(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5834469号
(P5834469)
(45)発行日　平成27年12月24日(2015.12.24)　(24)登録日　平成27年11月13日(2015.11.13)

| (51)Int.Cl. | | F I | | |
|---|---|---|---|---|
| B01D 53/68 | (2006.01) | B01D | 53/68 | 100 |
| B01D 53/50 | (2006.01) | B01D | 53/50 | 100 |
| G05D 21/00 | (2006.01) | G05D | 21/00 | ZABA |

請求項の数 7　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願2011-100194 (P2011-100194)
(22)出願日　平成23年4月27日 (2011.4.27)
(65)公開番号　特開2012-228680 (P2012-228680A)
(43)公開日　平成24年11月22日 (2012.11.22)
審査請求日　平成26年2月27日 (2014.2.27)

早期審査対象出願

前置審査

(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　松本　瞳

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、
粉塵を集塵した後の酸性ガス濃度を測定するように設けられ、試料排ガスのサンプリング時間及び前記酸性ガス濃度測定機器の応答時間に起因する計測遅延時間が第１の遅延時間である第１の酸性ガス濃度測定機器、及び前記粉塵を集塵した後の前記酸性ガス濃度を測定するように設けられ、前記計測遅延時間が前記第１の遅延時間よりも長い第２の遅延時間である第２の酸性ガス濃度測定機器により同一種の酸性ガス濃度を測定する工程と、
前記第１の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第１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、
前記第２の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第２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、
前記第１添加量出力値と前記第２添加量出力値とを加算した値をアルカリ剤の添加量としてフィードバック制御する工程とを有し、
少なくとも、前記第２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、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される測定信号から算出される添加出力について出力制限を行い、前記添加出力より小さい値を前記第２添加量出力値とする工程を有する酸性ガスの処理方法。

【請求項２】
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、
試料排ガスのサンプリング時間及び前記酸性ガス濃度測定機器の応答時間に起因する計測遅延時間が第１の遅延時間である第１の酸性ガス濃度測定機器、及び前記粉塵を集塵した後の前記酸性ガス濃度を測定するように設けられ、前記計測遅延時間が前記第１の遅延時間よりも長い第２の遅延時間である第２の酸性ガス濃度測定機器により同一種の酸性ガス濃度を測定する工程と、
前記第１の酸性ガス濃度測定機器及び前記第２の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、を有し、
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、
前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の制御目標値を設定する工程と、
少なくとも前記測定信号及び前記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、を有し、
前記制御目標値を設定する工程は、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が正である場合と、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が負である場合の各々についてそれぞれ異なる制御目標値を設定する工程であり、
前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が正である場合に設定する制御目標値は、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が負である場合に設定する制御目標値より小さく、
前記アルカリ剤の添加量出力値を算出する工程は、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される前記測定信号及び前記制御目標値に基づいて算出したアルカリ剤の添加量出力値に、前記第１の酸性ガス濃度測定機器から送信される前記測定信号を元にフィードバック制御する際に所定の制御目標値に基づいて制御したアルカリ剤の添加量出力値を加算する工程である、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、
前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の制御目標値を設定する工程と、
少なくとも前記測定信号及び前記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、を有し、
前記制御目標値を設定する工程は、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が正である場合と、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が負である場合の各々についてそれぞれ異なる制御目標値を設定する工程であり、
前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が正である場合に設定する制御目標値は、前記第２の酸性ガス濃度測定機器から送信される酸性ガス濃度の時間変化率が負である場合に設定する制御目標値より小さい、請求項１に記載の酸性ガスの処理方法。
【請求項４】
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、
粉塵を集塵した後の酸性ガス濃度を測定するように設けられ、試料排ガスのサンプリング時間及び前記酸性ガス濃度測定機器の応答時間に起因する計測遅延時間が第１の遅延時間である第１の酸性ガス濃度測定機器、及び前記粉塵を集塵した後の前記酸性ガス濃度を測定するように設けられ、前記計測遅延時間が前記第１の遅延時間よりも長い第２の遅延

時間である第２の酸性ガス濃度測定機器により同一種の酸性ガス濃度を測定する工程と、
前記第１の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第１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、
前記第２の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第２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、
前記第１添加量出力値と前記第２添加量出力値とを加算した値をアルカリ剤の添加量としてフィードバック制御する工程とを有し、
前記第１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、
前記第１の酸性ガス濃度測定機器による第１の測定信号に応じた複数段階の出力制限を行うことを含み、
前記第１の測定信号が所定の制限値以下である場合は、前記第１の測定信号に応じた第１段階の出力制限を行い、前記第１の測定信号に応じた第１段階の出力制限に応じて出力される値を前記第１添加量出力値として出力し、
前記第１の測定信号が所定の制限値以上である場合は、前記第１の測定信号に応じた第２段階の出力制限を行い、前記第２段階の出力制限に応じて出力される値を前記第１添加量出力値として出力する工程を含み、
前記第２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、
前記第２の酸性ガス濃度測定機器による第２の測定信号に応じた複数段階の出力制限を行うことを含み、
前記第２の測定信号が所定の制限値以下である場合は、前記第２の測定信号に応じた第１段階の出力制限を行い、前記第２の測定信号に応じた第１段階の出力制限に応じて出力される値を前記第２添加量出力値として出力し、
前記添加出力が所定の制限値以上である場合は、前記第２の測定信号に応じた第２段階の出力制限を行い、前記第２の測定信号に応じた第２段階の出力制限に応じて出力される値を前記第２添加量出力値として出力する工程を含む、酸性ガスの処理方法。

【請求項５】

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】

前記微粉重曹とは異なる他のアルカリ剤を併用する請求項５に記載の酸性ガスの処理方法。

【請求項７】

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６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、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、集塵前の煙道の測定環境は、集塵後の測定環境に比べ、酸性ガス濃度が高く、高温であり、測定機器材の腐食対策を講じる必要がある。また、除塵前の排ガスには大量の煤塵が存在することから、除塵対策並びに例えば除塵フィルターの交換等メンテナンスに労力が必要となる。また、これらの測定機器の不具合により生じる測定不良は、酸性ガス濃度の測定信号がアルカリ剤の添加量に直接影響を与えるため、出口の酸性ガス濃度を安定して管理するうえで大きな問題となる。
【００１０】
上記現状を勘案し、本発明は、酸性ガスを安定的に測定できる測定環境、すなわち集塵工程後の酸性ガス濃度測定信号に基づいてアルカリ剤の添加量を制御するフィードバック形式において、現状のフィードバック制御が抱える計測遅れによる酸性ガスの処理不良並びにアルカリ剤の過剰添加を削減する酸性ガスの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ように設置された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、計測遅延時間がそれぞれ異なる複数の酸性ガス濃度測定機器（例えば、後述するＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５など）により同一種の酸性ガス濃度を測定する工程と、前記複数の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】
従来のバグフィルター出口の酸性ガス濃度は、例えば計測遅延時間が５～１０分であるイオン電極法による単一の測定機器で測定され、そ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で制御している。本手法は、測定機器の計測遅延によりアルカリ剤の過剰添加を引き起こす。
【００１３】
これに対し、（１）の発明によれば、計測遅延時間が長い測定機器と計測遅延時間が短い測定機器、すなわち酸性ガス濃度の計測遅延時間の異なる複数の測定機器の測定信号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。これにより、計測遅延時間の長い測定機器単一ではなく、計測遅延時間の短い測定機器を組み合わせることができるので、フィードバック制御における酸性ガス濃度の測定機器の計測遅延によるアルカリ剤の過剰添加を軽減することができる。
【００１４】
また、（１）の発明によれば、計測遅延時間がそれぞれ異なる複数の酸性ガス濃度測定機器を備えているので、計測遅延時間は長いが測定信頼度の高い測定機器によりバグフィルター出口の酸性ガス濃度を適切に測定できることに加えて、計測遅延時間は短いが測定信頼度の低い測定機器単独でフィードバック制御するよりも測定信頼度を向上させることができる。よって、アルカリ剤の添加を適切に行うことができ酸性ガスの処理効率をより向上させることができる。
【００１５】
さらに、計測遅延時間の長い測定機器に、計測遅延時間の短い測定機器を組み合わせることにより、酸性ガス増加時にアルカリ剤を添加するタイミングを従来制御に比べはやくでき、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することができる。
【００１６】

