

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-313402

(P2007-313402A)

(43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
B08B	9/027	(2006.01)	B08B	9/06	3B116
B08B	3/04	(2006.01)	B08B	3/04	Z 3B201
B65G	53/04	(2006.01)	B65G	53/04	Z 3F047

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-144182 (P2006-144182)	(71) 出願人	000005452
(22) 出願日	平成18年5月24日 (2006.5.24)		株式会社日立プラントテクノロジー
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
		(74) 代理人	100083116
			弁理士 松浦 憲三
		(72) 発明者	白丸 信彦
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	宮本 昌明
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	矢野 哲憲
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立プラントテクノロジー内
		Fターム(参考)	3B116 AA13 AB51 BB62 BB90 CD41
			最終頁に続く

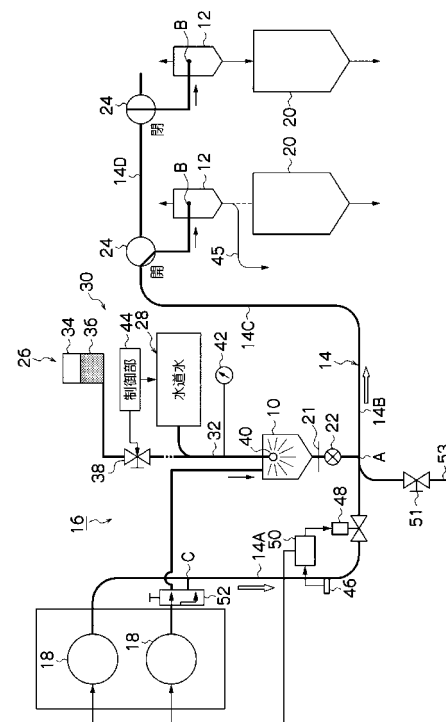
(54) 【発明の名称】 空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、コンパクトな構造でホッパも洗浄することができ、更に、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に除去可能な空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置を提供する。

【解決手段】本発明は、ホッパ10内で噴射された洗浄水を、ロータリーフィーダー22の回転羽根の送出作用によって空気圧輸送配管14に供給する。この洗浄水は、ブローア18からの圧縮空気により空気輸送され、空気圧輸送配管14を通過する。これにより、空気圧輸送配管14が洗浄される。このように洗浄水の輸送手段として既存のブローア18を使用することにより、ポンプを別途必要とする従来の洗浄水供給装置と比較してコンパクトな構造となる。また、ホッパ10も洗浄することができ、更に、洗浄水による洗浄なので、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に除去することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粉粒物が貯留されたホッパが空気圧輸送配管に連結され、該空気圧輸送配管にブロアからの圧縮空気を供給することにより、前記粉粒物を空気輸送する空気圧輸送配管において

、
前記ホッパに洗浄水供給装置を連結し、該洗浄水供給装置からの洗浄水を、ホッパを介して前記空気圧輸送配管に供給するとともに、前記ブロアからの圧縮空気により空気輸送させて空気圧輸送配管を洗浄することを特徴とする空気圧輸送配管の洗浄方法。

【請求項 2】

前記空気圧輸送配管の前記ホッパの連結部と前記ブロアの連結部との間に、水検出センサとバルブとを設け、該水検出センサによって前記洗浄水を検出すると前記バルブを閉鎖し、洗浄水のブロアへの逆流を阻止することを特徴とする請求項 1 の空気圧輸送配管の洗浄方法。 10

【請求項 3】

前記空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水量とブロアから供給される圧縮空気の重量との混合比 μ ($\mu = \text{水量} / \text{圧縮空気の重量}$) が、 $6 \leq \mu \leq 18$ であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の空気圧輸送配管の洗浄方法。

【請求項 4】

前記ホッパは、前記空気圧輸送配管にロータリーフィーダーを介して連結され、該ロータリーフィーダーの回転羽根の先端周速 V_1 が $400 \text{ mm/sec} \leq V_1 \leq 800 \text{ mm/sec}$ であり、 20

前記空気圧輸送配管内の圧縮空気の風速 V_2 が、 $20 \text{ m/sec} \leq V_2 \leq 50 \text{ m/sec}$ であることを特徴とする請求項 3 に記載の空気圧輸送配管の洗浄方法。

【請求項 5】

前記空気圧輸送配管に供給する洗浄水の水量が、空気圧輸送配管の容積の 3 倍以上であることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 のうちいずれか一つに記載の空気圧輸送配管の洗浄方法。

【請求項 6】

粉粒物が貯留されたホッパが空気圧輸送配管に連結され、該空気圧輸送配管にブロアからの圧縮空気を供給することにより、前記粉粒物を空気輸送する空気圧輸送配管において 30

、
前記ホッパに洗浄水供給装置が連結され、該洗浄水供給装置からの洗浄水がホッパを介して前記空気圧輸送配管に供給されるとともに、前記ブロアからの圧縮空気により空気輸送されて空気圧輸送配管が洗浄されることを特徴とする空気圧輸送配管の洗浄装置。

