

浄水カートリッジへの活性炭自動充填法

Automatic Filling Method of Active Carbon into Water Cleaning Cartridges

清水 康幸* 上園 祐介* 松原 育郎* 古賀 博隆** 平石 裕二** 柏 正高**
 Yasuyuki Shimizu Yusuke Kamizono Ikuro Matsubara Hirotaka Koga Yuji Hiraishi Masatake Kakoi

据置型アルカリ整水器に搭載されている浄水カートリッジへの活性炭充填において、粒状活性炭が充填されるメッシュ素材の充填容器に充填途中から振動を連続して加えるとともに断続して負圧吸引を行うことにより、粒状活性炭の粒子間に含まれる空気を効率よく脱気し、充填表面の平坦化と充填密度の向上を実現した。この方式を用いて開発した自動組立機は従来に比べて充填時間を1/8に短縮、不良率を1/4に低減している。また、粒状活性炭飛散防止カバーと微粉末吸引機能を設けることで粒状活性炭充填時に発生する微粉末の飛散を防止し、作業環境のクリーン化を実現している。

In the process of filling the cartridges used for a stationary alkaline water cleaner with active carbon, an improved filling density with a flat filled surface has been achieved by adding continuous vibration to the filling container made of mesh material in the middle of the filling process of active carbon particles, while applying a discontinuous negative pressure for efficiently eliminating the air between carbon particles. The automatic assembly machine developed by using this method has reduced the filling time to 1/8 and the defect rate to 1/4 compared with the previous method. By adding a cover for preventing the dispersion of active carbon particles and suction function of carbon powder, the spread of carbon powder in the carbon filling process is prevented, thereby achieving a clean operation environment.

1. まえがき

当社の据置型アルカリ整水器（図1）に搭載されている浄水カートリッジ（図2）の生産工程には、粒状活性炭を活性炭カートリッジへ充填する工程がある。従来、この工程は自動化されていなかったため、生産性と作業環境の改善が必要であった。

そこで筆者らは、粉体の計量方法や食品生産等で行われている粉体充填技術を検討・評価し、粒状活性炭の充填途中から活性炭カートリッジに振動を与えるとともに、カートリッジ内を断続的に負圧吸引して、効率的に圧縮充填する方法を開発した。

また、浄水カートリッジへの活性炭充填から組立、検査までの工程を一貫したラインとして自動化した。

本稿では、粒状活性炭の自動圧縮充填技術を中心に、これを用いて製作した自動組立機の概要と特徴について述べる。



図1 据置型アルカリ整水器外観



図2 浄水カートリッジ外観

* 電器事業本部 電器ものづくり・調達革新センター Manufacturing & Procurement Innovation Center, Home Appliances Manufacturing Business Unit

** 電器事業本部 アクア・デバイス事業部 Water Processing Products & Devices Division, Home Appliances Manufacturing Business Unit

2. 浄水カートリッジの概要

浄水カートリッジの構造を図3に、また活性炭カートリッジの詳細を図4に示す。

浄水カートリッジは、大別して①活性炭カートリッジと②中空糸膜で構成される。アルカリ整水器に導入された水道水は、活性炭カートリッジによってトリハロメタンと遊離残留塩素が取り除かれ、中空糸膜によって不純物が除去される。活性炭カートリッジの③仕切板A（以下、充填容器と記す）と④仕切板Bはメッシュ素材でできており、水や空気を通す性質を有している。

中空糸膜内部には微量の⑤粉末活性炭が入っており、活性炭カートリッジ内部には⑥粒状活性炭が高密度に充填されている。ここで、仕切板Bの中に粒状活性炭を入れないことが充填時の課題である。