（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は、前記複数の測定信号に基づいてそれぞれ演算される複数の添加量出力値の上限値（例えば、後述する複数の添加量出力値の１００％の値）を算出する工程と、前記算出した複数の上限値のうち少なくとも１つの上限値について当該上限値より小さい値（例えば、後述する５０％の出力制限をかけた値）の添加量出力値を算出する工程と、を有する（１）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００１７】

（２）の発明によれば、算出した複数の添加量出力値の上限値のうち少なくとも１つの上限値について当該上限値より小さい値の添加量出力値を算出する。

【００１８】

これにより、計測遅延時間の長い並びに計測遅延時間の短い測定機器の測定信号に基づいて算出される添加量出力値の両方を上限値（１００％）で稼動させることに比べ、例えば計測遅延時間の長い測定機器の測定信号に基づいて算出される添加量出力値のみに制限（例えば５０％の出力制限）をかけることにより、酸性ガスの処理の安定化を図りつつアルカリ剤の過剰添加をより防止することができる。

【００１９】

さらにまた、計測遅延時間の長い測定機器、並びに計測遅延時間の短い測定機器の測定信号に基づいて算出される添加量出力値の両方に制限（例えば５０％の出力制限）をかけることによっても、酸性ガスの処理の安定化を図りつつアルカリ剤の過剰添加をより防止することができる。

【００２０】

（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）または（２）に記載の酸性ガスの処理方法。

【００２１】

（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が正の時（酸性ガス濃度上昇時）には、傾きが負の時（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を、酸性ガス濃度下降時よりも多くできる。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。よって、フィードバック演算によるアルカリ剤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。

【００２２】

（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２１、図２３、図３１のＬＯ［制御出力下限］）と上限値（例えば、後述する図２１、図２３、図３１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２１、図２３、図３１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２１、図２３、図３１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。

【００２３】

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。
【００２４】
（５） 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（４）のいずれかに記載の酸性ガスの処理方法。
【００２５】
本発明に用いるアルカリ剤は、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であることが好ましい。微粉重曹の反応が速いことから制御応答性が良く、本発明の性能を効果的に発揮することができる。ただし、本発明は制御手法によるものであり、消石灰でも適用が可能である。消石灰は、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である方が、本発明の性能を発揮できる。
【００２６】
（６） 前記微粉重曹とは異なる他のアルカリ剤を併用する（５）に記載の酸性ガスの処理方法。
【００２７】
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、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。あらかじ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または水溶液でも実施が可能である。
【００２８】
（７） 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（６）に記載の酸性ガスの処理方法。
【００２９】
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。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】
【００３０】
本発明により、酸性ガスを安定的に測定できる測定環境、すなわち集塵工程後の酸性ガス濃度測定信号に基づいてアルカリ剤の添加量を制御するフィードバック形式において、現状のフィードバック制御が抱える測定機器の計測遅延による酸性ガスの処理不良の改善並びにアルカリ剤の過剰添加を削減し、効率的なアルカリ剤の添加で安定した酸性ガスの処理が可能となる。
【図面の簡単な説明】
【００３１】
【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】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１２】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１３】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１４】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１５】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１６】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１７】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１８】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１９】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２０】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２１】実施例１０におけるステップ制御方式の制御設定の表である。
【図２２】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２３】実施例１１及び１２におけるステップ制御方式の制御設定の表である。
【図２４】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２５】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２６】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２７】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２８】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２９】実施例１３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３０】実施例１４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３１】実施例１５及び１６におけるステップ制御方式の制御設定の表である。
【図３２】実施例１５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３３】実施例１６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】
【００３２】
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。
【００３３】
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。
【００３４】
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（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５から構成されている。制御装置１１は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５から送信されるＨＣｌ濃度測定信号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制御方式またはステップ方式）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。
【００３５】
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（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５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。
【００３６】
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。
【００３７】
なお、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４は、例えばイオン電極式のＨＣｌ濃度測定装置であり、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５は、例えばレーザー方式のＨＣｌ濃度測定装置である。また、ＨＣｌ濃度の計測遅延時間は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の方がＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５よりも長い。
【００３８】
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（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５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。
【００３９】
さらに、制御装置１１が行う制御について詳細に説明する。
【００４０】
制御装置１１は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５のそれぞれから送信されるＨＣｌ濃度測定信号に基づいて微粉重曹添加量の各々の添加量出力値の上限値を算出する。この場合に、算出した各々の上限値の両方または一方について出力制限（例えば、５０％の出力制限）を行ってもよい。
【００４１】
これにより、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の

それぞれから送信されるＨＣｌ濃度測定信号に基づいて算出される複数の添加量出力値の両方を上限値（１００％）で稼動させることに比べ、例えば計測遅延時間の長いＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の測定信号に基づいて算出される添加量出力値のみに制限（例えば５０％の出力制限）をかけることにより、酸性ガスの処理の安定化を図りつつアルカリ剤の過剰添加をより防止することができる。

【００４２】

さらにまた、計測遅延時間の長いＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４、並びに計測遅延時間の短いＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の測定信号に基づいて算出される添加量出力値の両方に制限（例えば５０％の出力制限）をかけることによっても、酸性ガスの処理の安定化を図りつつアルカリ剤の過剰添加をより防止することができる。

【００４３】

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。

【００４４】

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。

【００４５】

また、ＨＣｌ濃度の傾きに応じて制御目標値を変更する設定は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の両方に対して行ってもよいし、いずれか一方に対してのみ行ってもよい。

【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】

ここで、ＨＣｌ濃度に対応して新たな制御出力上限値が設定されるが、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２１、図２３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】

新たな制御出力上限値の設定例としては、後述する図２１、図２３に記載のＢＦ出口ＨＣｌ濃度に対応する制御出力添加量のように、ＨＣｌ濃度が高いほど新たな制御出力上限値も高く設定することが好ましい。

【００５０】

本実施形態で用いる酸性ガス濃度測定装置は計測方式によらず測定機器の遅延時間が異なれば実施が可能である。ＨＣｌ濃度は、計測遅延時間が５～１０分と長いイオン電極法が主流である。なお、イオン電極部における応答は３分程度であるが、ガスサンプリング

による遅延を含めると５～７分である。さらに産業廃棄物焼却炉のようにサンプリングガスに臭素が混入する可能性がある場合、塩化水素の測定値に多大な影響を与えるため、臭素除去する臭素スクラバーを設置する。本臭素スクラバー通過時間は３分程度で計測遅延時間は８～１０分程度となる。

【００５１】

また、レーザーによる単一吸収線吸収分光法による塩化水素の計測遅延時間は数秒（１～２秒）と非常に短い。本発明は、計測遅延時間が異なる二つの測定機器を用いフィードバック制御を実施することにより実施が可能であるが、現状の測定機器ではこれらの測定装置を組み合わせることが最適である。また、硫黄酸化物は、赤外線吸収法が主流であり、３分～５分程度の遅延時間である。硫黄酸化物おいても塩化水素と同様に計測遅延時間の異なる測定機器を組み合わせることにより実施が可能である。

【００５２】

なお、本発明は、酸性ガスの計測遅れの改善を主な目的としていることから計測遅れが大きいイオン電極法による塩化水素測定装置を用いてバグフィルター後段の酸性ガスを測定し、フィードバック制御をおこなっている施設において特に効果を発揮する。

【００５３】

また、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ＨＣｌ濃度測定装置のＨＣｌ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。

【００５４】

さらに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、多量の添加（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。

【００５５】

本実施形態で用いる微粉重曹は、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であることが好ましい。微粉重曹の反応が速いことから制御応答性が良く、本実施形態の性能を効果的に発揮することができるからである。ただし、本実施形態は制御手法によるものであり、消石灰でも適用が可能である。消石灰は、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である方が、本実施形態の性能を発揮できる。