【請求項 7】

前記空気圧輸送配管の前記ホッパの連結部と前記ブロアの連結部との間には、水検出センサとバルブとが設けられ、該水検出センサによって前記洗浄水が検出されると前記バルブが閉鎖され、洗浄水のブロアへの逆流が阻止されていることを特徴とする請求項 6 の空気圧輸送配管の洗浄装置。

【請求項 8】

前記空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水量とブロアから供給される圧縮空気の重量との混合比 μ ($\mu = \text{水量} / \text{圧縮空気の重量}$) が、 $6 \leq \mu \leq 18$ に設定されていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の空気圧輸送配管の洗浄装置。 40

【請求項 9】

前記ホッパは、前記空気圧輸送配管にロータリーフィーダーを介して連結され、該ロータリーフィーダーの回転羽根の先端周速 V_1 が $400 \text{ mm/sec} \leq V_1 \leq 800 \text{ mm/sec}$ に設定され、

前記空気圧輸送配管内の圧縮空気の風速 V_2 が、 $20 \text{ m/sec} \leq V_2 \leq 50 \text{ m/sec}$ に設定されていることを特徴とする請求項 8 に記載の空気圧輸送配管の洗浄装置。

【請求項 10】

前記空気圧輸送配管に供給する洗浄水の水量が、空気圧輸送配管の容積の３倍以上に設定されていることを特徴とする請求項６、７、８又は９のうちいずれか一つに記載の空気圧輸送配管の洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置に係り、特に空気圧によって粉粒物を輸送する空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、医薬品、食品等のサニタリープラントにおいて、材料や製品等の粉粒物を輸送する装置として、フロアの圧縮空気を利用した空気圧輸送装置が特許文献１の如く知られている。この空気圧輸送装置の空気圧輸送配管は、その途中に設けられたジョイント部の段差やベント部に空気抵抗（滞留）が生じることに起因して、輸送している粉粒物はその部分の内面に付着して堆積するという特性を有している。このため、空気圧輸送配管は、特許文献２等に記載の洗浄装置によって定期的に洗浄されていた。

【０００３】

まず、特許文献２の空気圧輸送装置の構成を説明すると、粉粒物を投入するホッパの下端に開閉機構を介して空気圧輸送配管が接続され、この空気圧輸送配管が空気輸送機の流入口に接続されることにより、ホッパからの粉粒物が空気圧輸送配管を介して空気輸送機に導入される。

【０００４】

空気圧輸送配管の洗浄装置は、空気輸送配管の空気輸送機側の端部に設けられた開閉弁と、その近傍位置の空気輸送配管に設けられた開閉弁付きの洗浄剤注入部と、空気圧輸送配管の他方の端部に設けられたドレン弁付きのドレン部とから構成される。

【０００５】

この洗浄装置によって空気輸送配管を洗浄する場合は、まず、開閉機構にてホッパの下端を閉塞しホッパと空気圧輸送配管とを遮断する。次に、開閉弁を閉じて空気輸送機を空気圧輸送配管から遮断する。次いで、洗浄剤注入部の開閉弁とドレン弁とを開放した後、洗浄剤注入部から注入した洗浄剤を、空気輸送配管内を流通させ、ドレン部より排出する。以上の手順を踏むことにより、空気圧輸送配管が洗浄剤によって洗浄される。

【特許文献１】特開２００５－２３１７５３号公報

【特許文献２】特開２００４－２４４２０６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、特許文献２の空気圧輸送配管の洗浄装置は、ホッパを洗浄することができないばかりか、洗浄水を空気圧輸送配管に圧送するためのポンプを別途必要とするので、装置が大がかりなものになるという欠点があった。

【０００７】

一方、従来の他の洗浄装置として、空気圧輸送配管に砲弾形状のスポンジ製ピグを挿入し、このピグを空圧によって空気圧輸送配管に圧送することにより空気圧輸送配管を洗浄する装置も知られている。しかしながら、ピグでは、配管内面にコーティング状に付着した糖分を完全に除去することができず、よって、このような糖分を溶解除去可能な洗浄水による洗浄が望まれていた。

【０００８】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、コンパクトな構造でホッパも洗浄することができ、更に、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に除去可能な空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置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】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

請求項 1 に記載の方法発明は、前記目的を達成するために、粉粒物が貯留されたホッパが空気圧輸送配管に連結され、該空気圧輸送配管にブロアからの圧縮空気を供給することにより、前記粉粒物を空気輸送する空気圧輸送配管において、前記ホッパに洗浄水供給装置を連結し、該洗浄水供給装置からの洗浄水を、ホッパを介して前記空気圧輸送配管に供給するとともに、前記ブロアからの圧縮空気により空気輸送させて空気圧輸送配管を洗浄することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 6 に記載の装置発明は、前記目的を達成するために、粉粒物が貯留されたホッパが空気圧輸送配管に連結され、該空気圧輸送配管にブロアからの圧縮空気を供給することにより、前記粉粒物を空気輸送する空気圧輸送配管において、前記ホッパに洗浄水供給装置が連結され、該洗浄水供給装置からの洗浄水がホッパを介して前記空気圧輸送配管に供給されるとともに、前記ブロアからの圧縮空気により空気輸送されて空気圧輸送配管が洗浄されることを特徴としている。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 1、6 に記載の発明によれば、ホッパに連結した洗浄水供給装置から洗浄水を供給し、ホッパを洗浄するとともに、ホッパを通過して空気圧輸送配管に流入してきた洗浄水を、既存のブロアからの圧縮空気により空気輸送して空気圧輸送配管を洗浄する。このように洗浄水の輸送手段として既存のブロアを使用することにより、ポンプを別途必要とする従来の洗浄水供給装置と比較してコンパクトな構造となる。また、ホッパも洗浄することができ、更に、洗浄水による洗浄なので、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に溶解除去することができる。

