A
B01D 53/50	(2006.01)	B01D	53/34	124Z
B01D 53/81	(2006.01)	G05D	21/00	ZABA
G05D 21/00	(2006.01)			

請求項の数 9　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願2011-156131(P2011-156131)
(22)出願日　平成23年7月14日(2011.7.14)
(65)公開番号　特開2013-22471(P2013-22471A)
(43)公開日　平成25年2月4日(2013.2.4)
審査請求日　平成26年6月5日(2014.6.5)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000001063
栗田工業株式会社
東京都中野区中野四丁目１０番１号
(74)代理人　100120891
弁理士　林　一好
(74)代理人　100131705
弁理士　新山　雄一
(72)発明者　益子　光博
東京都新宿区西新宿三丁目４番７号　栗田工業株式会社内

審査官　長谷川　真一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】酸性ガスの処理方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
酸性ガスが含まれる燃焼排ガスにアルカリ剤を添加し、粉塵を集塵した後の酸性ガス濃度を測定する酸性ガス濃度測定機器の測定信号に基づいてアルカリ剤の添加量をフィードバック制御する酸性ガスの処理方法であって、
少なくとも所定時間に応じた平均添加量に１倍未満の係数を乗じた基礎添加量を算出する工程と、
前記算出した基礎添加量に基づいてアルカリ剤の添加量出力値をフィードバック演算により算出し、前記アルカリ剤の添加量出力値として、前記算出した基礎添加量以上であって、予め定めた上限以下の値を得る工程と、を有する酸性ガスの処理方法。
【請求項２】
前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程において、
前記算出した基礎添加量を前記アルカリ剤の添加量出力値の下限値とする請求項１に記載の酸性ガスの処理方法。
【請求項３】
前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、
前記測定信号に基づいて演算される添加量出力値の下限値と上限値との間に、前記酸性ガス濃度に対応して前記添加量出力値の新たな上限値を１つ以上設定する工程をさらに有する請求項１又は２に記載の酸性ガスの処理方法。
【請求項４】

前記基礎添加量を算出する工程は、５分以上から選択される予め定めた時間毎に前記酸性ガス濃度を所定時間測定し続けたときの前記酸性ガス濃度の平均値で規定される移動平均添加量の０．５倍から０．９５倍を基礎添加量とする工程を含む、請求項１から３のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項５】

前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、

当該フィードバック演算に加え、塩化水素濃度から演算された制御出力と硫黄酸化物濃度から演算された制御出力の両出力を用いてアルカリ剤の添加量出力値を算出する工程をさらに有する請求項１から４のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項６】

前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、

当該フィードバック演算に加え、塩化水素濃度及び又は硫黄酸化物濃度の平均値を元にアルカリ剤の添加量出力値を算出する工程をさらに有する請求項１から５のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項７】

前記アルカリ剤が平均粒子径５～３０μｍの微粉重曹である請求項１から６のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項８】

前記微粉重曹とは異なる他のアルカリ剤を併用する請求項７に記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項９】

前記他のアルカリ剤は、消石灰、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、酸化マグネシウム、炭酸ナトリウム、セスキ炭酸ナトリウム、天然ソーダ、及び粗重曹からなる群より選ばれる少なくとも１種のアルカリ剤である請求項８に記載の酸性ガスの処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、都市ごみ廃棄物焼却炉、産業廃棄物焼却炉、発電ボイラ、炭化炉、民間工場等の燃焼施設において発生する有害な塩化水素や硫黄酸化物等の酸性ガスの処理方法に関する。詳しくは、酸性ガスを処理するアルカリ剤の添加量を効率的に制御する方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

有害な塩化水素や硫黄酸化物を含む排ガスは消石灰や重曹等のアルカリ剤で処理され、その後バグフィルター（ＢＦ）等の集塵機で除塵された後、煙突から排出される。一方、集塵機で集塵された飛灰は、有害なＰｂ、Ｃｄ等の重金属類を含有しており、これら有害重金属を安定化処理した後、埋立処分されている。

【０００３】

酸性ガスを処理するアルカリ剤である５～３０μｍに微粉加工された重曹は、消石灰に比べ反応性が高く、酸性ガスを安定的に処理できると共に未反応分が少なく、埋立処分量を削減でき環境負荷低減に有効な手段である。また、重金属処理方法としてはジエチルジチオカルバミン酸塩等のキレートで不溶化処理する方法が一般的であり、短期的には重金属固定効果は高いが、最終処分場における酸性雨によるｐＨ低下及びキレートの酸化自己分解により、鉛等の重金属が再溶出する問題が残る。一方、リン酸等のリン酸化合物による重金属固定は、無機鉱物であるヒドロキシアパタイト形態まで変化させる為、最終処分場における長期安定性に優れ、環境保護の観点から非常に価値の高い処理方法である。さらに、前記微粉重曹で処理した飛灰をリン酸等の重金属固定剤で処理する方法は、多くの環境負荷低減効果を持つ有効な手段である。

【０００４】

ところで、塩化水素や硫黄酸化物等の酸性ガスを処理する消石灰や重曹等のアルカリ剤の添加量を制御することは、酸性ガス処理費用を削減できるだけでなく、アルカリ剤の未反応分を低減し、飛灰の埋立処分量を削減する効果が期待できる。

【０００５】

塩化水素や硫黄酸化物等の酸性ガスを処理するアルカリ剤の添加量は、一般的に、バグフィルターの後段に設置されたイオン電極式の塩化水素測定装置で測定されたＨＣｌ濃度をもとにＰＩＤ制御装置によりフィードバック制御されている。しかしながら、焼却施設等の燃焼施設においては通常入口の酸性ガス濃度を測定する装置は設置されておらず、入口の変動状況がわからない状態でＰＩＤ制御のパラメーターを設定し制御出力を調整する。ところがＰＩＤ制御装置はＰ、Ｉ、Ｄ、添加量（出力）下限、添加量（出力）上限の５つの設定項目があると共に各項目の設定値が複合して制御出力値を決めることから適正な添加制御を検討するのに多大な時間を要する。このため、一般的にＰＩＤ制御装置による設定は、制御目標値（ＳＶ）を超えた際に添加量が大幅に増加する制御を実施している施設が多い。

【０００６】

しかしながら、通常のＰＩＤ制御装置の制御出力は、単一の上限しか設定できず、例えばＨＣｌ濃度の制御目標値（ＳＶ）を４０ｐｐｍに設定した場合、４０ｐｐｍ以上の濃度で制御出力の単一の上限を限度としてアルカリ剤の添加をすることとなり、アルカリ剤を過剰添加する原因となる。また、上記フィードバック制御は、酸性ガス測定装置の計測遅れの影響を受ける。バグフィルター出口のＨＣｌ濃度は通常イオン電極法（例えば京都電子工業製ＨＬ－３６）で測定され、硫黄酸化物濃度は赤外線吸収法（例えば島津製作所製ＮＳＡ－３０８０）で測定されているが、試料排ガスのサンプリング時間、及び計測器の応答時間を含めると５～１０分の多大な計測遅れがある。本計測遅れは、アルカリ剤の添加ラグを引き起こし、酸性ガスの処理不良につながると共にアルカリ剤の過剰添加を引き起こす原因となる。

【０００７】

本課題を解決するため種々制御手法が検討されている。特許文献１においては通常のＰＩＤ制御式にＰをさらに加える「Ｐ＋ＰＩＤ制御」が提案されている。本提案は、通常のＰＩＤ制御で困難な酸性ガスの突発的発生の対応を考えてのものである。また、特許文献２及び３においては、入口の酸性ガス濃度をもとにアルカリ剤の添加量を決めるフィードフォワード制御と、アルカリ剤が処理した後の酸性ガス濃度をもとにアルカリ剤の添加量を補うフィードバック制御と、を組み合わせる制御方式が提案されている。本制御方式はフィードバック制御の過剰添加を抑制する効果が見込まれ、酸性ガスの安定処理とアルカリ剤の過剰添加を削減する効果は得られるものと考える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００２－１１３３２７号公報
【特許文献２】特開平１０－１６５７５２号公報
【特許文献３】特開２００６－７５７５８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

しかしながら、特許文献１においては、入口の突発的対応はある程度可能であるが、制御出力の上限値並びに下限値が単一設定であるため、入口酸性ガス濃度の変動が激しい施設においては薬剤によるハンチングを引き起こすので、出口酸性ガス濃度のピークが少ない安定した処理は難しい。また、前記測定装置の計測遅れは加味されておらず、計測遅れによるアルカリ剤の添加ラグによる酸性ガスの処理不良には対応することができない。さらに、特許文献２及び３においては、焼却施設等の燃焼施設において、出口の酸性ガス濃度しか計測していない施設が多くを占めており、本制御方式を実施するためには、入口の

酸性ガス濃度を計測する新たに高価な酸性ガス測定装置を導入する必要がある。

【００１０】

上記従来を勘案し、本発明は、新たな高価な酸性ガス測定装置を導入する必要のないフィードバック形式において、出口の酸性ガス濃度のピーク発生が少ない安定した酸性ガス処理を行うと共にアルカリ剤の過剰添加を削減するための新たな制御方式による酸性ガス処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

（１） 酸性ガスが含まれる燃焼排ガスにアルカリ剤を添加し、粉塵を集塵した後の酸性ガス濃度を測定する酸性ガス濃度測定機器の測定信号に基づいてアルカリ剤の添加量をフィードバック制御する酸性ガスの処理方法であって、少なくとも平均時間（例えば、後述する５分、１５分、３０分、１時間、３時間、６時間等）に応じた平均添加量に１倍以下の係数（例えば、後述する９５％、９０％、８０％、７０％、５０％等）を乗じた基礎添加量を算出する工程と、前記算出した基礎添加量に基づいてアルカリ剤の添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程と、を有する酸性ガスの処理方法。

【００１２】

現状主に用いられるＰＩＤ制御は、添加出力は、単一の上限と下限しか設定できない。従って、例えば出口ＨＣｌ濃度の制御目標値（ＳＶ）を４０ｐｐｍに設定した場合、実際の出口ＨＣｌ濃度が４０ｐｐｍ以下ではアルカリ剤の添加を減らすために制御出力の下限で添加し、制御目標値（ＳＶ）４０ｐｐｍ以上ではアルカリ剤の添加を増やすために制御出力の上限で添加をすることを繰り返すアルカリ剤の不適切添加（過剰添加、不足添加）により、出口のＨＣｌ濃度は大きく変動すると共にアルカリ剤の過剰添加の原因となる。

【００１３】

これに対し、（１）の発明のように、少なくとも平均時間に応じた平均添加量に１倍以下の係数を乗じた基礎添加量を算出し、算出した基礎添加量に基づいてアルカリ剤の添加量出力値をフィードバック演算により算出した場合、アルカリ剤の不適切添加を防止し、処理すべき出口ＨＣｌ濃度の変動を少ない安定した処理が可能であると共に（１）の発明による適正添加の結果、アルカリ剤の添加量も削減できる。

【００１４】

（１）の発明は、従来、フィードバック制御では加味できなかった入口のＨＣｌ濃度に関連する因子として過去平均添加量に着目し、過去平均添加量に１倍以下の係数を乗じた基礎添加量を制御因子として活用することに特徴がある。これにより、従来のような下限と上限を繰り返し大きく変動するアルカリ剤の添加を行うことなく、添加量のベースとして妥当性のある過去平均添加量に１倍以下の係数を乗じた基礎添加量をベースにアルカリ剤の添加量を例えばＰＩＤ等のフィードバック制御により算出する。よって、アルカリ剤の添加変動が少なくなり、アルカリ剤自身の添加不良（過剰添加、不足添加）が引き起こすハンチングを抑制し、適切な添加を行うことにより添加量削減が可能となると共に変動の少ない酸性ガスの安定処理が可能となる。

【００１５】

（２） 前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程において、前記算出した基礎添加量を前記アルカリ剤の添加量出力値の下限値（例えば、後述するＬＯ：添加量下限）とする（１）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００１６】

（２）の発明によれば、基礎添加量を添加量出力値の下限値とすることにより、本基礎添加量をベースにして従来のフィードバック演算により添加量の過不足が調整されるため、アルカリ剤の添加が適正化され、酸性ガスを効率的に処理することができる。

【００１７】

また、平均添加量の平均時間は、特に制限はないが、添加量の移動平均等の平均値を活用するのが有効で平均時間は５分以上、１５～２４時間程度で活用するのが好ましい。また、基礎添加量で規定する係数は、１倍以下が良い。１倍以上の係数を用いた場合、酸性

ガスの安定処理は可能であるが、入口酸性ガス濃度の減少に伴う添加量の減少を妨げるため過剰添加となる。基礎添加量は、平均添加量の、１倍以下（係数１００％以下）であれば良いが、特に０．５～０．９５倍（５０～９５％）、特に０．７～０．９倍（７０～９０％）が好ましい。