【００５６】

本実施形態では、アルカリ剤として微粉重曹を用いたが、本実施形態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、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。あらかじ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または水溶液でも実施が可能である。

【００５７】

本実施形態による制御を実施する微粉重曹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。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、酸化マグネシウムが例示できる。

【実施例】

【００５８】

シミュレーション反応系について説明する。

【００５９】

［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。

【００６０】

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（低速）、及び例えばレーザー方式などのＨＣｌ濃度測定機器（高速）のＨＣｌ濃度（処理後）信号を元に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。

【００６１】

Ａｇ＝（Ａｇ１×Ｋ１÷１００＋Ａｇ２×Ｋ２÷１００）＋ＬＯ　　（１）

Ａｇ：微粉重曹添加量［ｋｇ／ｈ］

Ａｇ１：ＨＣｌ濃度測定機器（低速）の出力から規定される添加量［ｋｇ／ｈ］

Ａｇ２：ＨＣｌ濃度測定機器（高速）の出力から規定される添加量［ｋｇ／ｈ］

ＬＯ：添加量下限［ｋｇ／ｈ］

Ｋ１：ＨＣｌ測定機器１（低速）用の調整係数［％］

Ｋ２：ＨＣｌ測定機器２（高速）用の調整係数［％］

【００６２】

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。

【００６３】

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］

【００６４】

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］

【００６５】

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））。

【００６６】

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］

【００６７】

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）［５５，０００$Nm^3$／ｈで設定］

【００６８】

$As=Z_n \div Ts \times 3600$　　（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］

【００６９】

$Z_n=Z_{n'} \times (1-2.3 \div T4 \times Ts)$　　（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］

【００７０】

$Z_{n'}=(Ag \div 3600 \times Ts - Rg)+(Z_{n-1}-Rs)$　　（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）

【００７１】

$Rg=(Hi \div 0.614 \div 1000 \div M1 \times M2 \times F \div 1000) \div 3600 \times Ts \times \alpha g \div 100$　　（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）［５５，０００$Nm^3$／ｈで設定］

αｇ：排ガス反応におけるＨＣｌ除去率（％）

【００７２】
Ｒｓ＝（Ｈｇ÷０．６１４÷１０００÷Ｍ１×Ｍ２×Ｆ÷１０００）÷３６００×Ｔｓ×αｓ÷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）［５５，０００$Nm^3$／ｈで設定］
αｓ：バグフィルター上反応のＨＣｌ除去率（％）
【００７３】
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（低速）１４及びＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５で測定される。ところで、イオン電極式のＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４では、施設による遅延時間（Ｔａ）、排ガスサンプリングによる計測遅延時間（ＴＢα）、及びイオン電極式の測定による計測遅延時間（Ｔｂβ，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。
【００７４】
そこで本シミュレーションのＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の遅延時間（Ｔ１）は、施設による遅延時間（Ｔａ）とＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の計測遅延時間（Ｔｂ）の合計とした（下記式（１１））。なお、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の計測遅延時間（Ｔｂ）は、ＨＣｌ処理後の排ガスを煙道からのサンプリングする計測遅延時間（Ｔｂα）とイオン電極式ＨＣｌ濃度測定機器（Ｔｂβ）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（計測遅れ）は、ＨＣｌガスの吸収液への拡散が影響するためＴｂβ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Ｔａ＝３０秒，Ｔｂα＝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），Ｔｂβ＝１８０秒の計６００秒（１０分：Ｔａ＝０．５分，Ｔｂ＝９．５分）とした。
【００７５】
また、本シミュレーションのＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の遅延時間（Ｔ２）は、施設による遅延時間（Ｔａ）とＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の計測遅延時間（Ｔｃ）の合計とした（下記式（１５））。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（高速）１５の計測遅延時間（Ｔｃ）を変え、挙動を確認した。
【００７６】
また、本フィードバックにより求められる微粉重曹添加量は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４から求められる添加出力（Ａｇ１）とＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５から求められる添加出力（Ａｇ２）に基づいて求められる（上記式（１））。
【００７７】
［ＨＣｌ濃度測定機器（低速応答、イオン電極式を模擬）］
Ｔ１＝Ｔａ＋Ｔｂ　　（１１）
Ｔ１：ＨＣｌ濃度測定機器（低速）のシミュレーション反応系の遅延時間（ｓｅｃ）
Ｔａ：施設の遅延時間（ｓｅｃ）［３０ｓｅｃ設定］
Ｔｂ：ＨＣｌ濃度測定機器（低速）の計測遅延時間（ｓｅｃ）
Ｔｂ＝Ｔｂα＋Ｔｂβ　　（１２）
Ｔｂα：ＨＣｌ濃度測定機器（低速）の排ガスサンプリング時間（ｓｅｃ）
［３９０ｓｅｃ設定］
Ｔｂβ：ＨＣｌ濃度測定機器（低速）の９０％応答時間（ｓｅｃ）
［１８０ｓｅｃ設定］
Ｔｂβ＝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）
【００７８】
［ＨＣｌ濃度測定機器（高速応答）］
Ｔ２＝Ｔａ＋Ｔｃ　　（１５）
Ｔ２：ＨＣｌ濃度測定機器（高速）のシミュレーション反応系の遅延時間（ｓｅｃ）
Ｔａ：施設の遅延時間（ｓｅｃ）［３０ｓｅｃ設定］
Ｔｃ：ＨＣｌ濃度測定機器（高速）の計測遅延時間（ｓｅｃ）
計測遅延時間の短い測定機器は、上記Ｔｃのみを設定変更した。
【００７９】
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。
【００８０】
本シミュレーション反応系において各種制御手法を検討した結果を以下に示す。
なお、以下の実施例１～１２において用いた微粉重曹の平均粒子径は５～３０μｍである。また、実施例１～１２において用いたＨＣｌ濃度測定機器１４は、イオン電極法による。
【００８１】
［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濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間計９．５分）のみで計測したＨＣｌ濃度を元に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。
【００８２】
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。
【００８３】
比較例１によれば、酸性ガスの排出管理値として良く用いられる１時間平均値のＨＣｌの最大値は、２３４ｐｐｍ、瞬時最大は４１６ｐｐｍであった。
【００８４】
［比較例２］
前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）のみで計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御した以外は比較例１と同様に制御した。
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。
【００８５】
比較例２のように、計測遅延の少ない高速応答のＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５のみ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ハンチングは起こり、１時間平均値のＨＣｌ最大値は２２７ｐｐｍ，瞬時最大では４２５ｐｐｍであった。

【００８６】

［実施例１～５］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間計９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元に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」において出口の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添加出力と、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５で計測したＨＣｌ濃度を元に同一設定で出口の制御目標値（ＳＶ）を２００ｐｐｍとし、フィードバック制御した添加出力と、を加算してフィードバック制御した。

【００８７】

なお、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の測定機器計測遅延時間は、実施例１が２秒、実施例２が１分、実施例３が３分、実施例４が５分、実施例５が７分であった。

【００８８】

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１２～１６に示す。

【００８９】

実施例１～５によれば、計測遅延時間の異なる少なくとも二つの酸性ガス測定機器の測定信号を元に試算される添加出力を演算し、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。

【００９０】

実施例１は、測定機器計測遅延時間（９．５分）と測定機器計測遅延時間が２秒（瞬時）のＨＣｌ計を組み合わせフィードバック制御した結果であるが、比較例１及び比較例２と異なり、出口のＨＣｌ濃度の目標値に応じた適切なアルカリ剤の添加が可能であった。また、本条件における出口ＨＣｌ濃度の１時間平均値は１９３ｐｐｍ，瞬時最大は２７２ｐｐｍと適切な薬注制御の結果、出口ＨＣｌ濃度の変動が少ない管理の容易な制御手法であることが分かった。

【００９１】

また、測定機器計測遅延時間は、７分（実施例５）でも比較例１及び比較例２に比べ改善されており、計測遅延時間が異なれば良い。ただし、薬注管理としては、短ければ短いほど酸性ガスの安定処理には効果的で、好ましくは、７分以下、より好ましくは３分以下であることが望ましい。