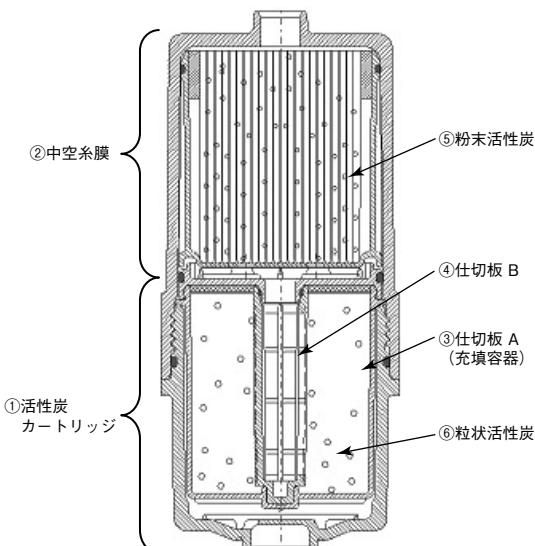


図3 浄水カートリッジ構造図

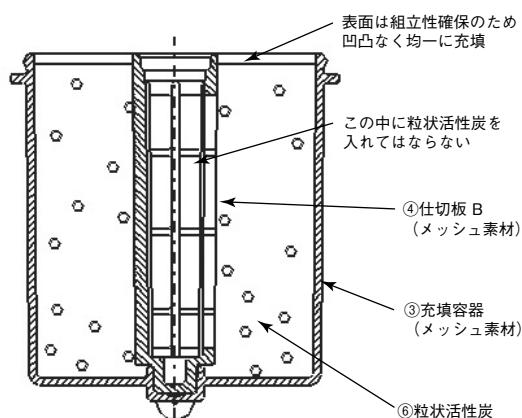


図4 活炭カートリッジ詳細図

3. 粒状活性炭自動圧縮充填の課題

3.1 自動化技術課題

粒状活性炭充填工程における充填時間は、従来の充填方法では120秒／個要していたが、設備の目標サイクルタイム内に充填させるため、これを1/8に短縮する。

図5に粒状活性炭を自然落下で充填容器に入れた状態を示すが、この状態の粒状活性炭の体積は容器の内容積より圧倒的に大きいためあふれてしまう。

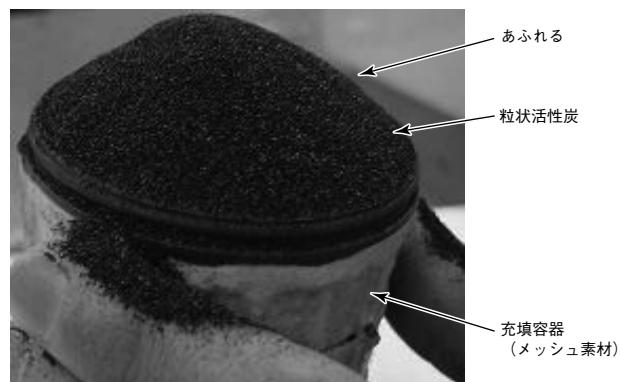


図5 粒状活性炭を自然落下で入れた状態

そこで、粒状活性炭を圧縮して充填容器内へ高密度に、しかも組立性確保のためにも表面は凹凸なく均一に充填する必要がある（図6）。この作業が充填時間を著しく長くしており、粒状活性炭圧縮充填の高速化が課題となっている。



図6 粒状活性炭を圧縮充填した状態

3.2 既存の粉体供給方式の比較検討

粒状活性炭の自動供給手段については、既存の粉体自動供給方式¹⁾で今回の粒状活性炭に対する適応性、サイクルタイム、コストの3項目で評価を行い、供給機自体はオーガ式供給機を採用する（表1）。

表1 粒状活性炭自動供給方式と評価結果

方式	容積計量方式			質量計量方式	
	計量カップすり切り式	1軸偏心ねじポンプ式	オーガ式	流出計量式	受入計量式
概要図					
適応性	△	△	○	△	△
サイクルタイム	○	○	○	△	△
コスト	○	△	△	△	△
評価	△	△	○	△	△