【００１８】

（３） 前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、少なくとも２つの酸性ガス濃度の傾きの範囲（例えば、後述する直近のＨＣｌ濃度の傾きの６秒平均が正の範囲及び負の範囲など）を設定する工程と、前記少なくとも２つの傾きの範囲毎に酸性ガス濃度の制御目標値（例えば、後述する実施例８における１８０ｐｐｍ、２２０ｐｐｍなど）を設定する工程と、少なくとも前記測定信号及び前記傾きの範囲毎の制御目標値に基づいてアルカリ剤の添加量出力値を算出する工程と、をさらに有し、前記制御目標値を設定する工程において、前記酸性ガス濃度の傾きの範囲が大きい場合（例えば、後述する直近のＨＣｌ濃度の傾きの６秒平均が正の場合（酸性ガス濃度上昇時））に設定する制御目標値は、前記酸性ガス濃度の傾きの範囲が小さい場合（例えば、後述する直近のＨＣｌ濃度の傾きの６秒平均が負の場合（酸性ガス濃度下降時））に設定する制御目標値より小さい（１）又は（２）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００１９】

（３）の発明によれば、バグフィルター出口の酸性ガス濃度の傾きの範囲が大きい場合（酸性ガス濃度上昇時）には、傾きの範囲が小さい場合（酸性ガス濃度下降時）よりも酸性ガス濃度の制御目標値を小さくしたので、酸性ガス濃度上昇時でのアルカリ剤添加量出力値を、酸性ガス濃度下降時よりも大きくできる。よって、酸性ガス濃度増加時にアルカリ剤を添加するタイミングを現状制御に比べて早くでき、酸性ガス測定装置の計測遅れによる酸性ガスの処理不良を改善できる。

また、逆に酸性ガス濃度下降時でのアルカリ剤添加量を、酸性ガス濃度上昇時よりも少なくできるので、酸性ガス濃度減少時にアルカリ剤添加量をはやく低下させることができ、酸性ガス測定装置の計測遅れによる過剰添加を低減できる。

【００２０】

（４） 前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、前記測定信号に基づいて演算される添加量出力値の下限値（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＬＯ）と上限値（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＬＨ［制御出力上限］）との間に、前記酸性ガス濃度（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＢＦ出口ＨＣｌ濃度）に対応して前記添加量出力値の新たな上限値（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＬＭ１［出力制限１］、ＬＭ２［出力制限２］）を１つ以上設定する工程をさらに有する（１）から（３）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【００２１】

通常のフィードバック演算における出力上限は１つしかなく、酸性ガス濃度が制御目標値以上になると入口の酸性ガス濃度の大きさにかかわらず、上限値までアルカリ剤は添加可能となり、過剰添加を引き起こす。

これに対し、（４）の発明によれば、添加量出力値の下限値と上限値との間に、現在の酸性ガス濃度に応じた制御出力の制限を加えることにより、酸性ガス濃度の大きさに応じてアルカリ剤の適正な添加が可能となり、添加量の削減が可能となる。

【００２２】

（５） 前記基礎添加量を算出する工程において、移動平均時間が５分以上である場合の平均添加量の０．５倍から０．９５倍を基礎添加量とする（１）から（４）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【００２３】

上述したように、平均添加量の平均時間は、特に制限はないが、添加量の移動平均等の平均値を活用するのが有効で平均時間は５分以上、１５～２４時間程度で活用するのが好ましい。また、基礎添加量で規定する係数は、１倍以下が良い。１倍以上の係数を用いた場合、酸性ガスの安定処理は可能であるが、入口酸性ガス濃度の減少に伴う添加量の減少

を妨げるため過剰添加となる。基礎添加量は、平均添加量の、１倍以下（係数１００％以下）であれば良いが、特に０．５～０．９５倍（５０～９５％）、特に０．７～０．９倍（７０～９０％）が好ましい。

したがって、（５）の発明によれば、酸性ガスの安定処理を行うと共にアルカリ剤の過剰添加を防止することができる。

【００２４】

（６）前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、当該フィードバック演算に加え、塩化水素濃度から演算された制御出力と硫黄酸化物濃度から演算された制御出力の両出力を用いてアルカリ剤の添加量出力値を算出する工程をさらに有する（１）から（５）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【００２５】

産業廃棄物焼却炉や民間工場の燃焼施設においては、塩化水素と硫黄酸化物が高濃度で発生することが多い。この際には、塩化水素と硫黄酸化物の両方が処理対象となり、バグフィルター後段に設けられた塩化水素濃度測定装置の塩化水素濃度をもとに求められた制御出力と硫黄酸化物濃度をもとに求められた制御出力を例えば加算することにより、塩化水素並びに硫黄酸化物の両酸性ガスを安定して処理することができる。

したがって、（６）の発明によれば、塩化水素並びに硫黄酸化物の両酸性ガスを安定して処理することができる。

【００２６】

（７）前記添加量出力値をフィードバック演算により算出する工程は、

当該フィードバック演算に加え、塩化水素濃度及び又は硫黄酸化物濃度の平均値に基づいてアルカリ剤の添加量出力値を算出する工程をさらに有する（１）から（６）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【００２７】

ところで、酸性ガスの排出濃度管理は各酸性ガス濃度（塩化水素濃度、硫黄酸化物濃度）の１時間平均値で管理している施設がある。一般的には、制御目標値（ＳＶ）を設けて制御するが、制御目標値はあくまで目標であり、制御した結果目標値を超える濃度となるケースが往々にしてある。特に添加量削減と酸性ガスの安定処理は相反する思想であることから、添加量削減を求めれば求めるだけ、１時間平均値が管理値を超えるリスクが強まる。この場合、酸性ガス濃度が、１時間平均管理値以上、もしくはそれに近い濃度に達した場合、多量のアルカリ剤（ある一定添加量を規定）を添加することにより、添加量削減と酸性ガスの安定処理が両立できる安心度の高い制御が可能となる。

したがって、（７）の発明によれば、塩化水素濃度及び又は硫黄酸化物濃度の平均値に基づいてアルカリ剤の添加量出力値を算出するので、添加量削減と酸性ガスの安定処理が両立できる安心度の高い制御が可能となる。

【００２８】

（８） 前記アルカリ剤が平均粒子径５～３０μｍの微粉重曹である（１）から（７）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。

【００２９】

本発明に用いるアルカリ剤は、特に制限はない。特に酸性ガスとの反応が速い平均粒子径が５～３０μｍに調整された微粉重曹は、制御応答性が良く、本発明の制御手法の性能を効果的に発揮できる。また、消石灰も適用可能である。この場合、ＪＩＳ特号消石灰でも適用可能であるが、酸性ガスとの反応性が高い比表面積が例えば３０m^2／ｇ以上である高比表面積の消石灰を用いた方が、本発明の性能を発揮できる。

【００３０】

（９） 前記微粉重曹とは異なる他のアルカリ剤を併用する（８）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００３１】

本発明の効果を発揮するアルカリ剤としては特に制限はない。微粉重曹以外のアルカリ剤としては、消石灰、炭酸ナトリウム、炭酸水素カリウム、炭酸カリウム、セスキ炭酸ナ

トリウム、天然ソーダ、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、酸化マグネシウム、水酸化マグネシウム等が例示できる。また、アルカリ剤が粉体の場合、酸性ガスとの反応性が高い粒子径が３０μｍ未満、特に５～２０μｍの微粉のほうが好ましい。予め粒径を調整した剤を適用しても良いし、現地に粉砕設備を設け、粒径の粗いアルカリ剤を現地で粉砕しながら添加しても良い。また、各アルカリ剤を水に溶解したスラリー又は水溶液でも実施が可能である。

【００３２】

（１０） 前記他のアルカリ剤は、消石灰、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、酸化マグネシウム、炭酸ナトリウム、セスキ炭酸ナトリウム、天然ソーダ、及び粗重曹からなる群より選ばれる少なくとも１種のアルカリ剤である（９）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００３３】

本発明による制御を実施するアルカリ剤とは異なる安価なアルカリ剤を併用することも経済的に有効な手段となる。併用するアルカリ剤に制限はないが、一般的に用いられる安価なアルカリ剤としては、消石灰、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、酸化マグネシウム、炭酸ナトリウム、セスキ炭酸ナトリウム、天然ソーダ、粗重曹が例示できる。

【発明の効果】

【００３４】

本発明により、新たな高価な酸性ガス測定装置を導入する必要のないフィードバック形式において、出口の酸性ガス濃度のピーク発生が少ない安定した酸性ガス処理を行うと共にアルカリ剤の過剰添加を削減するための新たな制御方式による酸性ガス処理方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】焼却施設における排ガスであるＨＣｌに微粉重曹を添加する酸性ガス処理システム１の構成を表すブロック図である。

【図２】シミュレーション反応系の基本構成図である。

【図３】排ガス反応における微粉重曹添加当量とＨＣｌ除去率の関係を示すグラフである。

【図４】バグフィルター上反応における微粉重曹添加当量とＨＣｌ除去率の関係を示すグラフである。

【図５】入口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図６】実機検討結果の微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図７】シミュレーション検討結果の微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図８】シミュレーション検討結果の比較例及び実施例ごとのアルカリ剤添加量等を示す表である。

【図９】入口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図１０】比較例１における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図１１】実施例１における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図１２】比較例２、実施例２及び２０におけるステップ制御方式の制御設定の表である。

【図１３】比較例２における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図１４】実施例２における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。

【図１５】比較例３、実施例３，９，１０，１１，１７，１８，２１及び２２におけるステップ制御方式の制御設定の表である。

【図１６】比較例３における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図１７】実施例３における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図１８】実施例４における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図１９】実施例５における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２０】実施例６における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２１】実施例７における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２２】実施例８における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２３】実施例９における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２４】実施例１０における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２５】実施例１１における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２６】実施例１２における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２７】実施例１３における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２８】実施例１４における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図２９】実施例１５における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３０】実施例１６における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３１】実施例１７における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３２】実施例１８における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３３】比較例４における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３４】実施例１９における微粉重曹添加量及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３５】実施例２０における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３６】実施例２１における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３７】実施例２２における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図３８】焼却施設における排ガスであるＨＣｌに微粉重曹を添加する酸性ガス処理システム２の構成を表すブロック図である。
【図３９】実機検討結果の比較例及び実施例ごとのアルカリ剤添加量等を示す表である。
【図４０】比較例５における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図４１】比較例６、実施例２３及び２４におけるステップ制御方式の制御設定の表であ

る。
【図４２】比較例６における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図４３】実施例２３における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【図４４】実施例２４における微粉重曹添加量、入口ＨＣｌ濃度及び出口ＨＣｌ濃度の挙動を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００３６】
以下に実施形態を挙げて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。
【００３７】
図１は、焼却施設における排ガスであるＨＣｌに微粉重曹を添加する酸性ガス処理システム１の構成を表すブロック図である。
【００３８】
酸性ガス処理システム１は、制御装置１１、微粉重曹添加装置１２、バグフィルター１３、ＨＣｌ濃度測定機器１４から構成されている。制御装置１１は、ＨＣｌ濃度測定機器１４から送信されるＨＣｌ濃度測定信号、及び過去の平均添加量から算出される基礎添加量に基づいて微粉重曹の添加量出力値をフィードバック制御（ＰＩＤ制御方式又はステップ方式）により算出する。微粉重曹添加装置１２は、制御装置１１が算出した微粉重曹の添加量出力値に基づいて排ガス中のＨＣｌに微粉重曹を添加する。
なお、基礎添加量は、平均時間（例えば、移動平均時間）に応じた過去の平均添加量に１倍以下の係数を乗じて算出される。
【００３９】
バグフィルター１３は、排ガス中のＨＣｌと微粉重曹の反応後の粉塵を除去する。ＨＣｌ濃度測定機器１４は、バグフィルター１３上に蓄積した微粉重曹（排ガス中のＨＣｌとの反応によって残存した微粉重曹がバグフィルター１３上に蓄積される）と排ガス反応後のＨＣｌとが反応した後のＨＣｌ濃度（後述するバグフィルター出口ＨＣｌ濃度）を測定して、ＨＣｌ濃度測定信号を制御装置１１に送信する。
【００４０】
酸性ガス処理システム１は、このようなサイクルを繰り返してフィードバック制御を行うことで、制御装置１１は、微粉重曹添加量の制御出力値を適切なものとする制御を行う。
なお、ＨＣｌ濃度測定機器１４は、例えばイオン電極式のＨＣｌ濃度測定装置である。
【００４１】
また、図１に示すように、バグフィルター１３上に蓄積した微粉重曹と排ガス反応後のＨＣｌとが反応した後のＨＣｌ濃度（後述するバグフィルター出口ＨＣｌ濃度）を測定するようにＨＣｌ濃度測定機器１４を設置するのが好ましい。これは、排ガス中のＨＣｌとの反応によって残存した微粉重曹がバグフィルター１３上に蓄積され、この蓄積された微粉重曹が排ガス反応後のＨＣｌと反応するため、より正確にＨＣｌ濃度の測定ができるからである。
【００４２】
また、制御装置１１は、算出した基礎添加量を微粉重曹の添加量出力値の下限値（例えば、後述するＬＯ：添加量下限）としてフィードバック制御を行う。
したがって、本基礎添加量をベースにして従来のフィードバック演算により添加量の過不足が調整されるため、アルカリ剤の添加が適正化され、酸性ガスを効率的に処理することができる。
【００４３】
また、平均添加量の平均時間は、特に制限はないが、添加量の移動平均等の平均値を活用するのが有効で平均時間は５分以上、１５～２４時間程度で活用するのが好ましい。ま