【００９２】

［実施例６］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御した添加出力に５０％の出力制限をし、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御した添加出力は制限をかけず（１００％）加算し、フィードバック制御した。

【００９３】

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。

【００９４】

［実施例７］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御した添加出力に５０％の出

力制限をし、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御した添加出力に５０％の出力制限をして加算し、フィードバック制御した。

【００９５】

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に示す。

【００９６】

ここで、実施例６及び７のように、計測遅延時間の異なる少なくとも二つの酸性ガス測定機器の測定信号を元に試算される添加出力の上限に少なくとも１つ以上の制限をかけた際の酸性ガス処理結果について説明する。

【００９７】

実施例６はＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の測定信号から試算された添加出力に５０％の制限をかけた例である。また、実施例７はＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４並びにＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の両添加出力に５０％の制限をかけた例である。いずれの例においてもＨＣｌの処理レベルは実施例１とほぼ同等であると共に添加量が２７１～３００ｋｇ／ｈと実施例１（３１１ｋｇ／ｈ）に比べアルカリ剤の添加量を削減できることが分かった。

【００９８】

［実施例８］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に直近の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）として制御した添加出力に、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に制御目標値（ＳＶ）を２００ｐｐｍとして制御した添加出力を加算し、フィードバック制御した。

【００９９】

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１９に示す。

【０１００】

［実施例９］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に直近の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）として制御した添加出力に５０％に出力制限し、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に制御目標値（ＳＶ）を２００ｐｐｍとして制御した添加出力に５０％の出力制限をして加算し、フィードバック制御した。

【０１０１】

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２０に示す。

【０１０２】

ここで、実施例８及び９のように、計測遅延時間の異なる少なくとも二つの酸性ガス測定機器の測定信号を元に試算する際に直近のＨＣｌ濃度の傾きが正の場合、制御目標値を低下させ、直近のＨＣｌ濃度の傾きが負の場合、制御目標値を上げ、フィードバックによ

る添加出力を前倒しした際の酸性ガス処理結果について説明する。

【０１０３】

実施例８は、ＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４の測定信号を元に試算する際に前記制御目標値（ＳＶ）変更し、演算された添加出力と、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の測定信号を元に２００ｐｐｍの制御目標値のまま演算した添加出力を加算し、フィードバック制御した例である。また、実施例９は、実施例８におけるＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４とＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５の測定信号を元に演算された両添加出力に５０％の制限をかけ加算したフィードバック制御である。

【０１０４】

実施例８では、実施例１とほぼ同等の添加量で特に瞬時最大ＨＣｌが２７２ｐｐｍから２４８ｐｐｍと低下し、本制御手法によりピーク対応強化されていることが分かった。また、実施例９では、実施例１に比べ瞬時最大が２５５ｐｐｍとピーク対応が強化されると共に添加量が実施例８の３１５ｋｇ／ｈから２７９ｋｇ／ｈに削減されており、バランスの良い制御が実施できることが分かった。

【０１０５】

以下、実施例１０～１２について説明する。実施例１０～１２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。

【０１０６】

ここで、ステップ制御方式の概要を説明する。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。実施例１０（図２１）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。

【０１０７】

［実施例１０］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際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に設定し制御した添加出力とＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に同様にステップ方式の制御において制御目標値を２００ｐｐｍに設定し制御した添加出力をして加算し、フィードバック制御した（図８及び図２１参照）。

【０１０８】

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２２に示す。

【０１０９】

［実施例１１］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際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）として制御した添加出力に、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に同様にステップ方式の制御において制御目標値を２００ｐｐｍに設定し制御した添加出力を加算し、フィードバック制御した（図８及び図２３参照）。

【０１１０】

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２４に示す。

【０１１１】

［実施例１２］

前記シミュレーションにおいてＨＣｌ濃度測定機器（低速）１４（測定機器計測遅延時間９．５分）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際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）として制御した添加出力に５０％の出力制限をし、ＨＣｌ濃度測定機器（高速）１５（測定機器計測遅延時間２秒）で計測したＨＣｌ濃度を元にフィードバック制御する際に同様にステップ方式の制御において制御目標値を２００ｐｐｍに設定し制御した添加出力に５０％の出力制限をして加算し、フィードバック制御した（図８及び図２３参照）。

【０１１２】

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２５に示す。

【０１１３】

実施例１０～１２は、ステップ方式でフィードバック制御した実施例である。ステップ方式は、添加出力の上限値に出力制限を複数設け、添加ロスを防止する方策である。

【０１１４】

ステップ制御方式をベースとして制御した結果、比較例１及び比較例２（１時間平均２２７～２３４ｐｐｍ，瞬時最大４１６～４２５ｐｐｍ）に比べ、実施例１０～１２は、１時間平均値２０６～２１８ｐｐｍ、瞬時最大２５３～２７４ｐｐｍと安定した酸性ガス処理性能を示す。また、ＰＩＤをベースにして制御した実施例１、実施例８、及び実施例９（１時間平均１９３～２０５ｐｐｍ，瞬時最大２４８～２７２ｐｐｍ）に比べ、１時間平均（２０６～２１８ｐｐｍ，２５３～２７４ｐｐｍ）では、酸性ガスの管理性能は若干劣るものの添加量は、２７９～３１５ｋｇ／ｈに対し、２７２～２９７ｋｇ／ｈと削減されたことが分かった。

【０１１５】

本発明は、ＰＩＤ方式においてもステップ方式においてもいずれも実施は可能であるが、本結果から酸性ガスの安定処理を求める場合はＰＩＤ方式、添加量削減効果を求める場合はステップ方式が有効と考えられた。

【０１１６】

以下、実機検討結果である、比較例３、実施例１３～１６について説明するにあたり、比較例３、実施例１３～１６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。

【０１１７】

図２６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。

【０１１８】

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及びＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）２５から構成されている。制御装置１１は、ＨＣｌ濃度測定機

器（イオン電極方式）２４及びＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）２５から送信されるＨＣｌ濃度測定信号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制御方式またはステップ方式）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。また、微粉重曹添加装置２６は、制御装置１１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。

【０１１９】

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及びＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）２５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。

【０１２０】

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。

【０１２１】

なお、ＨＣｌ濃度の計測遅延時間は、ＨＣｌ濃度測定機器（イオン電極方式）２４の方がＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）２５よりも長い。

【０１２２】

また、図２６に示すように、バグフィルター２３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（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（イオン電極方式）２４及びＨＣｌ濃度測定機器（レーザー方式）２５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２３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。

【０１２３】

［比較例３］

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濃度測定機器（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濃度測定機器（京都電子工業製ＨＬ－３６Ｎ）で測定される信号を元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$SO_2$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、$SO_2$が発生しなかった。

【０１２４】

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濃度信号を元に「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。

【０１２５】

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２７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２８に示す。

【０１２６】

先に示したように微粉重曹の添加は、おおざっぱに行われ、出口のＨＣｌ濃度は大きく変化する無駄の多い制御であった。

【０１２７】

［実施例１３］
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濃度測定機器（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）とバグフィルター出口のレーザー方式によるＨＣｌ濃度測定機器（京都電子工業製ＫＬＡ－１）で測定された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$SO_2$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、$SO_2$が発生しなかった。
【０１２８】
また、添加装置は、同様に１台は１８０ｋｇ／ｈ定量添加とし、１台は前記出口ＨＣｌ濃度信号を元に「下限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」とし、イオン電極方式とレーザー方式の両測定機器の測定信号から演算される添加出力の両方に６７％の制限をし加算すると共にさらに本制御とは別個に１時間平均値の施設管理濃度２１５ｐｐｍに対し、２１３ｐｐｍ以上は３００ｋｇ／ｈ添加するフィードバック制御を実施した。
【０１２９】
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２７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２９に示す。
【０１３０】
［実施例１４］
実施例１３と同様に、バグフィルター出口のイオン電極方式のＨＣｌ濃度測定機器で測定されるＨＣｌ濃度信号（酸素換算値）とバグフィルター出口のレーザー方式によるＨＣｌ濃度測定機器（京都電子工業製ＫＬＡ－１）で測定された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$SO_2$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、$SO_2$が発生しなかった。
【０１３１】
また、制御を実施した添加装置の制御は、「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」とし、両測定機器の測定信号から演算される添加出力の両方に３３％の制限をかけ加算すると共に本制御とは別個に１時間平均値２１３ｐｐｍ以上は３００ｋｇ／ｈ添加するフィードバック制御を実施した。
【０１３２】
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２７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３０に示す。
【０１３３】
実施例１３及び実施例１４は、共に比較例３に比べ出口のＨＣｌ濃度の変動が少なくなり、添加ロスの少ない制御が実施できている。また、アルカリ剤の添加量は、入口ＨＣｌ濃度により必要量が異なり、一般的に入口ＨＣｌ濃度あたりの添加量を示す当量で評価する。本添加当量は、比較例に比べ削減されており効率的な添加ができているとがわかった。
【０１３４】
以下、実施例１５及び１６について説明する。実施例１５及び１６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。なお、ステップ制御方式の概要は、実施例１０で説明したのと同様である。
【０１３５】
［実施例１５］
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濃度測定機器（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）とバグフィルター