3.3 既存の粉体圧縮充填方式の比較検討

粒状活性炭を目標サイクルタイム内で圧縮充填するため、既存の圧縮充填方式を用いて実験と評価を行う。結果を表2に示すが、今回の粒状活性炭は粉体の流動性が高く、さらに充填容器の中央にある仕切板Bが充填時の障害物となり、いずれの圧縮充填方式を用いても目標を達成することができない。そこで筆者らは、独自の活性炭加振・脱気充填技術を開発したので次章で述べる。

4. 粒状活性炭加振・脱気充填技術の開発

4.1 加振・脱気充填法の考案

浄水カートリッジ自動組立機の開発に先行して、独自に考案した粒状活性炭加振・脱気充填実験装置の全体図を図7に、加振・脱気部を図8に示す。

この方法のポイントは、充填容器がメッシュ素材であり、空気は通すが粒状活性炭は通さない性質を利用し、充填容器に継続的に振動を加えるとともに、充填容器内部を断続的に負圧吸引することで、粒状活性炭を脱気しながら効率良く圧縮充填することにある。

この方法により、粒状活性炭の嵩密度²⁾は自然状態での0.40 g/mLに対して圧縮充填後は0.55 g/mLとなり、1.4倍まで高めることができ、充填時間も従来の120秒/個から、1/8に短縮することができる。

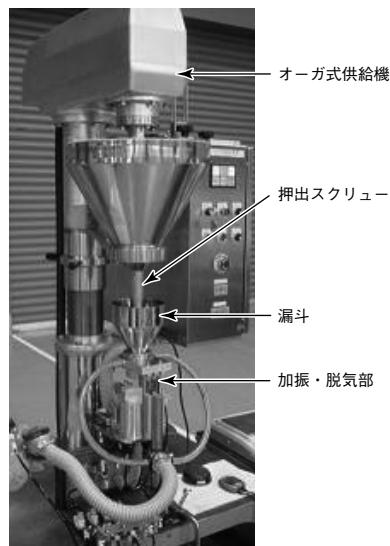


図7 実験装置全体図

表2 粒状活性炭自動圧縮充填方式と評価結果

方式	自然落下充填式	オーガ押込充填式	脱気オーガ充填式	加振充填式
概要図				
結果	粒状活性炭があふれる	粒状活性炭の流動性が高く さらに仕切板Bが障害物となるため 供給装置側での圧縮充填は不可能	← 同左	充填時間：120秒/個
評価	×	×	×	△

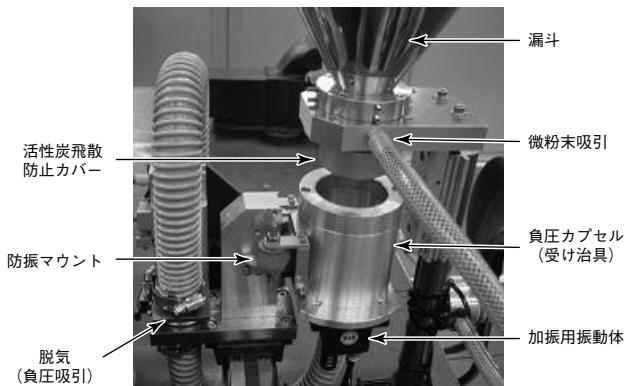


図8 加振・脱気部

4.2 加振・脱気充填装置の概要と特徴

図9に加振・脱気充填装置の構造を示す。

①负圧カプセル（受け治具）の中にセットした充填容器は、③脱気口（负圧吸引）から真空到達度 -25 kPa に负压吸引できる。また负圧カプセルは、④防振マウントを介して⑨固定部で支持され、负圧カプセル下部に連結されている②加振用振动体により振动を加えることができる。

负压カプセル上部には、仕切板Bに粒状活性炭を入れないための⑧マスクと、粒状活性炭供給用の⑦漏斗を備えている。さらに、粒状活性炭充填時に発生する微粉末の飛散、舞い上がりを防止するため、⑤粒状活性炭飞散防止カバーと⑥微粉末吸引口を設けている。