た、基礎添加量で規定する係数は、１倍以下が良い。１倍以上の係数を用いた場合、酸性ガスの安定処理は可能であるが、入口酸性ガス濃度の減少に伴う添加量の減少を妨げるため過剰添加となる。基礎添加量は、平均添加量の、１倍以下（係数１００％以下）であれば良いが、特に０．５～０．９５倍（５０～９５％）、特に０．７～０．９倍（７０～９０％）が好ましい。

【００４４】

さらに、制御装置１１は、ＨＣｌ濃度の傾き（濃度の時間変化率）が正の範囲と負の範囲の２つの範囲を設ける。そして、これら２つの範囲毎にＨＣｌ濃度の制御目標値を設定する。

【００４５】

ここで、ＨＣｌ濃度の制御目標値の設定は、ＨＣｌ濃度の傾きが正の範囲に対して設ける制御目標値が、負の範囲に対する制御目標値よりも小さくなるように設定してもよい。このようにすることで、ＨＣｌ濃度上昇時での微粉重曹添加量を、ＨＣｌ濃度下降時よりも多くできる。また、逆にＨＣｌ濃度下降時での微粉重曹添加量を、ＨＣｌ濃度上昇時よりも少なくできる。よって、フィードバック演算による微粉重曹の添加出力を前倒しで実施することができ、計測遅延による影響をさらに軽減することができる。

【００４６】

さらに、制御装置１１は、ステップ方式によるフィードバック制御を行っても良い。ここで、ステップ方式は、ＨＣｌ濃度に応じた制御出力を段階的に設定する制御方式である。具体的には、ＰＩＤ制御方式において設定されている制御出力値の上限値に加えて、制御出力値の新たな上限値をＨＣｌ濃度に対応して設定する。

【００４７】

ここで、通常のＰＩＤ制御における出力上限は１つしかなく、酸性ガスが制御目標値以上になると酸性ガス濃度の大きさにかかわらず、上限値までアルカリ剤は添加可能となり、過剰添加を引き起こす。そこで、ステップ制御方式を採用することにより、添加量出力値の下限値と上限値との間に、現在のＨＣｌ濃度に応じた新たな制御出力上限値を加えることにより、ＨＣｌ濃度の大きさに応じて微粉重曹の適正な添加が可能となり、添加量の過剰添加の抑制が可能となる。

【００４８】

さらに、ＨＣｌ濃度に対応して新たな制御出力上限値（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＬＭ１［出力制限１］、ＬＭ２［出力制限２］）が設定されるが、ＨＣｌ濃度が高いほど新たな制御出力上限値も高く設定される。ただし、アルカリ剤の過剰添加の抑制のためには、ＰＩＤ制御方式において設定されている制御出力値の上限値（例えば、後述する図１２、図１５、図４１のＬＨ［制御出力上限］）より小さい値とすることが好ましい。

【００４９】

本実施形態で用いる酸性ガスの測定装置は計測方式によらず実施が可能である。塩化水素濃度は、イオン電極法、レーザーによる単一吸収線吸収分光法等で測定可能であり、硫黄酸化物は、赤外線吸収法、紫外線蛍光法等で測定が可能である。なお、本実施形態では、従来のフィードバック制御では加味されていなかった妥当な基礎添加量を活用することにより改善効果が得られることから、計測遅延速度によらず本発明の効果が得られる。

【００５０】

産業廃棄物焼却炉や民間工場の燃焼施設においては、塩化水素と硫黄酸化物が高濃度で発生することが多い。この際には、塩化水素と硫黄酸化物の両方が処理対象となり、バグフィルター後段に設けられた塩化水素濃度測定装置の塩化水素濃度をもとに前記制御方式において求められた制御出力と硫黄酸化物濃度をもとに前記制御方式において求められた制御出力を例えば加算することにより、塩化水素並びに硫黄酸化物の両酸性ガスを安定して処理することができる。

【００５１】

さらに、酸性ガスの排出濃度管理を各酸性ガス濃度（塩化水素、硫黄酸化物濃度）の１

時間平均値で管理している施設がある。一般的には、制御目標値（ＳＶ）を設けて制御するが、制御目標値はあくまで目標であり、制御した結果目標値を超える濃度となるケースが往々にしてある。特に添加量削減と酸性ガスの安定処理は相反する思想であることから、添加量削減を求めれば求めるだけ、１時間平均値が管理値を超えるリスクが強まる。この場合、１時間平均管理値以上、もしくはそれに近い濃度に達した場合、多量のアルカリ剤（ある一定添加量を規定）を添加することにより、添加量削減と酸性ガスの安定処理が両立できる安心度の高い制御が可能となる。

【００５２】

本実施形態で用いるアルカリ剤は、特に制限はない。特に酸性ガスとの反応が速い平均粒子径が５～３０μｍに調整された微粉重曹は、制御応答性が良く、本制御手法の性能を効果的に発揮することができる。また、消石灰は、ＪＩＳ特号消石灰でも可能であるが、酸性ガスとの反応性が高い比表面積が例えば３０ｍ^2／ｇ以上である高比表面積の消石灰を用いた方が、本発明の性能を発揮できる。前記以外のアルカリ剤としては、炭酸ナトリウム、炭酸水素カリウム、炭酸カリウム、セスキ炭酸ナトリウム、天然ソーダ、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、酸化マグネシウム、水酸化マグネシウム等が例示できる。

【００５３】

また、アルカリ剤が粉体の場合、酸性ガスとの反応性が高い粒子径が３０μｍ未満、特に５～２０μｍの微粉のほうが好ましい。予め粒径を調整した剤を適用しても良いし、現地に粉砕設備を設け、粒径の粗いアルカリ剤を現地で粉砕しながら添加しても良い。また、各アルカリ剤を水に溶解したスラリー又は水溶液でも実施が可能である。

【００５４】

さらに、本実施形態による制御を実施するアルカリ剤とは異なる、安価なアルカリ剤を併用することも経済的に有効な手段となる。併用するアルカリ剤に制限はないが、一般的に用いられる安価なアルカリ剤としては、消石灰、水酸化ナトリウム、水酸化マグネシウム、酸化マグネシウム、炭酸ナトリウム、セスキ炭酸ナトリウム、天然ソーダ、粗重曹が例示できる。

【実施例】

【００５５】

シミュレーション反応系について説明する。

【００５６】

［シミュレーション反応系］：排ガスとバグフィルター上における複合反応

シミュレーション反応系は、微粉重曹と塩化水素（ＨＣＬ）との反応が排ガス中で瞬時におきる反応と、バグフィルター上に蓄積した未反応の微粉重曹とＨＣＬとの二つの反応により構成した（図２参照）。また、バグフィルターにおける捕集物の滞留時間は、通常２時間程度である。従って、本シミュレーションにおいては、バグフィルター上の微粉重曹は、規定時間（約２時間で設定）で消滅する形とした。

【００５７】

図２を参照して、シミュレーション反応系の基本構成を説明する。

まず、焼却施設における薬注制御では、バグフィルター出口に設置されたイオン電極式のＨＣｌ濃度測定機器のＨＣｌ濃度（処理後）信号を基にＰＩＤ等の制御式の演算により薬剤添加量（微粉重曹添加量（Ａｇ））を決定し（下記式（１））、決定した添加量の微粉重曹（酸性ガス処理剤）を排ガス（入口ＨＣｌ濃度（Ｈｉ））に添加する。煙道に添加された微粉重曹は排ガス中のＨＣｌ等の酸性ガスと反応し、排ガス中のＨＣｌが除去される。

【００５８】

Ａｇ＝Ａｇ１＋ＬＯ　　（１）

Ａｇ：微粉重曹添加量［ｋｇ／ｈ］

Ａｇ１：ＨＣｌ濃度測定機器の出力から規定される添加量［ｋｇ／ｈ］（ステップ方式の場合、図１２、１５、４１参照）

ＬＯ：添加量下限［ｋｇ／ｈ］

通常時（本発明に係る基礎添加量を適用しない場合）には、予め設定したＬＯを使用する。

本発明に係る基礎添加量を適用する場合には、ＬＯを指定時間の移動平均添加量に所定の係数を乗じた基礎添加量として出力を演算する。

【００５９】

また、微粉重曹による入口ＨＣｌ濃度のＨＣｌ除去率は、弊社微粉重曹の適用知見から排ガス反応微粉重曹添加当量（Ｊｇ）と排ガス反応ＨＣｌ除去率（αｇ）との関係（図３）及びバグフィルター上反応微粉重曹添加当量（Ｊｓ）とバグフィルター上反応ＨＣｌ除去率（αｓ）との関係（図４）から試算した。また、ＨＣｌと微粉重曹との反応は瞬時とした。まず、排ガスにおける反応後のＨＣｌ濃度（Ｈｇ）は、排ガス反応の微粉重曹添加当量（Ｊｇ）と排ガス反応ＨＣｌ除去率（αｇ）により導かれる（下記式（２））。なお、排ガス反応の微粉重曹添加当量（Ｊｇ）は、下記式（３）により算出される。

【００６０】

Ｈｇ＝Ｈｉ×（１－αｇ÷１００）　　（２）

Ｈｉ：入口ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Ｈｇ：排ガス反応後ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

αｇ：排ガス反応におけるＨＣｌ除去率（％）

［排ガス反応微粉重曹添加当量とＨＣｌ除去率の関係（図３）から設定］

【００６１】

Ｊｇ＝Ａｇ÷｛Ｈｉ÷０．６１４÷１０００÷Ｍ１×Ｍ２×Ｆ÷１０００｝　　（３）

Ｊｇ：排ガス反応微粉重曹添加当量

Ａｇ：微粉重曹添加量（ｋｇ／ｈ）

Ｈｉ：入口ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Ｍ１：ＨＣｌ分子量［３６．５で設定］

Ｍ２：重曹分子量［８４で設定］

Ｆ：排ガス量（Ｎｍ^3／ｈ）［５５，０００Ｎｍ^3／ｈで設定］

【００６２】

また、排ガス反応により残存した微粉重曹は、バグフィルター上に随時蓄積する。ＢＦ上に蓄積した微粉重曹は、排ガス反応後のＨＣｌと反応し、バグフィルター出口のＨＣｌ濃度（Ｈｏ）が決まる。この際、ＢＦ上蓄積微粉重曹量（Ａｓ）は、排ガス反応で蓄積した微粉重曹からＢＦ上でＨＣｌと反応した微粉重曹量を差し引いた。また、本バグフィルター上蓄積微粉重曹量（Ａｓ）と排ガス反応後のＨＣｌ濃度（Ｈｇ）から試算されるバグフィルター上微粉重曹添加当量（Ｊｓ）（下記式（５））からバグフィルター上でのＨＣｌ除去率（αｓ）を決め、バグフィルター出口のＨＣｌ濃度（Ｈｏ）を決定した（下記式（４））。

【００６３】

Ｈｏ＝Ｈｇ×（１－αｓ÷１００）　　（４）

Ｈｇ：排ガス反応後ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Ｈｏ：バグフィルター出口ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

αｓ：バグフィルター上反応のＨＣｌ除去率（％）

［バグフィルター上微粉重曹添加当量とＨＣｌ除去率の関係（図４）から設定］

【００６４】

Ｊｓ＝Ａｓ÷｛Ｈｇ÷０．６１４÷１０００÷Ｍ１×Ｍ２×Ｆ÷１０００｝　　（５）

Ｊｓ：バグフィルター上微粉重曹添加当量

Ａｓ：バグフィルター上微粉重曹量（ｋｇ／ｈ）

Ｈｇ：排ガス反応後ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Ｍ１：ＨＣｌ分子量［３６．５で設定］

Ｍ２：重曹分子量［８４で設定］

Ｆ：排ガス量（Ｎｍ^3／ｈ）［５５，０００Ｎｍ^3／ｈで設定］

【００６５】

$As = Z_n \div Ts \times 3600$ （６）
Z_n：バグフィルター上微粉重曹蓄積量（ｋｇ）
Ｔｓ：単位シミュレーション時間（＝データサンプリング時間）（ｓｅｃ）
［０．５ｓｅｃ設定］