出口のレーザー方式によるＨＣｌ濃度測定機器（京都電子工業製ＫＬＡ－１）で測定された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$SO_2$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、$SO_2$が発生しなかった。

【０１３６】

また、添加装置は、同様に１台は１８０ｋｇ／ｈ定量添加とし、１台はステップ方式とし、両測定器の測定信号から演算した添加出力の両方に５０％の制限をかけ加算し、本制御とは別個に１時間平均値が２１３ｐｐｍ以上は、３００ｋｇ／ｈ添加するフィードバック制御を実施した（図２７及び図３１参照）。

【０１３７】

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２７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３２に示す。

【０１３８】

実施例１５は、ステップ方式による実施例である。比較例３に比べ出口のＨＣｌ濃度の変動が少なくなり、添加ロスの少ない制御が実施できている。本添加当量は、比較例に比べ削減されており効率的な添加ができている。

【０１３９】

［実施例１６］

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濃度測定機器（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）とバグフィルター出口のレーザー方式によるＨＣｌ濃度測定機器（京都電子工業製ＫＬＡ－１）で測定された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$SO_2$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、$SO_2$が発生しなかった。

【０１４０】

また、添加装置１台は、比表面積が３０ｍ２／ｇ以上の高反応消石灰（奥多摩工業（株）製タマカルクＥＣＯ）を１７０ｋｇ／ｈ定量添加とし、もう１台はステップ方式とし、両測定器の測定信号から演算した添加出力の両方に５０％の制限をかけ加算し、本制御とは別個に１時間平均値が２１３ｐｐｍ以上は３００ｋｇ／ｈ添加するフィードバック制御を実施した（図２７及び図３１参照）。

【０１４１】

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を図２７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３３に示す。

【０１４２】

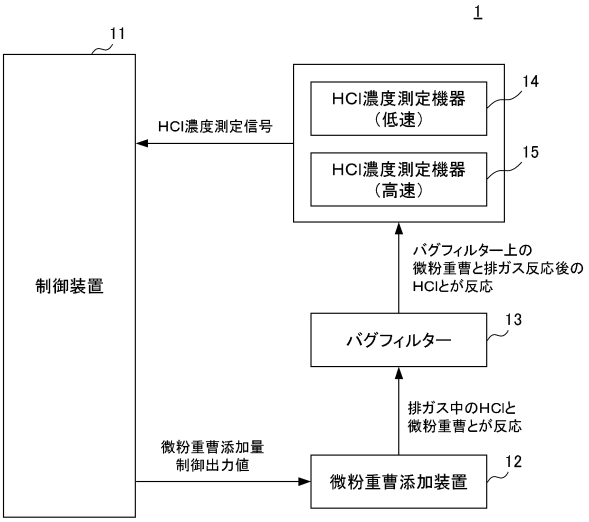
実施例１６は、比較的工業的に安価な消石灰と微粉重曹を併用して活用した実施例である。本手法においても安定して酸性ガスの安定処理効果が得られた。安価な消石灰を活用し、酸性ガス処理費用が削減されることから工業的に有効な手法である。