20

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 において、前記空気圧輸送配管の前記ホッパの連結部と前記ブロアの連結部との間に、水検出センサとバルブとを設け、該水検出センサによって前記洗浄水を検出すると前記バルブを閉鎖し、洗浄水のブロアへの逆流を阻止することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 において、前記空気圧輸送配管の前記ホッパの連結部と前記ブロアの連結部との間には、水検出センサとバルブとが設けられ、該水検出センサによって前記洗浄水が検出されると前記バルブが閉鎖され、洗浄水のブロアへの逆流が阻止されていることを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

請求項 2、7 に記載の発明によれば、水検出センサによって洗浄水が検出されると、バルブが閉鎖されるので、洗浄水のブロアへの逆流を阻止できる。これにより、ブロアを洗浄水から保護することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 において、前記空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水量とブロアから供給される圧縮空気の重量との混合比 μ ($\mu = \text{水量} / \text{圧縮空気の重量}$) が、 $6 < \mu < 18$ であることを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 6 又は 7 において、前記空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水量とブロアから供給される圧縮空気の重量との混合比 μ ($\mu = \text{水量} / \text{圧縮空気の重量}$) が、 $6 < \mu < 18$ に設定されていることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 3、8 に記載の発明によれば、空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水量とブロアから供給される圧縮空気の重量との混合比 μ が $\mu < 6$ の場合には、洗浄水が不足するため、空気圧輸送配管が水平管の場合その下面は洗浄できるが上面は洗浄することができないという不具合が発生する。また、 $\mu > 18$ の場合には、洗浄水が多すぎて空気圧輸送配管内を逆流（空気圧輸送配管の一部は鉛直管であり、その鉛直管内の洗浄水の重さにより逆流

50

）するため、洗浄効果を得ることができない。そこで、 $6\ \mu\text{m}$ に設定すると、空気圧輸送配管を流れる洗浄水の水滴が空気圧輸送配管内で飛散し、洗浄効果が向上することが判明した。これにより、空気圧輸送配管全体の洗浄を効率よく実施できる。

【0018】

請求項4に記載の発明は、請求項3において、前記ホッパは、前記空気圧輸送配管にロータリーフィーダーを介して連結され、該ロータリーフィーダーの回転羽根の先端周速 V_1 が 400mm/sec $V_1\ 800\text{mm/sec}$ であり、前記空気圧輸送配管内の圧縮空気の風速 V_2 が、 20m/sec $V_2\ 50\text{m/sec}$ であることを特徴とする。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項8において、前記ホッパは、前記空気圧輸送配管にロータリーフィーダーを介して連結され、該ロータリーフィーダーの回転羽根の先端周速 V_1 が 400mm/sec $V_1\ 800\text{mm/sec}$ に設定され、前記空気圧輸送配管内の圧縮空気の風速 V_2 が、 20m/sec $V_2\ 50\text{m/sec}$ に設定されていることを特徴とする。

【0020】

請求項4、9に記載の発明によれば、ロータリーフィーダーの回転羽根の先端周速 V_1 を 400mm/sec $V_1\ 800\text{mm/sec}$ に設定することにより、約 20l/min の洗浄水を空気圧輸送配管に供給することができる。この供給上限の条件下において、圧縮空気の風速が $V_2 < 20\text{m/sec}$ であると、風速が遅過ぎるため、洗浄水を効果的に空気圧輸送配管に圧送することができず、洗浄効率が悪い。また、圧縮空気の風速が $V_2 > 50\text{m/sec}$ であると、風速が早過ぎるため、空気圧輸送配管に対する洗浄水の滞留時間が短くなり、空気圧輸送配管に付着した粉粒物、特に糖分が溶け難く洗浄効率が悪い。そこで、 $6\ \mu\text{m}$ 18 を維持しつつ、圧縮空気の風速 V_2 を、 20m/sec $V_2\ 50\text{m/sec}$ に設定すると、空気圧輸送配管に付着した粉粒物、糖分を効率よく洗浄できることが判明した。

【0021】

請求項5に記載の発明は、請求項1、2、3又は4において、前記空気圧輸送配管に供給する洗浄水の水量が、空気圧輸送配管の容積の3倍以上であることを特徴とする。

【0022】

請求項10に記載の発明は、請求項6、7、8又は9において、前記空気圧輸送配管に供給する洗浄水の水量が、空気圧輸送配管の容積の3倍以上に設定されていることを特徴とする。