【００６６】
$Z_n = Z_{n'} \times (1 - 2.3 \div T4 \times Ts)$ （７）
$Z_{n'}$：未反応微粉重曹量（ｋｇ）
Ｔ４：バグフィルター上蓄積微粉重曹９０％消滅時定数（ｓｅｃ）
［７，２００ｓｅｃ設定］
Ｔｓ：単位シミュレーション時間（＝データサンプリング時間）（ｓｅｃ）
［０．５ｓｅｃ設定］

【００６７】
$Z_{n'} = (Ag \div 3600 \times Ts - Rg) + (Z_{n-1} - Rs)$ （８）
Ａｇ：微粉重曹添加量（ｋｇ／ｈ）
Ｔｓ：単位シミュレーション時間（＝データサンプリング時間）（ｓｅｃ）
［０．５ｓｅｃ設定］
Ｒｇ：排ガス反応における重曹反応量（ｋｇ／ｈ）
Z_{n-1}：Ｔｓ（Ｓｅｃ）前のバグフィルター上微粉重曹蓄積量（ｋｇ）
Ｒｓ：バグフィルター上反応における重曹反応量（ｋｇ／ｈ）

【００６８】
$Rg = (Hi \div 0.614 \div 1000 \div M1 \times M2 \times F \div 1000) \div 3600 \times Ts \times \alpha g \div 100$ （９）
Ｈｉ：入口ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）
Ｍ１：ＨＣｌ分子量［３６．５で設定］
Ｍ２：重曹分子量［８４で設定］
Ｆ：排ガス量（Nm^3／ｈ）［５５，０００Nm^3／ｈで設定］
αｇ：排ガス反応におけるＨＣｌ除去率（％）

【００６９】
$Rs = (Hg \div 0.614 \div 1000 \div M1 \times M2 \times F \div 1000) \div 3600 \times Ts \times \alpha s \div 100$ （１０）
Ｈｇ：排ガス反応後ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）
Ｍ１：ＨＣｌ分子量［３６．５で設定］
Ｍ２：重曹分子量［８４で設定］
Ｆ：排ガス量（Nm^3／ｈ）［５５，０００Nm^3／ｈで設定］
αｓ：バグフィルター上反応のＨＣｌ除去率（％）

【００７０】
本反応後のバグフィルター出口のＨＣｌ濃度がイオン電極式のＨＣｌ濃度測定機器１４で測定される。ところで、イオン電極式のＨＣｌ濃度測定機器１４では、施設による遅延時間（Ｔ１）、排ガスサンプリングによる計測遅延時間（Ｔ２α）、及びイオン電極式の測定による計測遅延時間（Ｔ２β，応答時間）があり、フィードバック特有の制御遅れが発生する。

【００７１】
そこで本シミュレーションのＨＣｌ濃度測定機器１４の遅延時間（Ｔ）は、施設による遅延時間（Ｔ１）とＨＣｌ濃度測定機器１４の計測遅延時間（Ｔ２）の合計とした（下記式（１１））。なお、ＨＣｌ濃度測定機器１４の計測遅延時間（Ｔ２）は、ＨＣｌ処理後の排ガスを煙道からサンプリングする計測遅延時間（Ｔ２α）とイオン電極式ＨＣｌ濃度測定機器（Ｔ２β）の計測遅延時間（応答時間）を設定し、これらの和とした（下記式（１２））。一般的に用いられているイオン電極式の９０％応答時間（計測遅延）は、ＨＣｌガスの吸収液への拡散が影響するためＴ２βは（下記式（１３））とした。本シミュレーションにおいて、計測遅延時間の長いイオン電極式は、実機施設の状況からＴ１＝３０

秒，Ｔ２α＝３９０秒（サンプリング遅延２１０秒＋臭素スクラバー通過遅延１８０秒），Ｔ２β＝１８０秒の計６００秒（１０分：Ｔ１＝０．５分，Ｔ２＝９．５分）とした。

【００７２】

なお、イオン電極式より計測遅延時間の短いＨＣｌ濃度測定機器を用いる場合、計測遅延時間を変えて挙動を確認した。

【００７３】

［ＨＣｌ濃度測定機器（低速応答、イオン電極式を模擬）］

Ｔ＝Ｔ１＋Ｔ２　　（１１）

Ｔ：ＨＣｌ濃度測定機器のシミュレーション反応系の遅延時間（ｓｅｃ）

Ｔ１：施設の遅延時間（ｓｅｃ）［３０ｓｅｃ設定］

Ｔ２：ＨＣｌ濃度測定機器の計測遅延時間（ｓｅｃ）

Ｔ２＝Ｔ２α＋Ｔ２β　　（１２）

Ｔ２α：ＨＣｌ濃度測定機器の排ガスサンプリング時間（ｓｅｃ）

［３９０ｓｅｃ設定］

Ｔ２β：ＨＣｌ濃度測定機器の９０％応答時間（ｓｅｃ）［１８０ｓｅｃ設定］

Ｔ２β＝２．３×τ　　（１３）

$Y_n = Y_{n-1} + (X_n - Y_{n-1}) \div \tau \times Ts$　　（１４）

τ：時定数（ｓｅｃ）

Ｔｓ：単位シミュレーション時間（＝データサンプリング時間）（ｓｅｃ）

［０．５ｓｅｃ設定］

Ｘｎ：現在の測定装置入力ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Ｙｎ：現在の測定装置出力ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

Y_{n-1}：前回（Ｔｓ（ｓｅｃ）前）の測定装置出力ＨＣｌ濃度（ｐｐｍ）

【００７４】

また、酸性ガスを処理するアルカリ剤の添加量は、ＨＣｌ計測機器で測定された濃度を基に試算したフィードバックにより求められる添加出力を基に規定される（上記式（１））。本発明に係る基礎添加量は、移動平均添加量×係数（１倍以下）をフィードバック制御の下限として演算した。

【００７５】

また、図５に示すように変動する入口ＨＣｌ濃度を用いて、実機におけるＰＩＤの添加挙動並びにＨＣｌ発生状況（図６）及び本シミュレーション反応系の結果（図７）から排ガス反応とＢＦ上反応のＨＣｌとの反応効率を設定した。本検討結果を図６及び図７に示す。本施設においては、排ガスのＨＣｌ除去効率が８０％、ＢＦ上反応の除去効率が６５％で実機とシミュレーションの挙動が一致した（図６、図７）。従って、本条件で以下シミュレーションを行った。なお、本シミュレーションにおいては、制御手法による制御応答性を明らかにするため、比較的変動の大きな時間帯の入口ＨＣｌ濃度（Ｈｉ）を用いて実施した。

【００７６】

以下、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

以下の実施例における検討は、実機検討結果からシミュレーション反応系を制作し、各制御手法による制御結果を検討したものである。なお、基礎添加量における平均添加量の平均時間の長い条件（３時間、６時間）があるため、入口ＨＣｌ濃度を繰り返し用い、６～９時間経過時の結果で評価した。

【００７７】

［比較例１］

図９に示す入口ＨＣｌ濃度を用いて、前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間計９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を基にＰＩＤ制御方式「Ｐ（比例ゲイン）＝１００％，Ｉ＝０．１秒，Ｄ＝０．１秒，添加量出力下限２００ｋｇ／ｈ，添加量出力上限４８０ｋｇ／ｈ」において出口ＨＣｌ濃度の制御目標値（ＳＶ）を２００

ｐｐｍに設定しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度（平均，１時間平均最大，瞬時最大，１時間平均最少，瞬時最少）を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１０に示す。
【００７８】
酸性ガスの排出管理値として良く用いられる出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、２１２ｐｐｍ、瞬時最大は３８４ｐｐｍであった。
【００７９】
［実施例１］
３０分移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）に８０％の係数を乗じ、基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例１に示す同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１１に示す。
【００８０】
実施例１によれば、１時間平均値のＨＣｌの最大値は、１８９ｐｐｍ、瞬時最大は３０９ｐｐｍと比較例１に比べ酸性ガス処理性能が向上すると共に添加量も３３０ｋｇ／ｈから３１５ｋｇ／ｈに削減された。
【００８１】
ここで、ステップ制御方式の概要を説明する。比較例２，３及び６、実施例２，３，９～１１，１７，１８，２０～２４ではＰＩＤ制御方式に代わりステップ制御方式による制御を行う。
【００８２】
ステップ方式はＰＩＤ制御方式と異なり、出口のＨＣｌ濃度に応じて出力を段階的に規定する制御方式とした。比較例２、実施例２，２０（図１２）で説明するとＨＣｌ濃度がＳＶ制御目標値［制御出力開始濃度（出力下限以上）］～ＳＭ１間は制御出力をＬＯとＬＭ１間で段階的に出力する。ＨＣｌ濃度がＳＭ１～ＳＭ２間ではＬＭ２で設定した制御出力を出力し、ＳＭ２以上ではＬＨ（制御出力上限）を出力する形式とした。なお、通常のＰＩＤ制御式では出力制限がなく、ＬＯとＬＨの設定だけである。また、ＨＣｌ傾きによる制御演算で用いるＨＣｌ濃度と制御出力を決めるテーブルの補正はＳＶＡ１とＳＶＡ２で行い、ＨＣｌ傾きが正の時は演算で用いるＨＣｌ濃度からＳＶＡ１を引き、ＨＣｌ傾きが負の時は演算で用いるＨＣｌ濃度にＳＶＡ２を足した。これにより同一のＨＣｌ濃度を入力した際に演算される制御出力が、ＨＣｌ傾きの値が大きい場合（酸性ガス濃度が増加傾向）の制御出力値がＨＣｌ傾きの値が小さい場合の制御出力値に比べ大きくなる形式とした。
なお、微粉重曹添加量（Ａｇ）は、上記式（１）で求められる。
【００８３】
［比較例２］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を基にステップ方式の制御において制御目標値（本方式ではアルカリ剤の制御出力が出力下限以上に添加される濃度をＳＶと規定する）を２００ｐｐｍに設定しフィードバック制御（図１２参照）した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１３に示す。
【００８４】
ステップ方式による出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、２１２ｐｐｍ、瞬時最大は３８３ｐｐｍであった。
【００８５】

［実施例２］
３０分移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）に８０％の係数を乗じ、基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例２に示すステップ方式の同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１４に示す。
【００８６】
実施例２によれば、ステップ方式においても出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、１９５ｐｐｍ、瞬時最大は３２０ｐｐｍと比較例２に比べ酸性ガス処理性能が向上すると共に添加量も２９５ｋｇ／ｈから２８９ｋｇ／ｈに削減された。
【００８７】
［比較例３］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を基にステップ方式の制御において直近のＨＣｌ濃度の傾きの６秒平均が正の場合、制御目標値（ＳＶ）を１８０ｐｐｍ（ＳＶ－２０ｐｐｍ）とし、直近のＨＣｌ濃度の傾きの６秒平均が負の場合、制御目標値（ＳＶ）を２２０ｐｐｍ（ＳＶ＋２０ｐｐｍ）としてフィードバック制御（図１５参照）した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１６に示す。
【００８８】
本ステップ方式に加え、制御目標値をＨＣｌ濃度の傾きにより変更（以降ＳＶ変更と称す）した本フィードバック制御による出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、２１６ｐｐｍ、瞬時最大は３８１ｐｐｍであった。
【００８９】
［実施例３］
３０分移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）に８０％の係数を乗じ、基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例３に示すフィードバック形式の同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１７に示す。
【００９０】
実施例３によれば、前記フィードバック方式においても出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、１９８ｐｐｍ、瞬時最大は２８３ｐｐｍと比較例３に比べ酸性ガス処理性能が向上すると共に添加量も３０１ｋｇ／ｈから２８９ｋｇ／ｈに削減された。
【００９１】
［実施例４～８］
平均時間を変えた移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）［実施例４：５分、実施例５：１５分、実施例６：１時間、実施例７：３時間、実施例８：６時間］に８０％の係数を乗じ、基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例１に示す同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図１８～２２に示す。
【００９２】
実施例４～８によれば、平均添加量に１倍以下の係数を乗じた基礎添加量をフィードバック制御の因子として活用し、アルカリ剤の添加量を演算することにより酸性ガスの安定処理が可能となる。