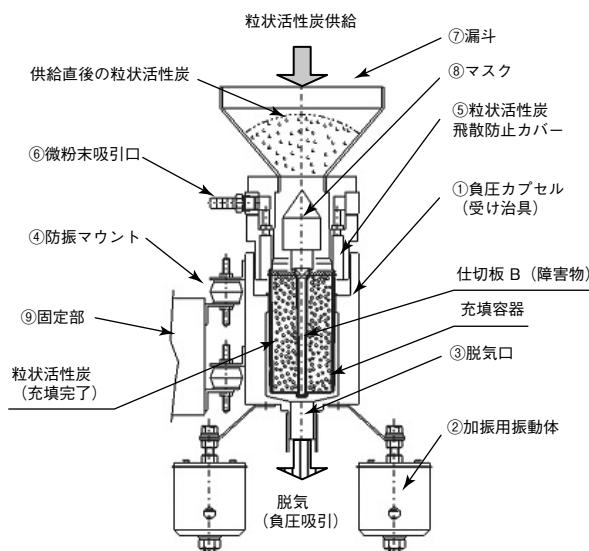


図9 加振・脱気充填装置構造

図10に粒状活性炭供給・加振・负压吸引のタイミングチャートを示す。

オーガ式供給機から自動定量供給された粒状活性炭は、まず漏斗内部に溜る。その後、徐々に负压カプセル内部にセットした充填容器の中へ充填される。このとき、粒状活性炭供給開始から一定時間経過後、负压カプセルに加振を連続して行い、さらに负压吸引を断続的（パルス波状）に

行う。これにより、粒状活性炭の粒子間に含まれている空気を効率よく脱気できるとともに、粒状活性炭を均一に圧縮充填することができるため、嵩密度のアップと圧縮充填時間の大幅な短縮が可能になる。

また、浄水カートリッジの種類によっては、粒状活性炭の成分や充填質量などの仕様が異なるため、嵩密度のコントロールを必要とする。そこで、加振・负压吸引それぞれの運転時間、休止時間、およびタイミングは、任意に設定、記憶できる制御システムにしている。