【0023】

請求項5、10に記載の発明は、洗浄水の必要水量を、空気圧輸送配管を通過した洗浄水中の有機体炭素量（TOC：Total Organic Carbon； mg/l ）で規定した発明である。洗浄水の水量が空気圧輸送配管の3倍未満であると、空気圧輸送配管を通過した洗浄水中の有機体炭素量は、洗浄水が持つ有機体炭素量以上なので洗浄完了とは判断できないが、3倍時に洗浄水が持つ有機体炭素量まで低下したので洗浄完了と判断できる。したがって、空気圧輸送配管に供給する洗浄水の水量を、空気圧輸送配管の容積の3倍又は3倍以上とすることにより、空気圧輸送配管を確実に洗浄することができる。

【0024】

なお、明細書及び特許請求の範囲に記載した洗浄水とは、ただの水の他、洗浄用薬品が混合された洗浄液をも含む。

【発明の効果】

【0025】

本発明に係る空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置によれば、ホッパに連結した洗浄水供給装置から洗浄水を供給し、ホッパを洗浄するとともに、ホッパを通過して空気圧輸送配管に流入してきた洗浄水を、既存のプロアからの圧縮空気により空気輸送して空気圧輸送配管を洗浄するので、ポンプを別途必要とする従来の洗浄水供給装置と比較してコンパクトな構造となり、また、ホッパも洗浄することができ、更に、洗浄水による洗浄

10

20

30

40

50

なので、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に溶解除去することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下添付図面に従って、本発明に係る空気圧輸送配管の洗浄方法及びその洗浄装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【0027】

図1は、ホッパ10からサイクロン12の間における粉粒物の輸送を行う空気圧輸送配管14内を、実施の形態の洗浄装置16を用いて洗浄する空気圧輸送配管洗浄システムの全体構成を示したブロック図である。

【0028】

図1に示すように、空気圧輸送配管洗浄システムは、フロア18、ホッパ10、空気圧輸送配管14、サイクロン12、タンク20、及び洗浄装置16によって構成される。

【0029】

ホッパ10とサイクロン12とは空気圧輸送配管14を介して連結され、空気圧輸送配管14のホッパ10側の端部には、高所に設置されたフロア18が連結されている。このフロア18からの圧縮空気によってホッパ10からサイクロン12へ粉粒物が空気輸送される。サイクロン12に空気輸送された粉粒体は、サイクロン12によって固気分離され、サイクロン12の下部に連結されたタンク20に重力により落下して貯留される。ホッパ10には、不図示の投入管から粉粒物が供給され、ホッパ10から空気圧輸送配管14へ供給される粉粒物の供給量がロータリーフィーダー22によって調整されている。なお、実施の形態の空気圧輸送配管洗浄システムは、フロア18が2台設置され、また、サイクロン12及びタンク20も切換バルブ24を介して2機設置されている。よって、一方のタンク20が粉粒体で一杯になると、切換バルブ24によって他方のタンク20側を開にし、他方のタンク20に粉粒体を貯留するとともに、この時間を利用して一方のタンク20から粉粒体を取り出す。これにより、連続運転が可能となる。なお、サイクロン12及びタンク20の台数は2機に限定されるものではなく、切換バルブを介して3機以上設置してもよい。

【0030】

空気圧輸送配管14を洗浄する洗浄装置16は、洗浄液供給部26と水道水供給部28とからなる洗浄水供給装置30が、洗浄水供給管32を介してホッパ10に連結されることにより構成される。

【0031】

洗浄液供給部26は、タンク34に貯留された濃縮の洗浄液36を、バルブ38を介して洗浄水供給管32に供給する。また、洗浄水供給管32には上水道の水道水供給部(蛇口)28が連結されている。よって、バルブ38を開放することにより重力で洗浄水供給管32に供給された洗浄液36は、水道水供給部28からの水道水(水圧0.1MPa)と混合されて洗浄水となり、洗浄水供給管32の先端に設けられたノズル40からホッパ10の全内周面に向けて噴射される。これにより、ホッパ10の内周面が洗浄される。なお、タンク34に貯留された洗浄液をポンプによって圧送するようにしてもよいが、装置構成をシンプルにするにはポンプを設けることなく、実施の形態のように重力で供給する構成が好ましい。また、洗浄液36を混合することなく水道水供給部28からの水道水をノズル40に直接供給してもよく、タンクに溜めた水を加温し、温水としてポンプでノズル40に供給してもよい。

【0032】

また、洗浄水の供給量は、水道水供給部28に設けられた流量センサ42によって測定され、この測定値が所定値になると、バルブ38を閉鎖するとともに水道水供給部28からの水道水の供給を停止する制御部44が設けられている。なお、前記所定値とは、例えば空気圧輸送配管14の容積の3倍の量である。また、ここで言う空気圧輸送配管14の容積とは、ロータリーフィーダー22の連結部Aからサイクロン12の連結部Bまでの空気圧輸送配管14の容積であり、粉粒体の空気輸送に実質的に働く管、すなわち、粉粒体