【００９３】
実施例４～８の効果は、平均添加量の因子をフィードバックに活用することにより得られ、平均時間に特に制限がない。添加量平均時間５分（実施例４）においては同等の添加量で出口ＨＣｌ濃度１時間平均値最大で１８６ｐｐｍ，瞬時最大３６９ｐｐｍと酸性ガスの安定処理効果が得られる。さらに添加量平均時間６時間（実施例８）においても出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値最大は１９４ｐｐｍ，瞬時最大３０８ｐｐｍと安定処理効果が得られると共に添加量も３１１ｋｇ／ｈに削減されている。添加量の平均時間は５分以上が好ましく、特に１５分～６時間が好ましい。
【００９４】
［実施例９～１１］
平均時間を変えた移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）［実施例９：１５分、実施例１０：１時間、実施例１１：３時間］に８０％の係数を乗じ、基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例３に示す同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図２３～２５に示す。
【００９５】
ステップ＋ＳＶ変更方式によるフィードバック制御における添加量平均時間１５分～３時間で変えた際の実施例９～１１によれば、添加量平均時間に関わらず、酸性ガス安定処理効果と添加量削減効果が得られる。本方式は、特に添加量が２８８～２９２ｋｇ／ｈと添加量削減効果に優れた制御方式である。
【００９６】
［実施例１２～１６］
１時間移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）に乗ずる係数を変え［実施例１２：９５％、実施例１３：９０％、実施例１４：８０％、実施例１５：７０％、実施例１６：５０％］基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例１に示す同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図２６～３０に示す。
【００９７】
実施例１２～１６の効果は、平均添加量の因子をフィードバックに活用することにより得られ、基礎添加量を演算する際に平均添加量に乗ずる係数は１倍以下であれば良く特に制限がない。本係数に１倍（１００％）以上の係数を乗じた場合、入口ＨＣｌ濃度が減少しても、本基礎添加量に用いる平均添加量が減少せず過剰添加を引き起こす。
本基礎添加量を演算する係数が９５％（実施例１２）～７０％（実施例１５）においては、いずれも出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値最大並びに瞬時最大値が比較例１に比べ低下し、酸性ガスの安定処理効果を得ると共に添加量削減効果が得られた。また、係数が５０％では（実施例１６）添加量が若干増加したものの酸性ガス安定処理効果が得られている。基礎添加量を演算する際に平均添加量に乗ずる係数は、１倍以下であれば良く。好ましくは５０～９５％、特に７０～９０％が好ましい。
【００９８】
［実施例１７、１８］
１時間移動平均添加量（ｋｇ／ｈ）に乗ずる係数を変え［実施例１７：９０％、実施例１８：７０％］基礎添加量とし、添加量出力下限として活用した以外は、比較例３に示す同一設定条件において演算しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３１、３２に示す。

【００９９】
ステップ＋ＳＶ変更方式によるフィードバック制御における基礎添加量を演算する際に乗ずる係数を７０～９０％で変えた際の実施例１７、１８によれば、基礎添加量を演算する係数に関わらず、酸性ガス安定処理効果と添加量削減効果が得られる。また、本方式は、特に添加量が２８９～２９７ｋｇ／ｈと添加量削減効果に優れた制御方式である。
【０１００】
［比較例４］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間計２秒）で計測したＨＣｌ濃度を基にＰＩＤ制御方式「Ｐ（比例ゲイン）＝１００％，Ｉ＝０．１秒，Ｄ＝０．１秒，添加量出力下限２００ｋｇ／ｈ，添加量出力上限４８０ｋｇ／ｈ」において出口ＨＣｌ濃度の制御目標値（ＳＶ）を２００ｐｐｍに設定しフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３３に示す。
【０１０１】
測定機器の計測遅延時間による影響を検討した。計測遅延の少ない高速応答のＨＣｌ測定機器を用いてフィードバック制御した場合、アルカリ剤の添加量変化と出口ＨＣｌ濃度の変化は瞬時に起こり改善はされるものと予測された。しかしながら、アルカリ剤添加変動による添加不良は起こると予測され、酸性ガスの排出管理値として良く用いられる出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値の最大値は、２０９ｐｐｍ、瞬時最大は３８５ｐｐｍであった。
【０１０２】
［実施例１９］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間計２秒）で計測したＨＣｌ濃度を基にＰＩＤ制御演算した以外は実施例１と同一条件でフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３４に示す。
【０１０３】
［実施例２０］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間計２秒）で計測したＨＣｌ濃度を基にステップ方式による演算をした以外は実施例２と同一条件でフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３５に示す。
【０１０４】
［実施例２１］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ測定機器（測定機器計測遅延時間計２秒）で計測したＨＣｌ濃度を基にステップ＋ＳＶ変更方式による演算をした以外は実施例３と同一条件でフィードバック制御した。
微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３６に示す。
【０１０５】
実施例２１によれば、計測機器の計測遅延時間の長短に関わらず効果を発揮する。また制御形式としてはフィードバック形式であればいずれも効果を発揮する。実施例１９～２１は、計測遅延時間２秒を想定した結果であるが、フィードバックによるアルカリ剤の添加不良を抑制し、いずれも酸性ガスの安定処理効果並びに添加量削減効果が得られた。

【０１０６】
［実施例２２］
前記シミュレーションにおいて出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値が１９０ｐｐｍを超えた場合、４８０ｋｇ／ｈのアルカリ剤の添加を実施した以外は、実施例１０と同一条件（遅延時間９．５分，ステップ＋ＳＶ変更）でフィードバック制御した。微粉重曹添加量と微粉重曹で処理した後のバグフィルター出口ＨＣｌ濃度を図８に示す。また、本制御時の微粉重曹添加量とバグフィルター出口ＨＣｌ濃度の挙動を図３７に示す。
【０１０７】
酸性ガスの排出濃度管理は各酸性ガス濃度（塩化水素、硫黄酸化物濃度）の１時間平均値で管理している施設がある。制御においては制御目標値（ＳＶ）を設けて制御するのが一般的であるが、制御目標値はあくまで目標であり、制御した結果目標値を超える濃度となるケースがある。
本実施例は、出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値が２００ｐｐｍを超えた実施例１０において、１時間平均管理（１９０ｐｐｍ以上は４８０ｋｇ／ｈ添加）を実施した例である。出口の１時間平均値が管理すべき濃度に近づいた場合、アルカリ剤を大量に添加する制御を実施することにより、酸性ガスの更なる安定処理効果と効率的なアルカリ剤の利用が可能となる。
【０１０８】
以下、実機検討結果である、比較例５、６、実施例２３、２４について説明するにあたり、比較例５、６、実施例２３、２４において用いられる酸性ガス処理システム２の構成について説明する。
【０１０９】
図３８は、焼却施設における排ガスであるＨＣｌに微粉重曹を添加する酸性ガス処理システム２の構成を表すブロック図である。
【０１１０】
酸性ガス処理システム２は、制御装置２１、微粉重曹添加装置２２、微粉重曹添加装置２６、バグフィルター２３、ＨＣｌ濃度測定機器（イオン電極方式）２４から構成されている。制御装置２１は、ＨＣｌ濃度測定機器（イオン電極方式）２４から送信されるＨＣｌ濃度測定信号、及び過去の平均添加量から算出される基礎添加量に基づいて微粉重曹の添加量出力値をフィードバック制御（ＰＩＤ制御方式又はステップ方式）により算出する。微粉重曹添加装置２２は、制御装置２１が算出した微粉重曹の添加量出力値に基づいて排ガス中のＨＣｌに微粉重曹を添加する。また、微粉重曹添加装置２６は、制御装置２１が算出した微粉重曹の添加量出力値とは無関係に一定量の微粉重曹を排ガス中のＨＣｌに添加する。
なお、基礎添加量は、平均時間（例えば、移動平均時間）に応じた過去の平均添加量に１倍以下の係数を乗じて算出される。
【０１１１】
バグフィルター２３は、排ガス中のＨＣｌと微粉重曹の反応後の粉塵を除去する。ＨＣｌ濃度測定機器（イオン電極方式）２４は、バグフィルター２３上に蓄積した微粉重曹（排ガス中のＨＣｌとの反応によって残存した微粉重曹がバグフィルター２３上に蓄積される）と排ガス反応後のＨＣｌとが反応した後のＨＣｌ濃度（後述するバグフィルター出口ＨＣｌ濃度）を測定して、ＨＣｌ濃度測定信号を制御装置２１に送信する。
なお、バグフィルターの入口ＨＣｌ濃度は、図示しないＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）によって測定される。
【０１１２】
酸性ガス処理システム２は、このようなサイクルを繰り返してフィードバック制御を行うことで、制御装置２１は、微粉重曹添加量の制御出力値を適切なものとする制御を行う。
【０１１３】
［比較例５］

産業廃棄物焼却炉において、減温塔出口～バグフィルター間にレーザー形式のＨＣｌ測定機器（京都電子工業製ＫＬＡ－１）を設置し、入口ＨＣｌ濃度を測定した。また、バグフィルター出口のイオン電極方式のＨＣｌ測定機器（京都電子工業製ＨＬ－３６Ｎ）で測定される信号を基に排出基準値を管理する酸素換算値にてフィードバック制御を実施した。なお、出口のＳＯｘ濃度信号によるフィードバック添加出力（ＳＶ１８０ｐｐｍ）をＨＣｌ濃度による添加出力に加算して、実施したが、本施設においては、ＳＯｘが発生しなかったため本報告からは割愛する。

また、酸性ガスを処理するアルカリ剤は、８μｍ微粉重曹（栗田工業製ハイパーサーＢ－２００）を上記フィードバック制御により添加した。アルカリ剤の添加装置は、最大添加量の問題から２台活用し、１台は１８０ｋｇ／ｈ定量添加とし、１台は前記出口ＨＣｌ濃度信号を基に「下限を２０ｋｇ／ｈ上限３００ｋｇ／ｈ、ＰＩＤ制御設定Ｐ（比例ゲイン）＝１００％，Ｉ＝０．１秒，Ｄ＝０．１秒」でフィードバック制御した。

バグフィルター入口ＨＣｌ濃度並びにバグフィルター出口ＨＣｌ濃度と微粉重曹の添加量（添加装置２台合算）を図３９に示す。また、本制御実施時の微粉重曹添加量とバグフィルター入口出口のＨＣｌ濃度の挙動を図４０に示す。

【０１１４】

［比較例６］

同一施設において、バグフィルター出口のイオン電極方式のＨＣｌ測定機器（京都電子工業製ＨＬ－３６Ｎ）で測定されるＨＣｌ濃度信号（酸素換算値）にてフィードバック制御を実施した。なお、同様に出口のＳＯｘ濃度信号によるフィードバック添加出力（ＳＶ１８０ｐｐｍ）をＨＣｌ濃度による添加出力に加算して、実施した。

また、添加装置は、同様に１台は１８０ｋｇ／ｈ定量添加とし、１台は「ステップ＋ＳＶ変更方式（詳細は図４１参照）」とした。

バグフィルター入口ＨＣｌ濃度並びにバグフィルター出口ＨＣｌ濃度と微粉重曹の添加量（添加装置２台合算）を図３９に示す。また、本制御実施時の微粉重曹添加量とバグフィルター入口出口のＨＣｌ濃度の挙動を図４２に示す。

【０１１５】

［実施例２３］

同一施設において、「ステップ＋ＳＶ変更方式」のフィードバック制御において、基礎添加量［３０分移動平均添加量，係数７０％］を活用し、出口ＨＣｌ濃度１時間平均値が２１３ｐｐｍ以上［本施設ＨＣｌ管理値２１５ｐｐｍ以下］で３００ｋｇ／ｈ添加する以外は、比較例６と同一の設定でフィードバック制御を実施した。なお、同様に出口のＳＯｘ濃度信号によるフィードバック添加出力（ＳＶ１８０ｐｐｍ）をＨＣｌ濃度による添加出力に加算して、実施した。

また、添加装置は、同様に１台は１８０ｋｇ／ｈ定量添加とし、１台は「ステップ＋ＳＶ変更方式（詳細は図４１参照）」とした。

バグフィルター入口ＨＣｌ濃度並びにバグフィルター出口ＨＣｌ濃度と微粉重曹の添加量（添加装置２台合算）を図３９に示す。また、本制御実施時の微粉重曹添加量とバグフィルター入口出口のＨＣｌ濃度の挙動を図４３に示す。

【０１１６】

本実施例は、本発明の実機による適用結果である。比較例５、６に比べ、入口ＨＣｌ濃度の変動が少なくなった。本実施例によれば、本発明に係る効率的なアルカリ剤の添加によりアルカリ剤の入口ＨＣｌ濃度に対する添加量を示す添加当量は、比較例５、６に比べ削減でき、効率的な制御が可能であった。

【０１１７】

［実施例２４］

同一施設において、「ステップ＋ＳＶ変更方式」のフィードバック制御において、比表面積が３０ｍ^2／ｇ以上の高反応消石灰（奥多摩工業株式会社製タマカルクＥＣＯ）を併用活用する以外は、実施例２３と同一の設定でフィードバック制御を実施した。なお、同様に出口のＳＯｘ濃度信号によるフィードバック添加出力（ＳＶ１８０ｐｐｍ）をＨＣｌ

濃度による添加出力に加算して、実施した。

また、添加装置１台は、高反応消石灰を１７０ｋｇ／ｈ定量添加とし、もう１台は「ステップ＋ＳＶ変更方式（詳細は図４１参照）」とした。

バグフィルター入口ＨＣｌ濃度並びにバグフィルター出口ＨＣｌ濃度と微粉重曹の添加量（添加装置２台合算）を図３９に示す。また、本制御実施時の微粉重曹添加量とバグフィルター入口出口のＨＣｌ濃度の挙動を図４４に示す。