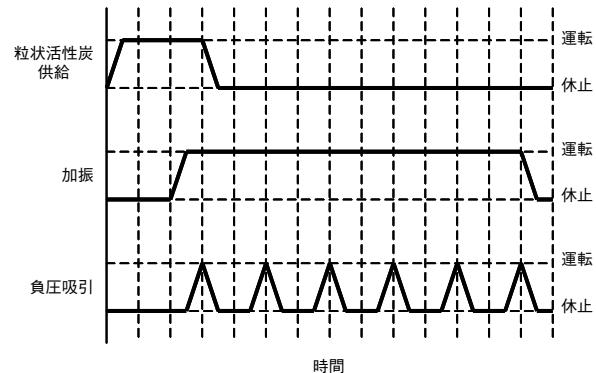


図10 粒状活性炭供給・加振・负压吸引タイミングチャート

5. 浄水カートリッジへの適用と効果

5.1 浄水カートリッジ自動組立機の開発

考案した粒状活性炭加振・脱気充填法を用いて、浄水カートリッジ自動組立機（以下、自動組立機と記す）を開発する。

この自動組立機は、モジュール化した充填装置、組立装置、工程間を直結する移載装置、部品供給ストック装置、および組立完成品リーク検査装置から構成される。

自動組立機の外観を図11、工程フローを図12に示す。



図11 浄水カートリッジ自動組立機外観

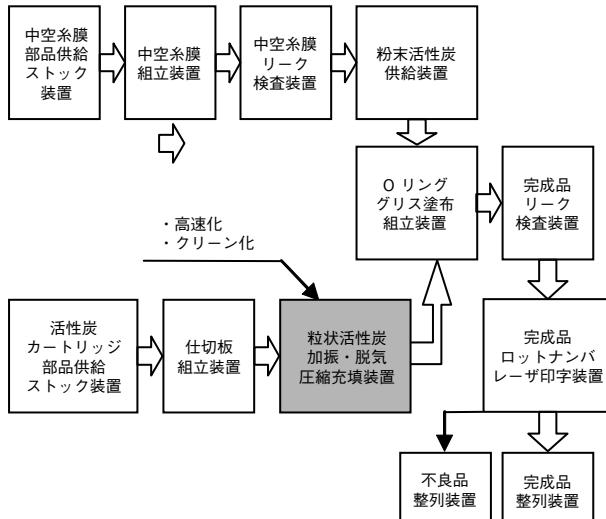


図12 工程フロー

5.2 自動組立機開発の効果

この自動組立機は、一貫した自動化ラインによる生産数増加への対応、品質の安定化、合理化、およびリードタイム短縮を目指して開発されたものである。

とくに、粒状活性炭充填工程は、従来工程の調査から問題点の抽出、自動化技術課題の整理を行い、独自の加振・脱気充填技術の開発により、大幅なサイクルタイム短縮と充填状態の精度向上、生産能力向上とともに、不良率75%削減という品質の安定化も達成している。

また、設備投資費用を抑えるため、既存の設備ユニットを有効に組み合わせ、ストック方式の部品供給装置を用いることで、マーシャリングに必要な作業工数（人員）を最小にし、30%の合理化を達成している。

さらに、工程間を移載装置で直結することで、工程間の仕掛品をなくし、インラインでリーク検査と完成品ロットナンバのレーザ印字まで一貫して行うことにより、リードタイムを66%短縮している。

6. あとがき

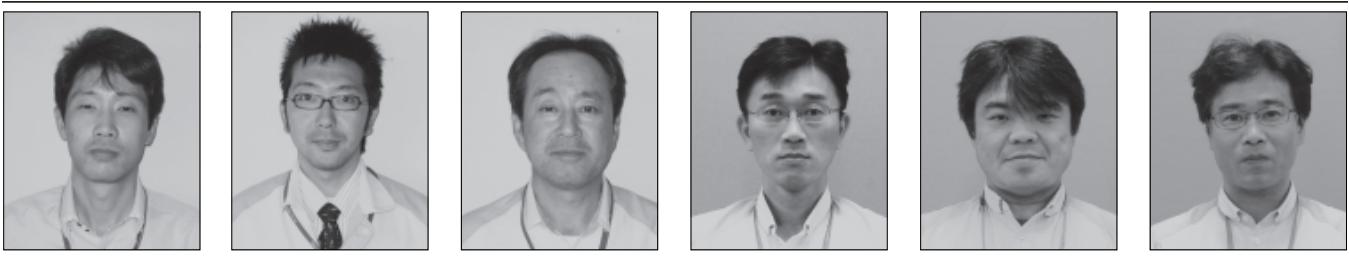
据置型アルカリ整水器に搭載されている浄水カートリッジへの活性炭充填において、粒状活性炭が充填されるメッシュ素材の充填容器に充填途中から振動を連続して加えるとともに断続して負圧吸引を行うことにより、粒状活性炭の粒子間に含まれる空気を効率よく脱気し、充填表面の平坦化と充填密度の向上を実現した。この方式を用いて開発した自動組立機は従来に比べて充填時間を1/8に短縮、不良率を1/4に低減した。また、粒状活性炭飛散防止カバーと微粉末吸引機能を設けることで粒状活性炭充填時に発生する微粉末の飛散を防止し、作業環境のクリーン化を実現した。

今後、この開発で得た充填技術の応用展開と生産設備のフルオートメーション化を図り、浄水カートリッジ生産分野へのさらなる貢献と合理化を推進する予定である。

*参考文献

- 1) 伊藤 光弘：図解 粉体機器・装置の基礎、工業調査会、p. 122-123, 163 (2005)
- 2) 羽多野 重信、森 英利、浅井 信義：図解 粉体技術最前線、工業調査会、p. 116 (2003)

◆執筆者紹介



電器ものづくり・調達革新センター

電器ものづくり・調達革新センター

電器ものづくり・調達革新センター

アクア・デバイス事業部

アクア・デバイス事業部

アクア・デバイス事業部