【符号の説明】

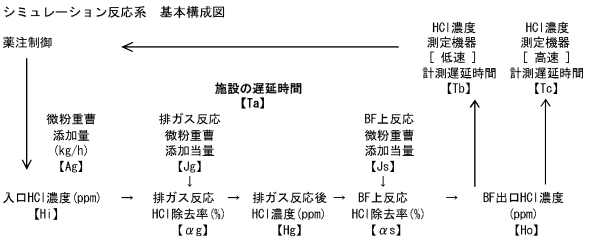
【０１４３】

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（低速）
１５　ＨＣｌ濃度測定機器（高速）

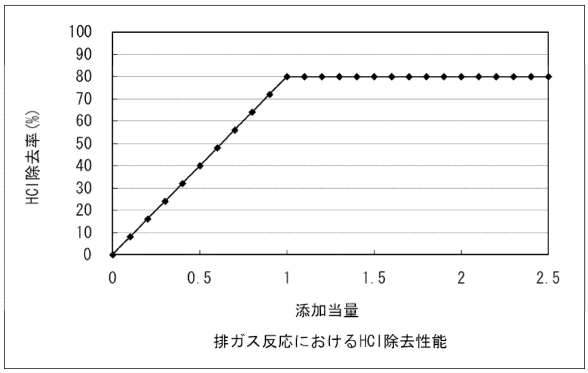
【図１】



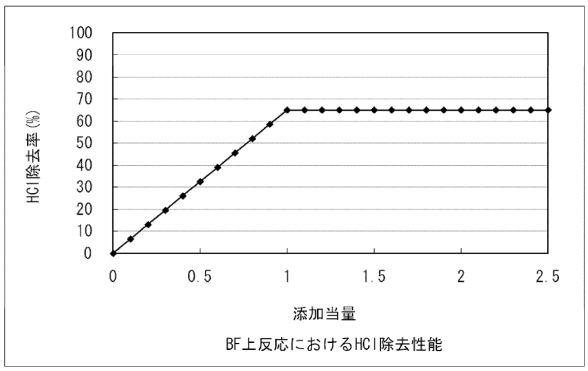

【図２】



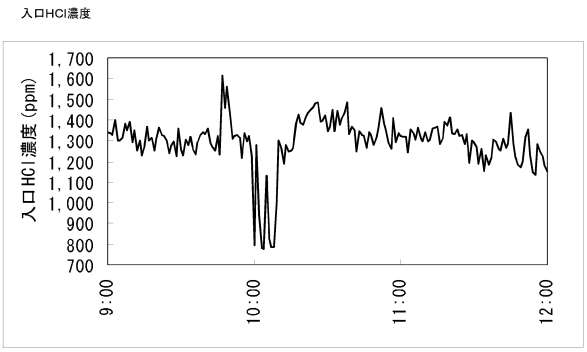

【図３】



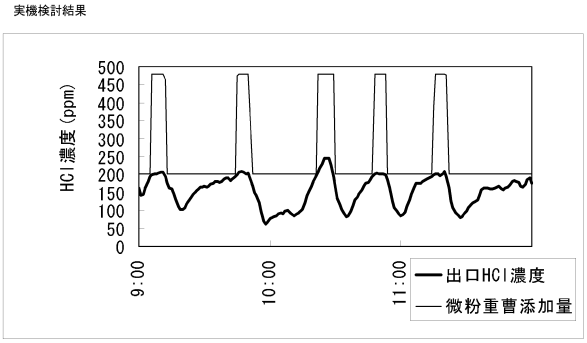

【図４】



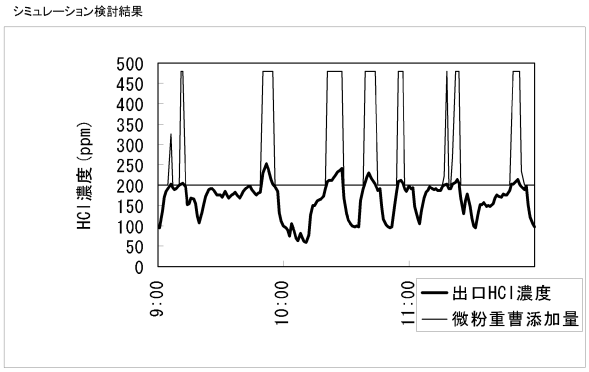

【図５】




【図６】




【図７】

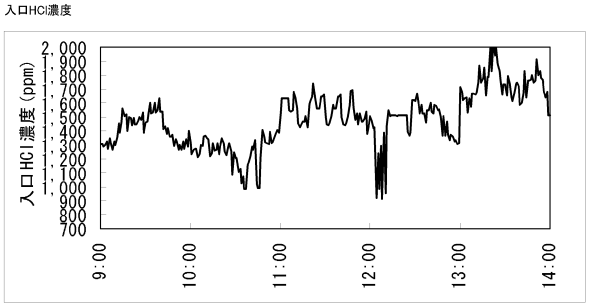


【図８】

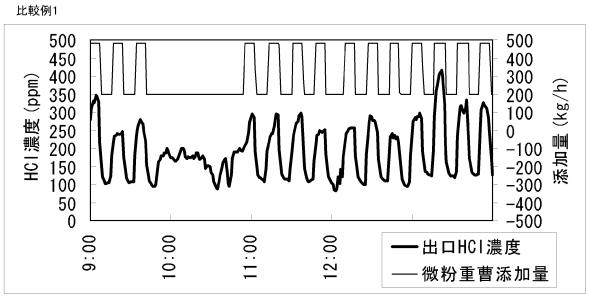
シミュレーション検討結果

| | 測定機器1（低速） | | | | | 測定機器2（高速） | | | | | | 添加量 | BF出口HCl濃度 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 制御形式 | 測定機器計測遅延時間 | HClの傾きが>0の時の制御目標値 | HClの傾きが<=0の時の制御目標値 | 測定機器1の添加出力係数(K1) | 制御形式 | 測定機器計測遅延時間 | HClの傾きが>0の時の制御目標値 | HClの傾きが<=0の時の制御目標値 | 測定機器2の添加出力係数(K2) | | 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) | (%) | kg/h | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm |
| 比較例1 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | - | - | - | - | - | 307 | 190 | 234 | 416 | 156 | 83 |
| 比較例2 | - | - | - | - | - | PID | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 297 | 184 | 227 | 425 | 157 | 65 |
| 実施例1 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | PID | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 311 | 175 | 193 | 272 | 158 | 84 |
| 実施例2 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | PID | 1分 | 200 | 200 | 100 | 313 | 178 | 209 | 289 | 155 | 84 |
| 実施例3 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | PID | 3分 | 200 | 200 | 100 | 325 | 173 | 206 | 350 | 154 | 84 |
| 実施例4 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | PID | 5分 | 200 | 200 | 100 | 329 | 171 | 206 | 386 | 147 | 84 |
| 実施例5 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | PID | 7分 | 200 | 200 | 100 | 317 | 183 | 229 | 409 | 152 | 84 |
| 実施例6 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 50 | PID | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 300 | 177 | 200 | 262 | 158 | 84 |
| 実施例7 | PID | 9.5分 | 200 | 200 | 50 | PID | 2秒 | 200 | 200 | 50 | 271 | 178 | 201 | 270 | 159 | 83 |
| 実施例8 | PID | 9.5分 | 180 | 220 | 100 | PID | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 315 | 174 | 200 | 248 | 153 | 84 |
| 実施例9 | PID | 9.5分 | 180 | 220 | 50 | PID | 2秒 | 200 | 200 | 50 | 279 | 177 | 205 | 255 | 154 | 84 |
| 実施例10 | ステップ | 9.5分 | 200 | 200 | 100 | ステップ | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 294 | 180 | 206 | 262 | 161 | 84 |
| 実施例11 | ステップ | 9.5分 | 180 | 220 | 100 | ステップ | 2秒 | 200 | 200 | 100 | 297 | 181 | 214 | 253 | 156 | 84 |
| 実施例12 | ステップ | 9.5分 | 180 | 220 | 50 | ステップ | 2秒 | 200 | 200 | 50 | 272 | 185 | 218 | 274 | 161 | 84 |