【０１１８】

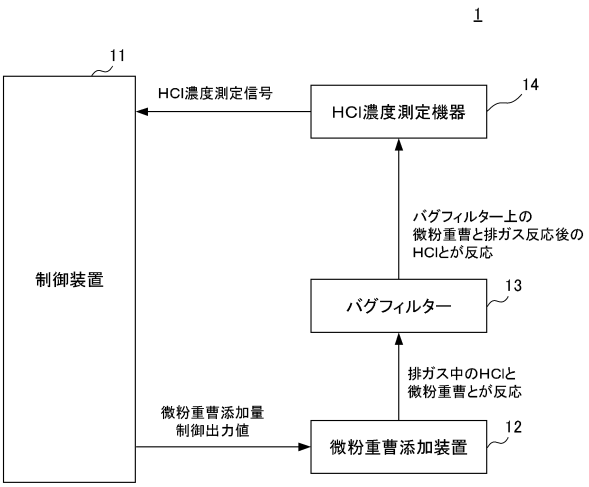
本実施例は、比較的工業的に安価な消石灰と微粉重曹を併用して活用した事例である。本手法においても安定して酸性ガスの安定処理効果が得られる。安価な消石灰を活用し、酸性ガス処理費用が削減されることから工業的に有効な手法である。

【符号の説明】

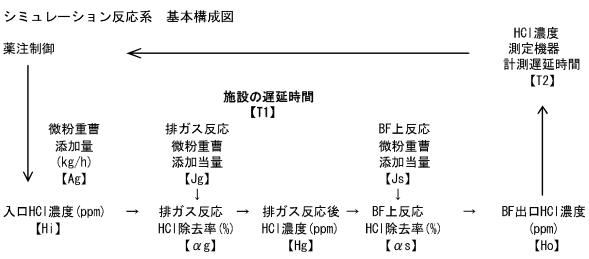
【０１１９】

１　　酸性ガス処理システム
１１　　制御装置
１２　　微粉重曹添加装置
１３　　バグフィルター
１４　　ＨＣｌ濃度測定機器

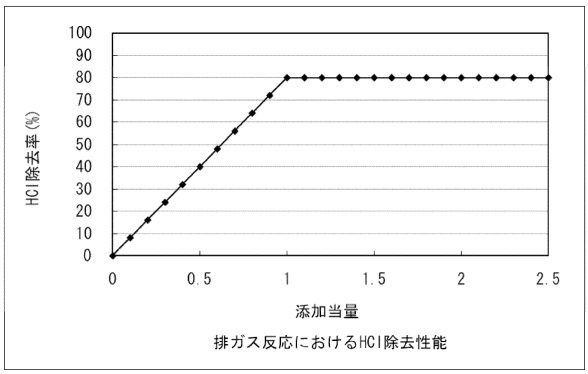
【図１】



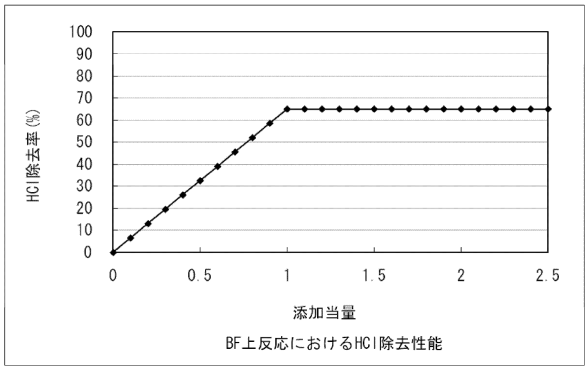
【図２】



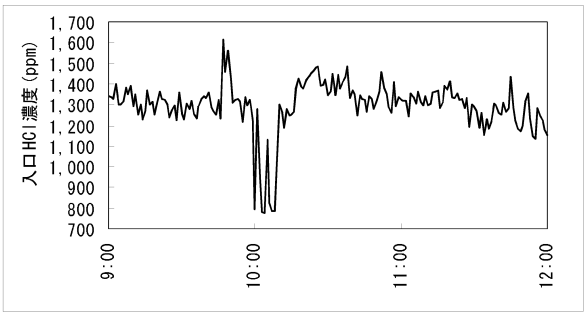
【図３】



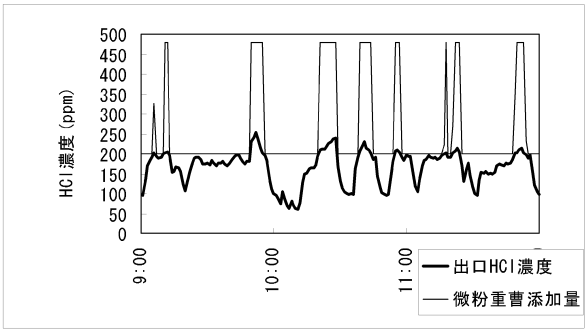
【図４】



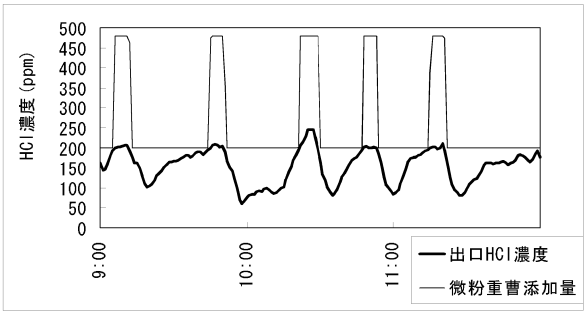
【図５】



【図７】



【図６】

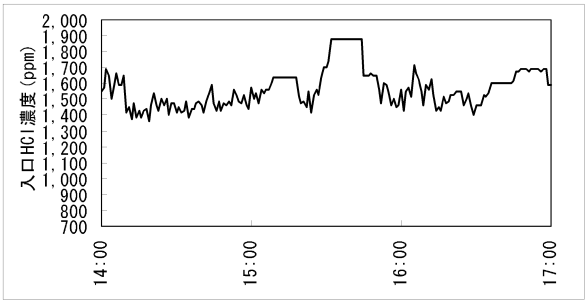


【図８】

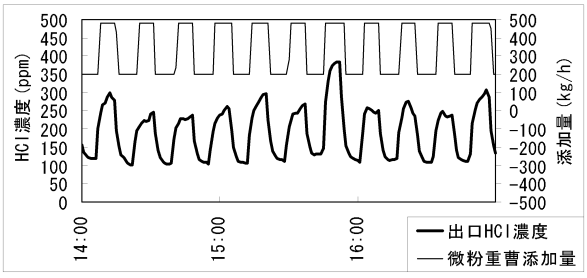
シミュレーション検討結果

		フィードバック制御設定								出口HCl濃度						添加量	出口HCl濃度				
	制御形式	測定機器計測遅れ時間	基礎添加量添加量移動平均時間	基礎添加量係数	HCl検出ガスの目標値(SV)	HCl検出ガスの制御目標値(SV)	出口HCl濃度1時間平均値による添加	平均	1時間平均最大	瞬時最大	1時間平均最小	瞬時最小									
				(%)	(ppm)	(ppm)	-	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	kg/h	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm			
比較例1	PID	9.5分	-	-	200	200	-	330	191	212	384	170	101								
実施例1	PID	9.5分	30分	80	200	200	-	315	172	189	309	160	103								
比較例2	ステップ	9.5分	-	-	200	200	-	295	193	212	383	173	104								
実施例2	ステップ	9.5分	30分	80	200	200	-	289	183	195	320	171	103								
比較例3	ステップ	9.5分	-	-	180	220	-	301	201	216	381	184	101								
実施例3	ステップ	9.5分	30分	80	180	220	-	289	183	198	283	174	105								
実施例4	PID	9.5分	5分	80	200	200	-	331	168	186	369	149	101								
実施例5	PID	9.5分	15分	80	200	200	-	321	166	177	336	148	100								
実施例6	PID	9.5分	1時間	80	200	200	-	310	177	195	319	162	107								
実施例7	PID	9.5分	3時間	80	200	200	-	311	179	194	308	166	105								
実施例8	PID	9.5分	6時間	80	200	200	-	311	179	194	308	166	105								
実施例9	ステップ	9.5分	15分	80	180	220	-	288	186	198	366	177	113								
実施例10	ステップ	9.5分	1時間	80	180	220	-	289	186	204	341	171	103								
実施例11	ステップ	9.5分	3時間	80	180	220	-	292	183	198	321	168	99								
実施例12	PID	9.5分	1時間	95	200	200	-	314	140	151	266	134	99								
実施例13	PID	9.5分	1時間	90	200	200	-	302	162	168	297	161	115								
実施例14	PID	9.5分	1時間	80	200	200	-	310	177	185	319	173	107								
実施例15	PID	9.5分	1時間	70	200	200	-	327	181	188	350	179	100								
実施例16	PID	9.5分	1時間	50	200	200	-	338	194	204	376	190	99								
実施例17	ステップ	9.5分	1時間	90	180	220	-	290	172	179	358	170	111								
実施例18	ステップ	9.5分	1時間	70	180	220	-	297	194	199	373	193	102								
比較例4	PID	2秒	-	-	200	200	-	334	195	209	385	174	97								
実施例19	PID	2秒	30分	80	200	200	-	313	174	182	303	167	97								
実施例20	ステップ	2秒	30分	80	200	200	-	290	162	192	334	170	97								
実施例21	ステップ	2秒	30分	80	180	220	-	300	177	186	324	165	97								
実施例22	ステップ	9.5分	1時間	80	180	220	>190ppm ⇒480kg/h	291	179	184	290	173	103								

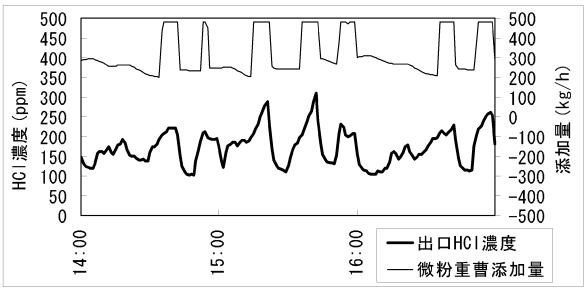
【図９】



【図１０】



【図１１】



【図１２】

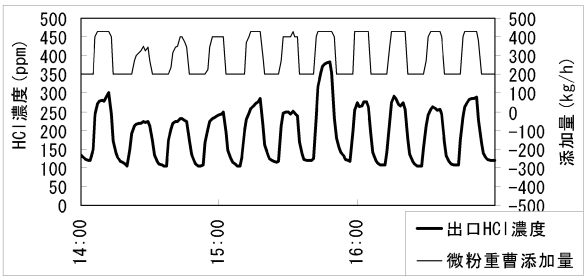
比較例2、実施例2、20の設定

		設定	HCl傾き>0 設定	HCl傾き<0 設定	比較例2		実施例2、20	
SV 制御目標値【制御出力開始濃度(出力下限以上)】	ppm	200	200	200				
SM1 出力制限1 対応濃度	ppm	230	230	230				
SM2 出力上限 対応濃度	ppm	250	250	250				
SVA1 [HCl上昇時の補正 SV=SV-SVA1]	ppm	0	-	-				
SVB1 [HCl下降時の補正 SV=SV+SVB1]	ppm	0	-	-				
LO 【制御出力下限】	Kg/h	200	200	200				
LM1 【出力制限1】 [SV~SM1]	Kg/h	380	380	380				
LM2 【出力制限2】 [SM1~SM2]	Kg/h	400	400	400				
LH 【制御出力上限】 [>SM2]	Kg/h	430	430	430				
		BF出口HCl濃度(PV)[計測信号]	HCl傾き>0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル	HCl傾き<0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル	制御出力添加量 Ag (kg/h)	制御出力1添加量 Ag1 (kg/h)	制御出力添加量 Ag (kg/h)	制御出力1添加量 Ag1 (kg/h)
>SM2					430	230		LH-LO
SM2 出力上限 対応濃度		250	250	250	430	230		LH-LO
SM1~SM2					400	200		LM2-LO
SM1 出力制限1 対応濃度		230	230	230	380	180		LM1-LO
SV~SM1		229	229	229	371	171		【式1】
LOとLM1間で酸性ガス濃度に応じ段階的に出力		227	227	227	362	162		【式1】
		226	226	226	353	153		【式1】
		224	224	224	344	144		【式1】
		223	223	223	335	135		【式1】
		221	221	221	326	126		【式1】
		220	220	220	317	117		【式1】
		218	218	218	308	108		【式1】
		217	217	217	299	99	Ag1+LO	【式1】
		215	215	215	290	90		【式1】
		214	214	214	281	81		【式1】
		212	212	212	272	72		【式1】
		211	211	211	263	63		【式1】
		209	209	209	254	54		【式1】
		208	208	208	245	45		【式1】
		206	206	206	236	36		【式1】
		205	205	205	227	27		【式1】
		203	203	203	218	18		【式1】
		202	202	202	209	9		【式1】
SV 制御目標値【制御出力開始濃度(出力下限以上)】		200	200	200	200	0		0