10

20

30

40

50

が付着する洗浄対象の管の容積である。

【 0 0 3 3 】

ホッパ 1 0 内で噴射された前記洗浄水は、ロータリーフィーダー 2 2 の回転羽根の送出作用によって空気圧輸送配管 1 4 に供給される。この洗浄水は、ブロア 1 8 からの圧縮空気により空気輸送され、空気圧輸送配管 1 4 を通過する。これにより、空気圧輸送配管 1 4 が洗浄される。この洗浄は、サイクロン 1 2 の洗浄を含むため、図 1 の如く、左側のサイクロン 1 2 を洗浄する場合には、切換バルブ 2 4 により経路を左側のサイクロン 1 2 に切り換えるとともに、このサイクロン 1 2 にドレン管 4 5 を接続して洗浄を実施する。右側のサイクロン 1 2 を洗浄する場合も同様である。

【 0 0 3 4 】

このように洗浄水の輸送手段として既存のブロア 1 8 を使用することにより、ポンプを別途必要とする従来の洗浄水供給装置と比較してコンパクトな構造となる。また、ホッパ 1 0 も洗浄することができ、更に、洗浄水による洗浄なので、ピグでは除去困難な糖分であっても完全に溶解除去することができる。

【 0 0 3 5 】

ところで、空気圧輸送配管 1 4 は、ブロア 1 8 に連結される鉛直管 1 4 A、ロータリーフィーダー 2 2 に連結される下水平管 1 4 B、サイクロン 1 2 に向けて配設される鉛直管 1 4 C、及びサイクロン 1 2 に連結される上水平管 1 4 D から構成され、これらの管 1 4 A ~ 1 4 D がそれぞれベンド管を介して連結されている。

【 0 0 3 6 】

このように構成された空気圧輸送配管 1 4 において、ロータリーフィーダー 2 2 からの洗浄水は、鉛直管 1 4 A を流れるブロア 1 8 からの圧縮空気により搬送されて、下水平管 1 4 B から鉛直管 1 4 C を上昇し、上水平管 1 4 D を流れてサイクロン 1 2 に到達する。よって、何らかの不具合によりブロア 1 8 の空気搬送力が低下したり、洗浄水が急激に増加したりした場合には、空気圧輸送配管 1 4 内を洗浄水が逆流し、下水平管 1 4 B から鉛直管 1 4 A を介してブロア 1 8 に流れ込むという問題が生じる。

【 0 0 3 7 】

そこで、実施の形態の空気圧輸送配管洗浄システムでは、このような問題を解消するために、空気圧輸送配管 1 4 のロータリーフィーダー 2 2 の連結部 A とブロア 1 8 の連結部 C との間に、静電容量式の水位センサ（水検出センサ）4 6 とバルブ 4 8 とが設けられている。また、水位センサ 4 6 によって逆流した洗浄水が検出されると、バルブ 4 8 を閉鎖するとともにブロア 1 8、1 8 を停止させるマイコン 5 0 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

これにより、水位センサ 4 6 によって洗浄水が検出されると、バルブ 4 8 が閉鎖されるので、洗浄水のブロア 1 8 への逆流を直前で阻止でき、ブロア 1 8 を洗浄水から保護することができる。また、ブロア 1 8 も停止制御されるので、ブロア 1 8 の過剰運転も防止できる。

【 0 0 3 9 】

なお、下水平管 1 4 B に溜まった洗浄水は、下水平管 1 4 B に設けられたバルブ 5 1 を開放することにより、ドレン管 5 3 から外部に排水される。また、洗浄水による空気圧輸送配管 1 4 の洗浄後に、バルブ 5 1 を開放するとともにバルブ 4 8 及びホッパ 1 0 の閉鎖弁 2 1 を閉じて、ドレン管 5 3 からピグを空気圧輸送配管 1 4 に挿入し、このピグを、ドレン管 5 3 に連結した高圧のコンプレッサ（不図示）によって空気圧輸送配管 1 4 内を圧送することにより、空気圧輸送配管 1 4 に付着している洗浄水をピグによって除去することができる。この後、ブロア 1 8 の圧縮空気によって空気圧輸送配管 1 4 の乾燥が行われる。ピグは、サイクロン 1 2 から取り出させばよい。ホッパ 1 0 を洗浄しない場合には、ドレン管 5 3 に洗浄水供給管 3 2 を連結し、ドレン管 5 3 を介して空気圧輸送配管 1 4 に洗浄水を直接供給すればよい。

【 0 0 4 0 】

2 機のブロア 1 8、1 8 のうち一方のブロア 1 8 は、切換バルブ 5 2 を介してホッパ 1

10

20

30

40

50

0又は鉛直管14Aに選択的に連結される。ホッパ10を洗浄水によって洗浄後、切換バルブ52によってホッパ10側が開放されると、ブロア18からの圧縮空気がホッパ10に供給されるので、ホッパ10はその圧縮空気により乾燥される。また、切換バルブ52によって鉛直管14A側が開放されると、他方のブロア18と協働して粉粒体の空気輸送、洗浄水の空気輸送、及び空気圧輸送配管14、サイクロン12の乾燥を行う。

【0041】

実施の形態の空気圧輸送配管洗浄システムは、空気圧輸送配管（ロータリーフィーダー22の連結部Aからサイクロン12の連結部Bまでの空気圧輸送配管）14を流れる洗浄水の水量とブロア18から供給される圧縮空気の重量との混合比 μ （ μ = 水量（l）/ 圧縮空気の重量（kg））が、 $6 \leq \mu \leq 18$ に設定されている。