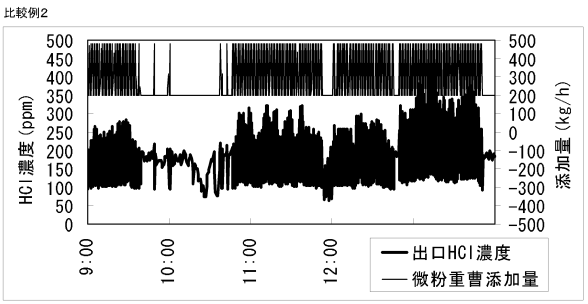
【図９】



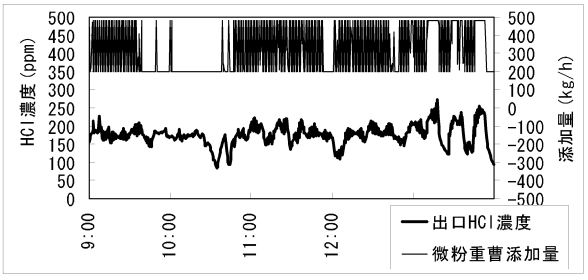

【図１０】



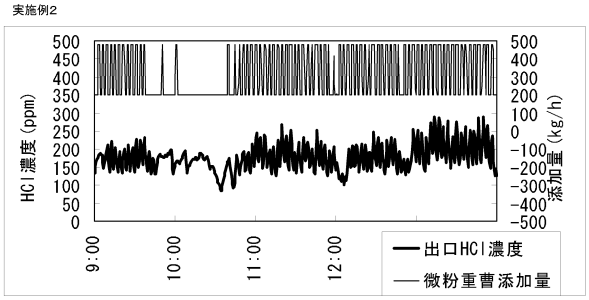

【図１１】



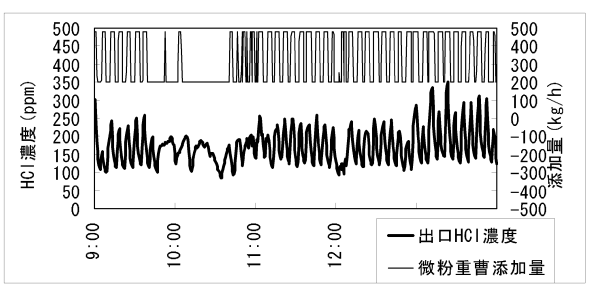

【図１２】



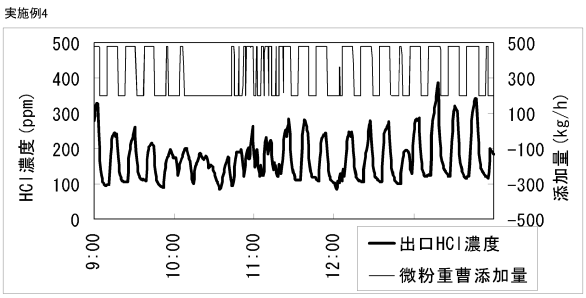

【図１３】



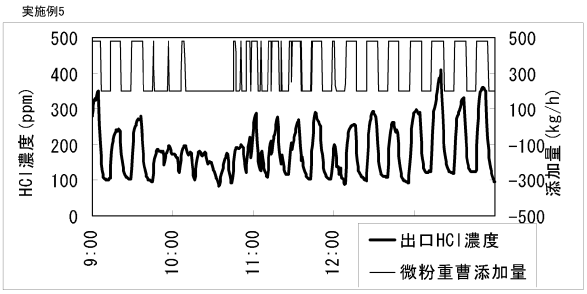

【図１４】



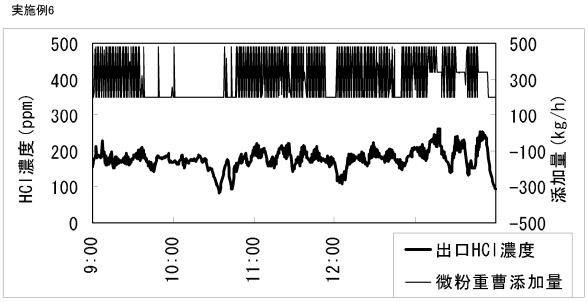
【図１５】



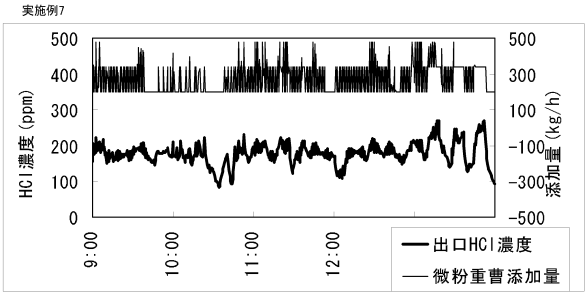

【図１６】



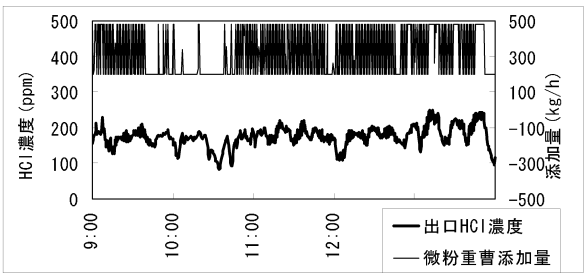

【図１７】



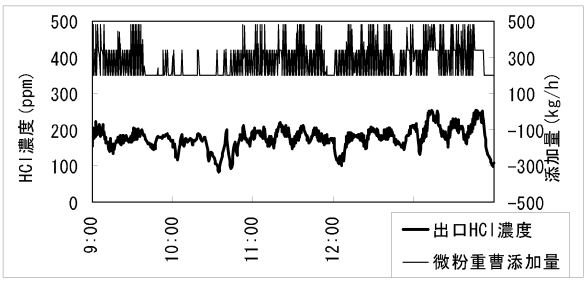

【図１８】



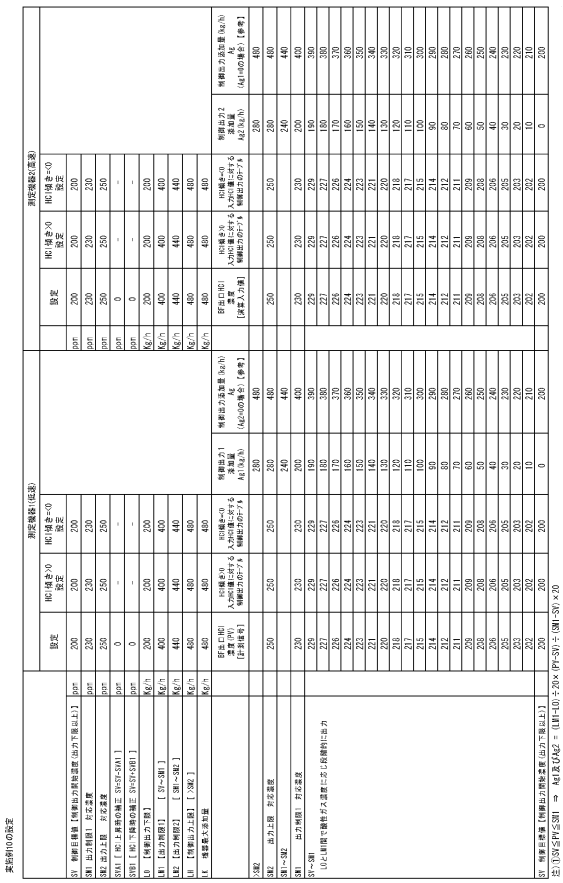

【図１９】



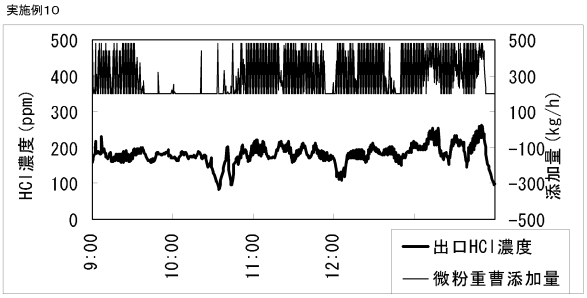

【図２０】



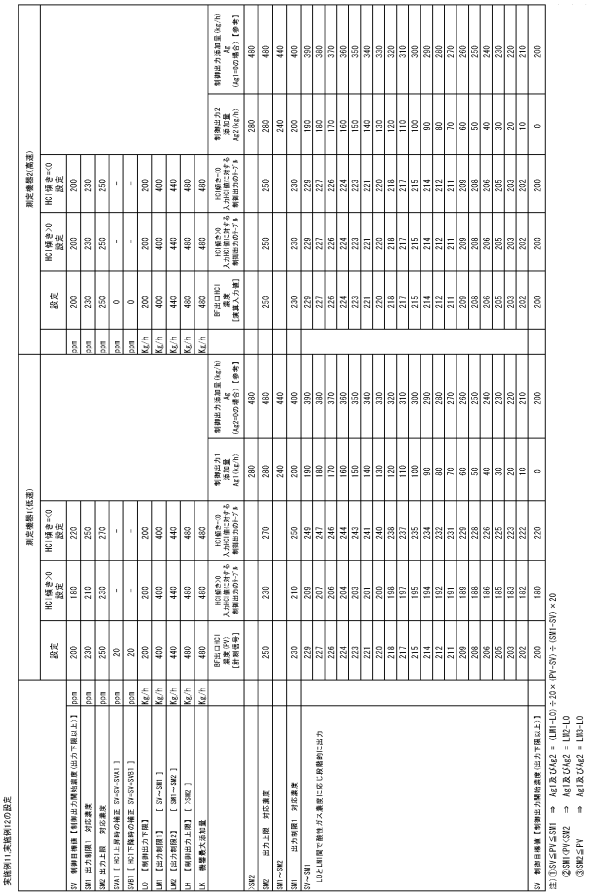

【図２１】



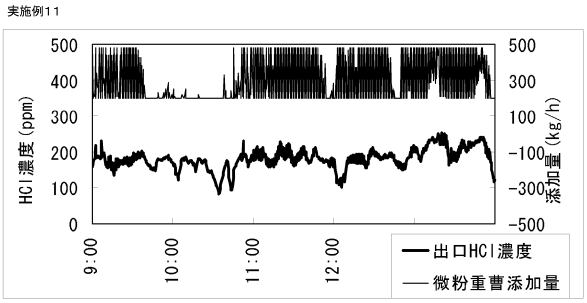
【図２２】



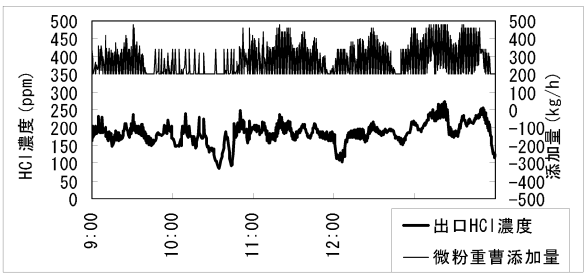

【図２３】



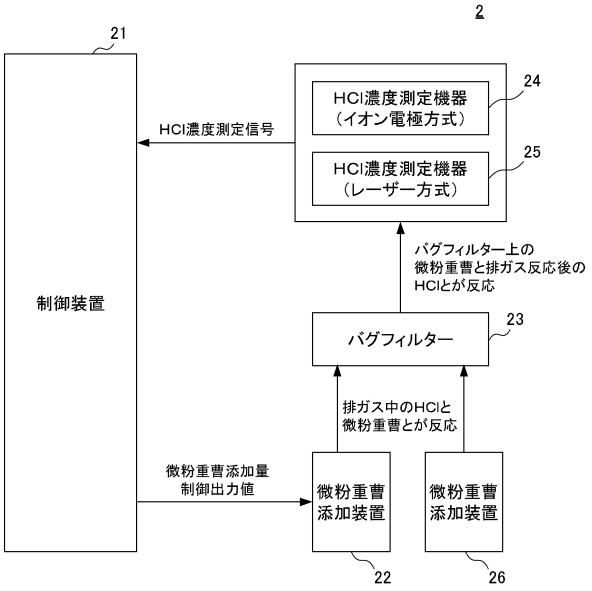

【図２４】




【図２５】




【図２６】



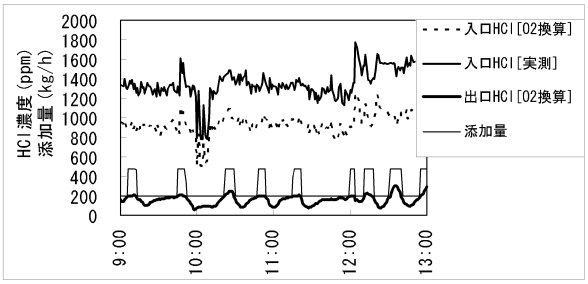
【図２７】

実機検討結果

| | 添加装置1 | | | 添加装置2[フィードバック制御] | | | | | | | BF入口[レーザー] | | | BF出口[ダクト電極法] | | | | | | | | | 添加当量 対入口HCl濃度 [実測値] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | カルシウム剤 | | | 出口HCl測定機器 [ダクト電極法] | | | | 出口HCl測定機器[レーザー] | | | HCl | | $SO_2$ | HCl濃度 [02換算値] | | | | | | $SO_2$ | 添加量 | | | |
| | | 定量添加 | | 制御形式 | HClの傾きが$\leqq$0の時の制御目標値 | 測定機器1の添加出力係数(K1) | | 制御形式 | HClの傾きが$\leqq$0の時の制御目標値 | 測定機器1の添加出力係数(K2) | 平均[02換算値] | 平均[実測値] | 平均[02換算値] | 平均 | 1h平均最大 | 瞬時最大 | 1h平均最小 | 瞬時最小 | 平均[02換算値] | 微粉重曹 | 消石灰 | 微粉重曹 | 消石灰 |
| | | (kg/h) | | (ppm) | (ppm) | (%) | | (ppm) | (ppm) | (%) | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | ppm | kg/h | | - | - |