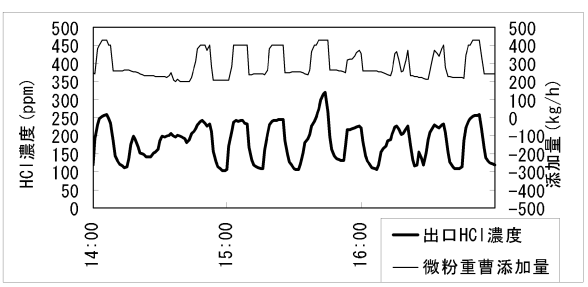
注)F=基礎添加量(kg/h)=規定時間移動平均添加量(kg/h)×係数(%)÷100
注)出口HCl濃度がSV以下の場合は、Ag1の出力は0とした。

【式1】 Ag1 = (LM1-LO)÷20×(PV-SV)÷(SM1-SV)×20

【図１３】



【図１４】



【図１５】

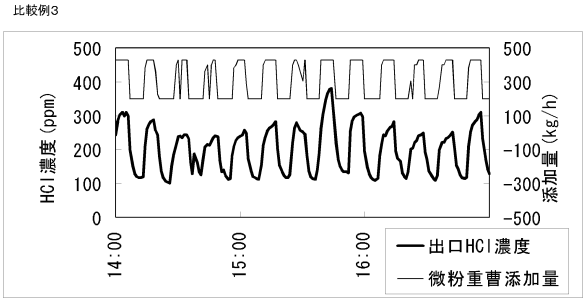
比較例3、実施例3、9、10、11、17、18、21、22の設定

		設定	HCl傾き>0 設定	HCl傾き<0 設定	比較例3		実施例3、9、10、11、17、18、21、22	
SV 制御目標値【制御出力開始濃度(出力下限以上)】	ppm	200	180	220				
SM1 出力制限1 対応濃度	ppm	230	210	250				
SM2 出力上限 対応濃度	ppm	250	230	270				
SVA1 [HCl上昇時の補正 SV=SV-SVA1]	ppm	20	-	-				
SVB1 [HCl下降時の補正 SV=SV+SVB1]	ppm	20	-	-				
LO 【制御出力下限】	Kg/h	200	200	200				
LM1 【出力制限1】 [SV~SM1]	Kg/h	380	380	380				
LM2 【出力制限2】 [SM1~SM2]	Kg/h	400	400	400				
LH 【制御出力上限】 [>SM2]	Kg/h	430	430	430				
		BF出口HCl濃度(PV)[計測信号]	HCl傾き>0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル	HCl傾き<0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル	制御出力添加量 Ag (kg/h)	制御出力1添加量 Ag1 (kg/h)	制御出力添加量 Ag (kg/h)	制御出力1添加量 Ag1 (kg/h)
>SM2					430	230		LH-LO
SM2 出力上限 対応濃度		250	230	270	430	230		LH-LO
SM1~SM2					400	200		LM2-LO
SM1 出力制限1 対応濃度		230	210	250	380	180		LM1-LO
SV~SM1		229	209	249	371	171		【式1】
LOとLM1間で酸性ガス濃度に応じ段階的に出力		227	207	247	362	162		【式1】
		226	206	246	353	153		【式1】
		224	204	244	344	144		【式1】
		223	203	243	335	135		【式1】
		221	201	241	326	126		【式1】
		220	200	240	317	117		【式1】
		218	198	238	308	108		【式1】
		217	197	237	299	99	Ag1+LO	【式1】
		215	195	235	290	90		【式1】
		214	194	234	281	81		【式1】
		212	192	232	272	72		【式1】
		211	191	231	263	63		【式1】
		209	189	229	254	54		【式1】
		208	188	228	245	45		【式1】
		206	186	226	236	36		【式1】
		205	185	225	227	27		【式1】
		203	183	223	218	18		【式1】
		202	182	222	209	9		【式1】
SV 制御目標値【制御出力開始濃度(出力下限以上)】		200	180	220	200	0		0

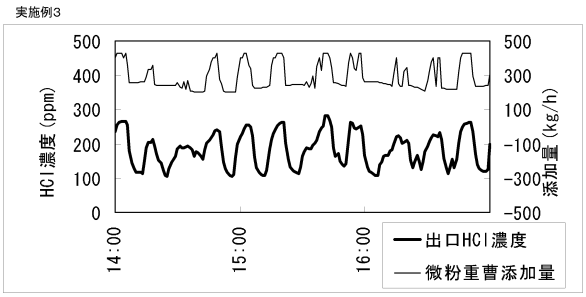
注)実施例22は、出口HCl濃度の1時間平均値が190ppm以上は480kg/h添加した。