10

【0042】

実験により確認したところ、混合比 μ が $\mu < 6$ の場合、図2（A）に示すように空気圧輸送配管14内の洗浄水Wが空気圧輸送配管14の容積に対して不足するため、例えば空気圧輸送配管14が水平管14B、14Dであると、その下面は洗浄できるが上面は洗浄することができないという不具合が発生した。また、混合比 μ が $\mu > 18$ の場合には、図2（B）に示すように空気圧輸送配管14内の洗浄水Wが多すぎて空気圧輸送配管14内を矢印の如く逆流（鉛直管14C内の洗浄水の重さにより逆流）するため、洗浄効果を得ることができなかった。そこで、 $6 \leq \mu \leq 18$ に設定すると、図2（C）に示すように空気圧輸送配管14を流れる洗浄水Wの水滴が空気圧輸送配管14内で十分に飛散するので、高い洗浄効果が得られることを確認した。これにより、空気圧輸送配管14全体を効率よく洗浄することができた。

20

【0043】

図3は、洗浄水を空気圧輸送配管14に所定時間流したときの混合比と、その所定時間後に摂取した使用後の洗浄水中に含有する有機体炭素量（TOC：Total Organic Carbon；mg / l）との関係を示したグラフである。同図に示すように、洗浄完了と認定する有機体炭素量を2 mg / l（洗浄水が持つ有機体炭素量）とすれば、好適な混合比 μ が $6 \leq \mu \leq 18$ であることが分かる。

【0044】

一方、空気圧輸送配管14において、粉粒体が特に付着する箇所は、図4に示した鉛直管14Cの二点鎖線のサークルで囲んだP、Q、R部分であることが従来から知られている。P部分は、鉛直管14Cと下水平管14Bとを連結する下部ベント管15Aの内周の内側曲面であり、Q部分は、鉛直管14Cの内周の左側側面であり、R部分は、鉛直管14Cと上水平管14Dとを連結する上部ベント管15Bの内周の内側曲面である。これらのP、Q、R部分は、粉粒体が流れ難い部分、すなわち、粉粒体が滞留する部分であるが故に付着し易いことが、図4の点線で示す粉粒体の輸送軌跡に基づいて推測されている。このようなP、Q、R部分の洗浄において、前記混合比 μ を $9 \leq \mu \leq 11$ に設定することにより、効率よく短時間で完全に洗浄できたことを実験により確認できた。

30

【0045】

また、実施の形態の空気圧輸送配管洗浄システムは、ロータリーフィーダー22の回転羽根の先端周速 V_1 が400 mm / sec $\leq V_1 \leq$ 800 mm / secに設定され、ブロア18による空気圧輸送配管14内の圧縮空気の風速 V_2 が、20 m / sec $\leq V_2 \leq$ 50 m / secに設定されている。

40

【0046】

実験により確認したところ、ロータリーフィーダー22の回転羽根の先端周速 V_1 を400 mm / sec $\leq V_1 \leq$ 800 mm / secに設定すると、図5に示したグラフから分かるように、上限値である約20 l / minの洗浄水を空気圧輸送配管14に供給することができる。この供給量最適条件下において、圧縮空気の風速 V_2 が、 $V_2 < 20$ m / secであると、風速が遅過ぎるため、洗浄水を効果的に空気圧輸送配管14に圧送することができず、管全体の洗浄に長時間を要した。また、圧縮空気の風速が $V_2 > 50$ m / secであると、風速が早過ぎるため、空気圧輸送配管14に対する洗浄水の滞留時間が短

50

くなり、空気圧輸送配管 14 に付着した粉粒物、特に糖分が溶け難くなるという問題があった。そこで、 6μ 18 を維持しつつ、圧縮空気の風速 V_2 を、 20 m/s V_2 50 m/s に設定すると、空気圧輸送配管 14 に付着した粉粒物、糖分を効率よく短時間で洗浄できたことを実験にて確認できた。

【0047】

なお、図 5 に示すようにロータリーフィーダー 22 の回転羽根の先端周速 V_1 と洗浄水供給量との関係は、所定の周速まで略正比例関係にあるが、その周速を超えると所定のピーク値までなだらかに上昇し、その後は、周速を速くしても洗浄水供給量が減少するという特性を有している。これは、ロータリーフィーダー 22 の作用が、供給を促進する作用から洗浄水を掻き揚げて供給を阻害する作用に変わるからである。

10

【0048】

更に、実施の形態の空気圧輸送配管洗浄システムでは、空気圧輸送配管 14 に供給する洗浄水の水量が、空気圧輸送配管 14 の容積の 3 倍又はそれ以上に設定されている。これは、空気圧輸送配管 14 に供給する洗浄水の必要水量を、空気圧輸送配管 14 を通過した洗浄水中に含有する有機体炭素量 (TOC: Total Organic Carbon; mg/l) で規定したものである。