| 比較例3 | 重曹 | 180 | P1D | 200 | 200 | 100 | - | P1D | 200 | 50 | 940 | 1.357 | 0 | 159 | 180 | 304 | 138 | 61 | 0 | 272 | 0.97 | - |
| 実施例13 | 重曹 | 180 | P1D | 200 | 200 | 67 | P1D | 200 | 200 | 67 | 1.023 | 1.447 | 0 | 162 | 167 | 207 | 158 | 103 | 0 | 247 | 0.83 | - |
| 実施例14 | 重曹 | 180 | P1D | 200 | 200 | 33 | P1D | 200 | 200 | 33 | 1.100 | 1.578 | 0 | 178 | 185 | 202 | 176 | 135 | 0 | 258 | 0.79 | - |
| 実施例15 | 重曹 | 180 | スラップ | 180 | 220 | 50 | スラップ | 200 | 200 | 50 | 1.050 | 1.492 | 0 | 195 | 203 | 228 | 180 | 107 | 0 | 242 | 0.79 | - |
| 実施例16 | 消石灰 | 170 | スラップ | 180 | 220 | 50 | スラップ | 200 | 200 | 50 | 1.008 | 1.451 | 0 | 178 | 196 | 220 | 149 | 76 | 0 | 76 | 0.25 | 1.3 |

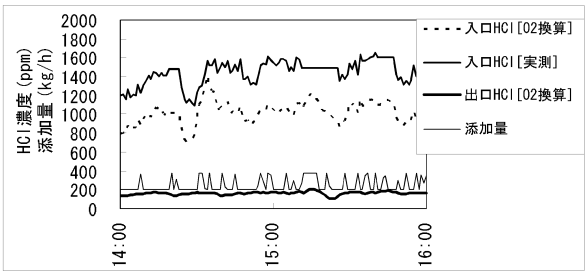
【図２８】

比較例3



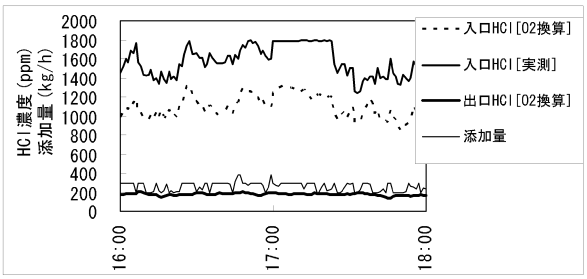

【図２９】

実施例13

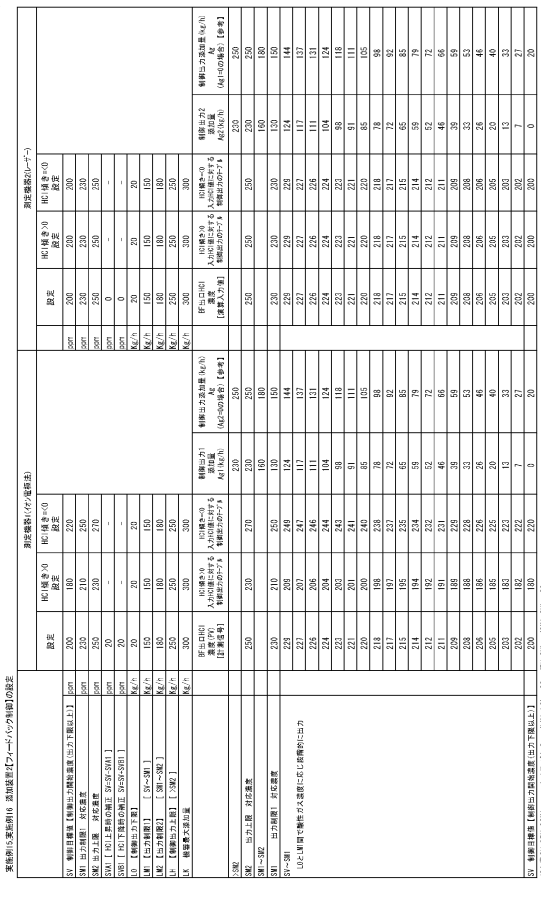



【図３０】

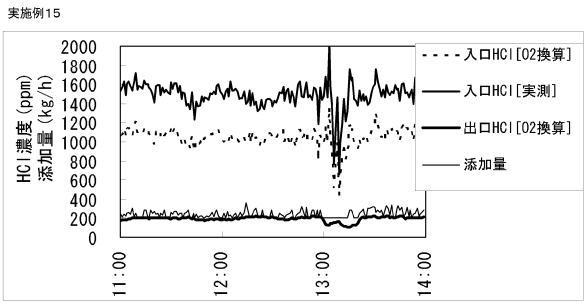
実施例14



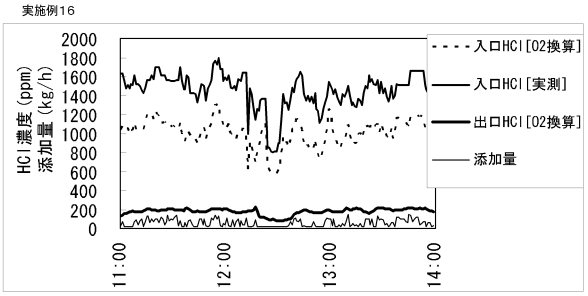

【図３１】



【図３２】


実施例15
HCl濃度（ppm）
添加量（kg/h）
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
11:00
12:00
13:00
14:00
入口HCl[O2換算]
入口HCl[実測]
出口HCl[O2換算]
添加量

【図３３】


実施例16
HCl濃度（ppm）
添加量（kg/h）
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
11:00
12:00
13:00
14:00
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２０１０－０９４６０５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２３７０１９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２２１１５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１３３２７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０６８２５１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０１Ｄ ５３／３４－５３／８５
５３／９２，５３／９６
Ｇ０５Ｄ ９／００－１１／１６
２１／００－２２／０２
２４／００－２９／００