【式1】 Ag1 = (LM1-LO)÷20×(PV-SV)÷(SM1-SV)×20

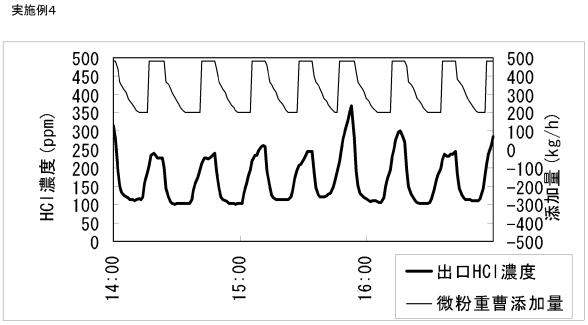
【図１６】



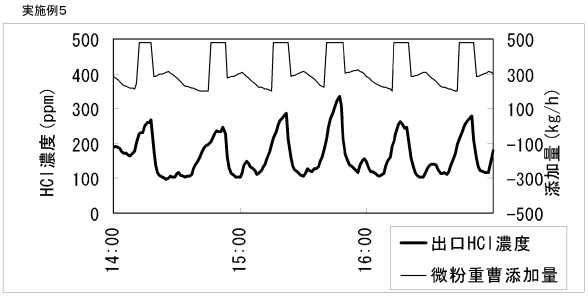
【図１７】



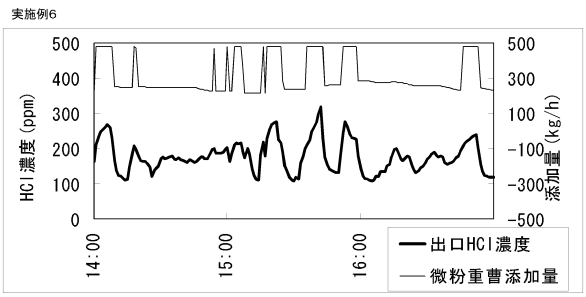
【図１８】



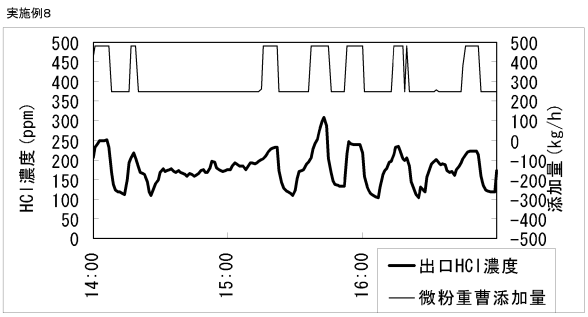
【図１９】



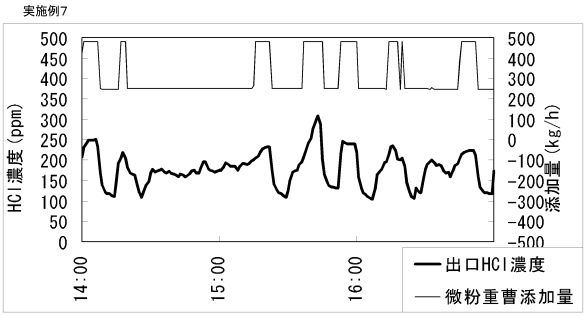
【図２０】



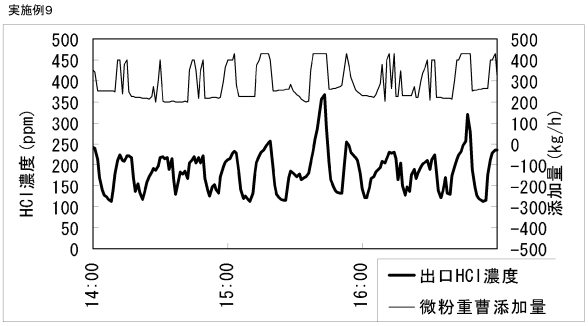
【図２２】



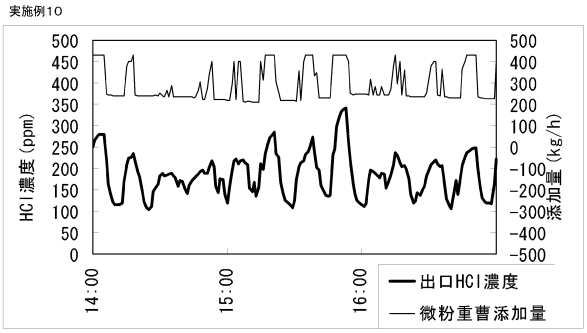
【図２１】



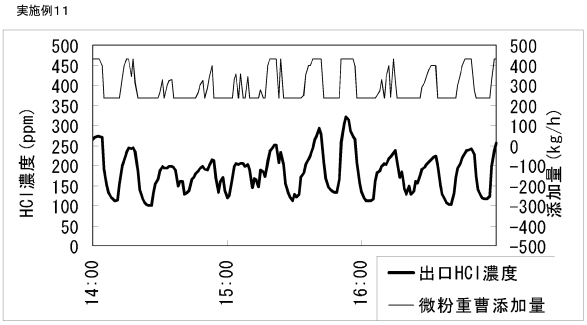
【図２３】



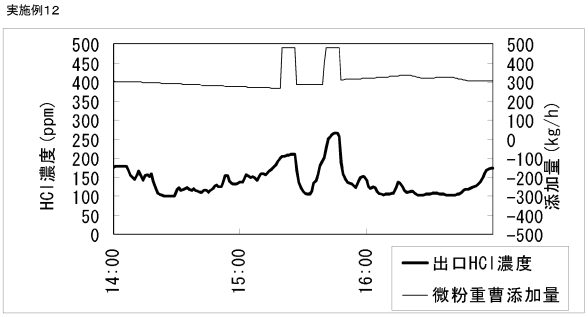
【図２４】



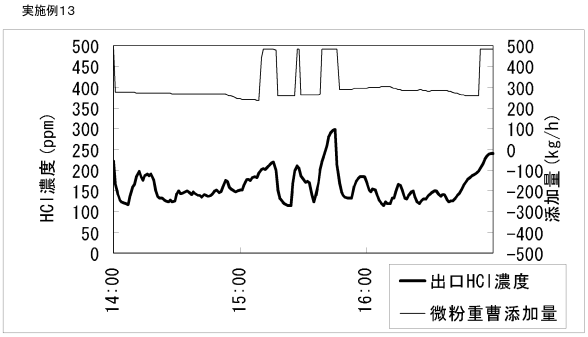
【図２５】



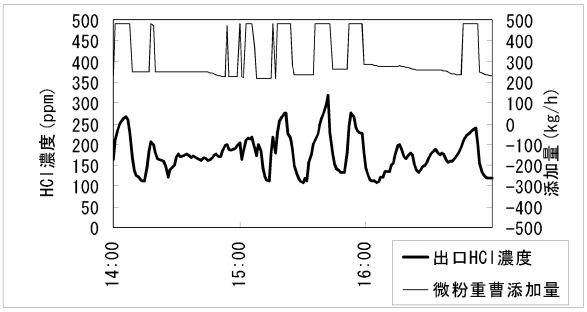
【図２６】



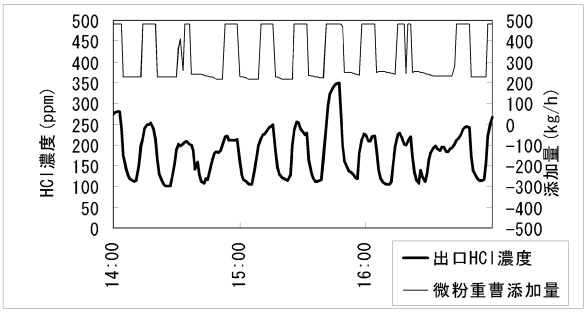
【図２７】



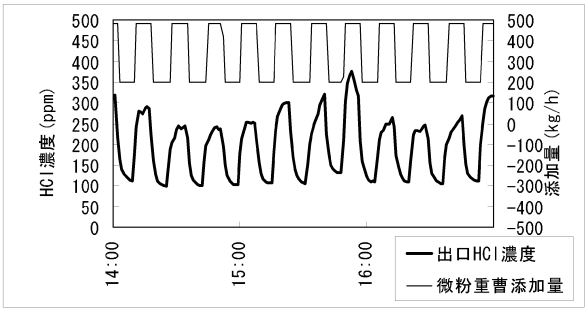
【図２８】



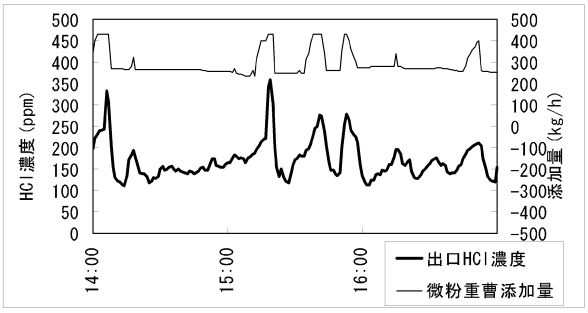
【図２９】



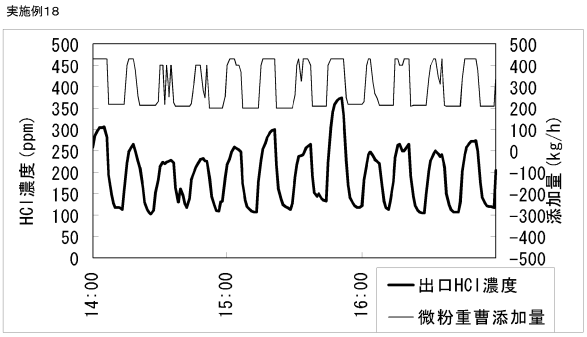
【図３０】



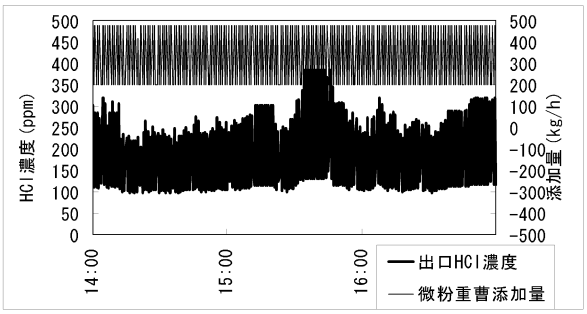
【図３１】



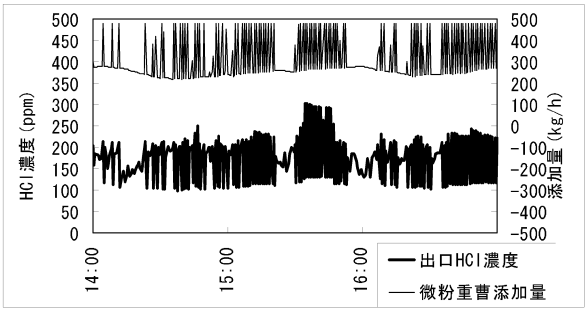
【図３２】



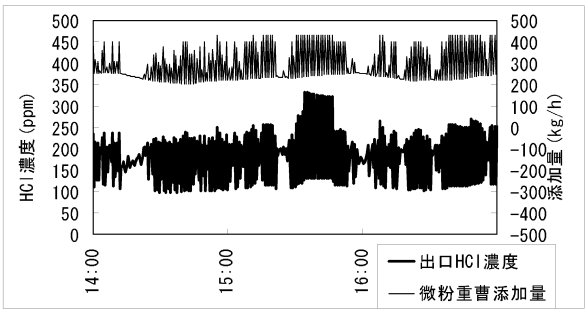
【図３３】



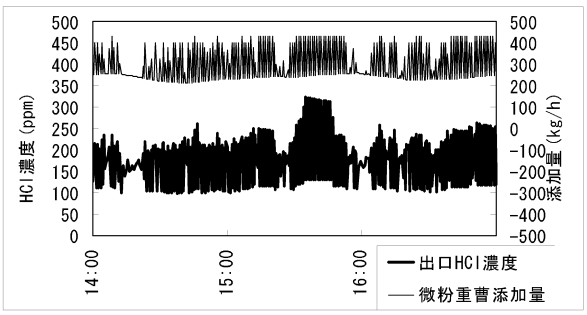
【図３４】



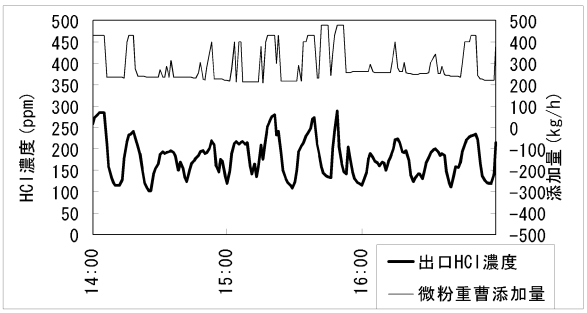
【図３５】



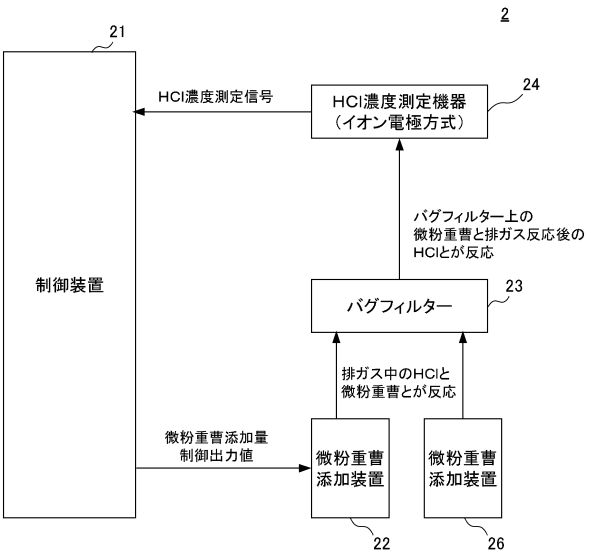
【図３６】



【図３７】



【図３８】



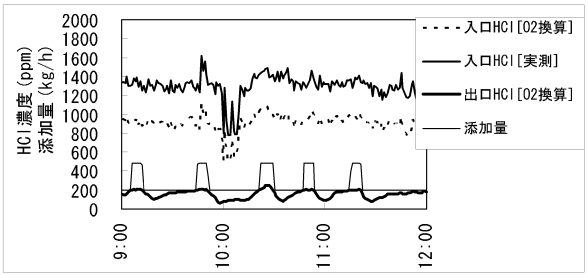
【図３９】

実機検討結果

	添加装置1	添加装置2									BF入口[レーザー]			BF出口[ガス検知法]							添加当量 対入口HCl濃度 [実測値]	
	7441消	定量添加	制御形式	フィードバック制御					当量		HCl		SOx	HCl濃度 [O2換算値]					添加量		
		(kg/h)		基礎添加量 移動平均値	基礎添加量係数 (%)	HCl傾きがXの時の制御目標値 (ppm)	HCl傾きが0の時の制御目標値 (ppm)	出口HCl濃度 (時間平均値)による添加		平均[O2換算値] ppm	平均[実測値] ppm	平均[O2換算値] ppm	平均 ppm	1h平均最大 ppm	瞬時最大 ppm	1h平均最小 ppm	瞬時最小 ppm	平均[O2換算値] ppm	kg/h	粉末重曹	消石灰
比較例5	炭粉重曹	180	PID	-	-	200	200	-	-	904	1.295	0	154	165	246	138	61	0	253	0.95	-
比較例6	炭粉重曹	180	ステップ	-	-	180	220	-	-	975	1.434	0	194	211	283	177	115	0	265	0.90	-
実施例23	炭粉重曹	180	ステップ	30分	70%	180	220	入口3ppm 300 kg/h		1.102	1.565	0	186	198	279	164	128	0	265	0.82	-
実施例24	消石灰	170	ステップ	30分	70%	180	220	入口3ppm 300 kg/h		1.057	1.515	0	178	196	267	144	79	0	88	0.28	1.2

【図４０】

比較例5



【図４１】

比較例6、実施例23、24　添加装置2【フィードバック制御】の設定

		設定	比較例6				実施例23、24			
SV 制御目標値【制御出力制御重度(出力下限以上)】	ppm	200	HCl傾き>0 設定	220						
SW1 出力制限1 対応濃度	ppm	230		250						
SW2 出力上限 対応濃度	ppm	250		270						
SV1【HCl上昇時の傾き SV=SV+SV1】	ppm	20		-						
SV2【HCl下降時の傾き SV=SV+SV2】	ppm	20		-						
L0 【制御出力下限】	Kg/h	20		20						
LW1 【出力制限1】 【SV～SW1】	Kg/h	200		200						
LW2 【出力制限2】 【SW1～SW2】	Kg/h	220		220						
LH 【制御出力上限】 【＞SW2】	Kg/h	250		250						
		炉出口HCl濃度(PV) 【計測値等】	HCl傾き>0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル		HCl傾き<0 入力HCl値に対する制御出力のテーブル		制御出力 添加量 Ag (kg/h)	制御出力1 添加量 Ag1(kg/h)	制御出力 添加量 Ag (kg/h)	制御出力1 添加量 Ag1(kg/h)
SW2										LH-L0
SW2	出力上限 対応濃度	250	230	270	250	230				LH-L0
SW1～SW2					220	200				LW2-L0
SW1	出力制限1 対応濃度	230	210	250	200	180				LW1-L0
SV～SW1		229	209	249	191	171	Ag1+L0			(式1)
L0とLW1間で線形外挿濃度に応じ段階的に出力		227	207	247	182	162				(式1)
		226	206	246	173	153				(式1)
		224	204	244	164	144				(式1)
		223	203	243	155	135				(式1)
		221	201	241	146	126				(式1)
		220	200	240	137	117				(式1)
		218	198	238	128	108				(式1)
		217	197	237	119	99				(式1)
		215	195	235	110	90				(式1)
		214	194	234	101	81				(式1)
		212	192	232	92	72				(式1)
		211	191	231	83	63				(式1)
		209	189	229	74	54				(式1)
		208	188	228	65	45				(式1)
		206	186	226	56	36				(式1)
		205	185	225	47	27				(式1)
		203	183	223	38	18				(式1)
		202	182	222	28	9				(式1)
		200	180	220	20	0				0

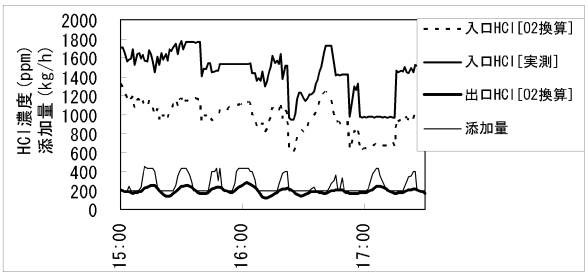
SV 制御目標値【制御出力制御重度(出力下限以上)】

注：実施例23、24は、本設定に加え出口HCl濃度の1時間平均値が213 ppmを上回る300kg/hの添加

【式1】 Ag1 = (LW1-L0)÷20×(PV-SV)÷(SW1-SV)×20

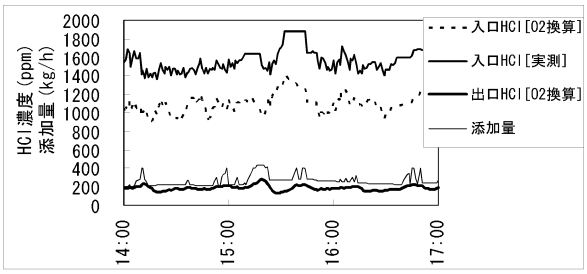
【図４２】

比較例6

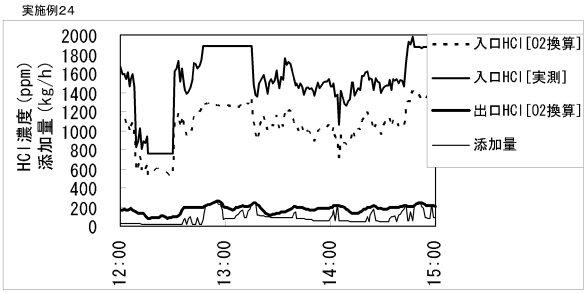


【図４３】

実施例23



【図４４】


実施例24
HCl濃度(ppm)
添加量(kg/h)
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
12:00
13:00
14:00
15:00
入口HCl[O2換算]
入口HCl[実測]
出口HCl[O2換算]
添加量

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００６－０７５７５８（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２３７０１９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１３３２７（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２１０９３４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｄ　５３／１４－５３／１８
Ｂ０１Ｄ　５３／３４－５３／９６
Ｇ０５Ｄ　２１／００