【0049】

図 6 は、空気圧輸送配管 14 の容量に対する洗浄水量と、有機体炭素量との関係を実験により得て作成したグラフである。同図に示すグラフは、縦軸が有機体炭素量、横軸が空気圧輸送配管 14 の容量に対する洗浄水量の倍数を示しており、サンプルとして小麦粉が付着した空気圧輸送配管 14 (サンプル 1)、小麦粉が付着したホッパ 10 と空気圧輸送配管 14 (サンプル 2)、イソマルトオリゴ糖が付着したホッパ 10 と空気圧輸送配管 14 (サンプル 3) をそれぞれ洗浄し、1 倍、2 倍、3 倍、3.5 倍の時の洗浄後の洗浄水を摂取し、その洗浄水に含有する有機体炭素量を測定して得たグラフである。また、空気圧輸送配管 14 は、透明のガラス管を実験用配管として使用し、このガラス管の内周面が目視にて汚れるまで使用したものを、実験用として使用した。

20

【0050】

具体的に説明すると、空気圧輸送配管 14 の容量が 10 l の場合、空気圧輸送配管 14 に 10 l 毎 4 回流し、これを貯めて、このうち 200 cc を摂取し、有機体炭素量を測定することにより図 6 のグラフを得ている。

30

【0051】

上記 3 種類のサンプルとも、洗浄水の水量が空気圧輸送配管 14 の容積の 3 倍以上になると、洗浄水中に含有する有機体炭素量は、洗浄水自体が持つ有機体炭素と略等しくなるので、3 倍又は 3 倍以上とすることにより、ホッパ 10 及び空気圧輸送配管 14 を確実に洗浄できることが判明した。また、このような図 6 の特性を得ることにより、最適な洗浄水の水量を得ることができるので、洗浄水の節水を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】本発明の空気圧輸送配管の洗浄装置を用いた空気圧輸送配管洗浄システムの全体構成を説明したブロック図

40

【図 2】空気圧輸送配管内の洗浄水の状態を示した説明図

【図 3】混合比と有機体炭素量との関係を示したグラフ

【図 4】空気圧輸送配管の粉粒体が付着し易い箇所を説明するために用いた図

【図 5】ロータリーフィーダーの先端周速と供給流量との関係を示したグラフ

【図 6】洗浄水供給量と有機体炭素量との関係を示したグラフ

【符号の説明】

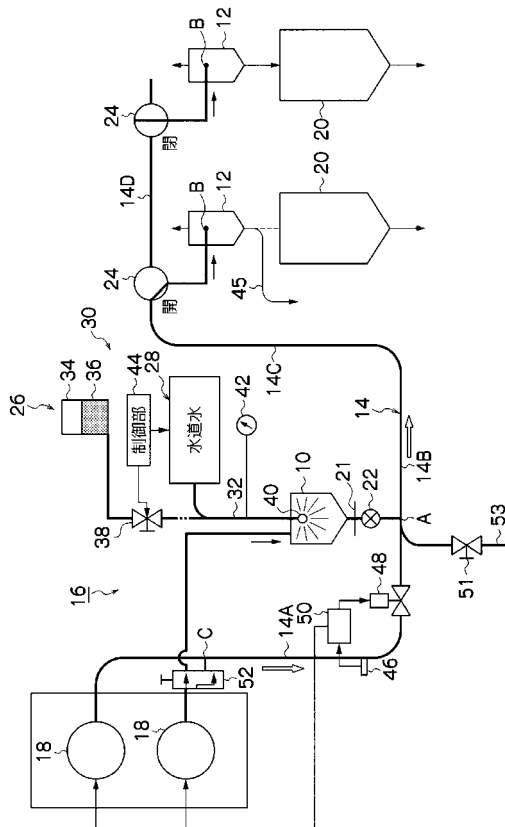
【0053】

10 ... ホッパ、12 ... サイクロン、14 ... 空気圧輸送配管、16 ... 洗浄装置、18 ... プロア、20 ... タンク、21 ... 閉鎖弁、22 ... ロータリーフィーダー、24 ... 切換バルブ、26 ... 洗浄液供給部、28 ... 水道水供給部、30 ... 洗浄水供給装置、32 ... 洗浄水供給管

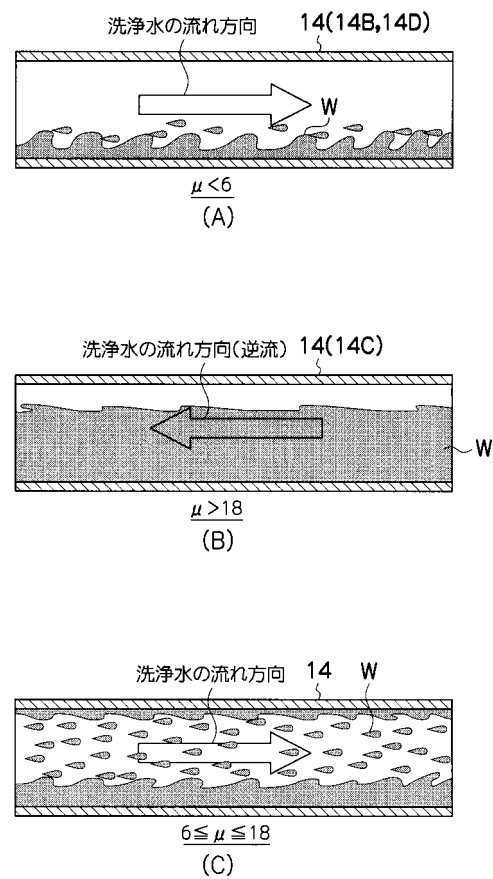
50

、 3 4 ... タンク、 3 6 ... 洗浄液、 3 8 ... バルブ、 4 0 ... ノズル、 4 2 ... 流量センサ、 4 4 ... 制御部、 4 6 ... 水位センサ、 4 8 ... バルブ、 5 0 ... マイコン、 5 2 ... 切換バルブ

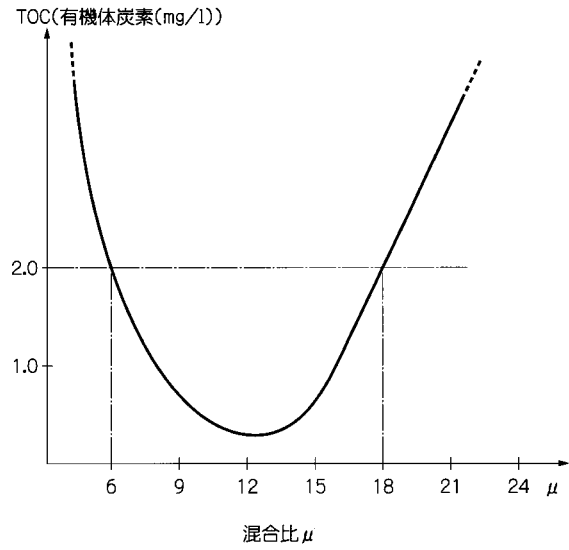
【図 1】



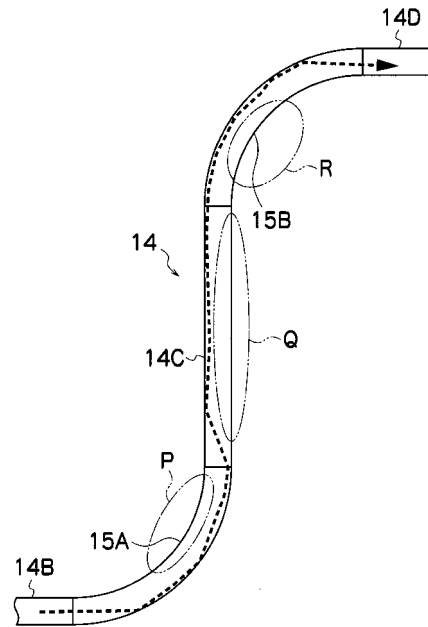
【図 2】



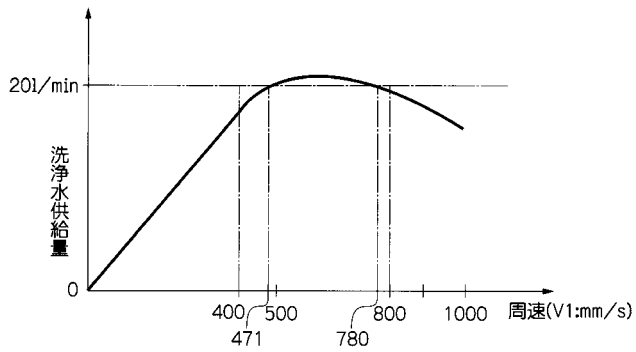
【 図 3 】



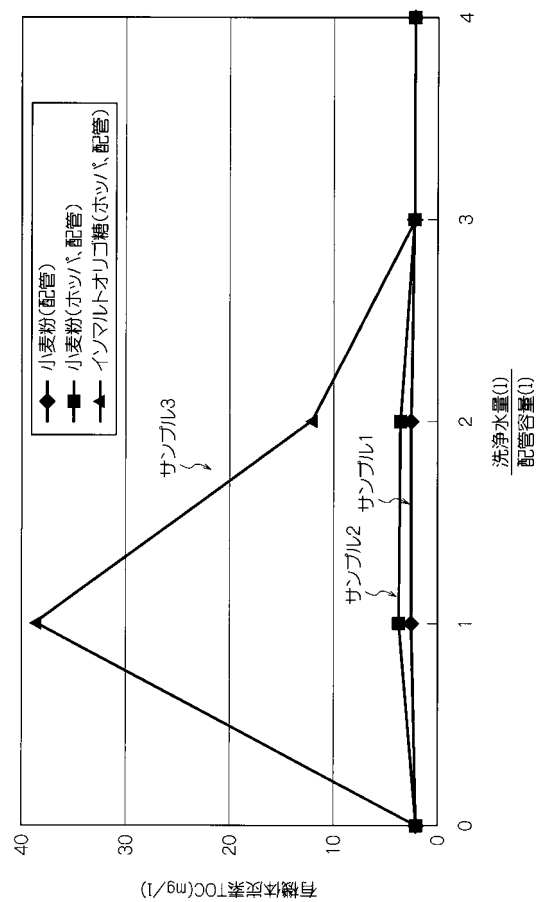
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3B201 AA13 AB51 BB62 BB90 BB92 CD41
3F047 AA03 BA02 BA10 CA02 CC01