

# アセプティックリンサー排水回収装置「ARRoWS®」 (飲料用無菌充填装置向け、洗浄排水リサイクル装置)

高橋 洋平\* 星 舞奈\* 大場 将純\*

## [ARRoWS®] Discharged Aseptic Rinser Recovery System for Beverage Bottling Facility

by Yohei TAKAHASHI, Maina HOSHI, & Masazumi OBA

Aseptic filling systems used at beverage factories discharge a large volume of water used for washing plastic bottles. Chemicals from the disinfectant for bottles need to be eliminated to recover the discharged water. For this purpose, Swing Corporation has developed ARRoWS® discharged aseptic rinser recovery system that applies a combination of a reduction tower in a unique structure, anion exchange tower, and RO flow. Benefits of ARRoWS® include the following.

- 1) It inhibits the growth of microbes in the recovery equipment.
- 2) It eliminates the tiny quantities of organic constituents from plastic bottles or disinfectant.
- 3) It increases the rate of recovery of wastewater.
- 4) It prevents generation of highly corrosive wastewater.
- 5) It is space-saving.

**Keywords:** Aseptic filling system, Beverage bottling, Bottle rinser, Waste-water recovery, Reduction tower, Anion exchange tower, Rinser waste water, Peracetic acid, Hydrogen peroxide, Sterilized water

### 1. はじめに

近年、飲料工場では、資源の節約、環境負荷低減の観点からペットボトルの軽量化が進むとともに、ペットボトルに製品液を常温・無菌充填するアセプティック充填システムの導入が進んでいる。

アセプティック充填システムでは、ペットボトルの殺菌を目的として過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、過酢酸 (PAA) 及び酢酸を主成分とする薬剤が使用されている。ペットボトルに残留した薬剤は、製品液充填前のボトル洗浄工程で洗浄されるが、この工程で多量の水が使われている。

飲料工場では、水使用量の削減、エネルギー使用量の削減が大きなニーズであり、アセプティック充填システムから発生するボトル洗浄排水(以下、リンサー排水)は、排水量が多く、同伴する廃熱量も大きいことから、回収再利用するメリットは大きい。

このリンサー排水を回収再利用する一般的な方法としては、過酸化水素、過酢酸を活性炭等の触媒で還元し、

その後イオン交換樹脂で酢酸を除去する方法が知られている。しかし、装置内における微生物の増殖が著しい、ボトルや殺菌剤由来の微量のTOC (Total organic carbon) 成分の除去が困難である、またイオン交換樹脂の再生排水として腐食性の高い酸性排水が発生するなど、課題が多いのが実状であった。

アセプティックリンサー排水回収装置 (ARRoWS®) は、これら課題を解決するために開発したものであり、還元装置+アニオン塔+RO膜を採用したことを特徴とする当社 [水ing(株)] 独自の処理装置である。その概要を以下に述べる。

なお、この「リンサー排水回収装置 (ARRoWS®)」は、一般社団法人産業機械工業会から第40回優秀環境装置表彰日本産業機械工業会会長賞を受賞した<sup>1)</sup>。

### 2. 製品概要

アセプティックリンサー排水回収装置(以下ARRoWS®)の標準フローを図1に、各機器の役割を表1に示す。リンサー排水は、ペットボトル殺菌時にボトルに付着した殺菌剤を無菌水<sup>(\*)</sup>で洗浄する際に、ボトルリンサーから排出されARRoWS®に送られる。ARRoWS®ではリンサー

\* 水ing(株)

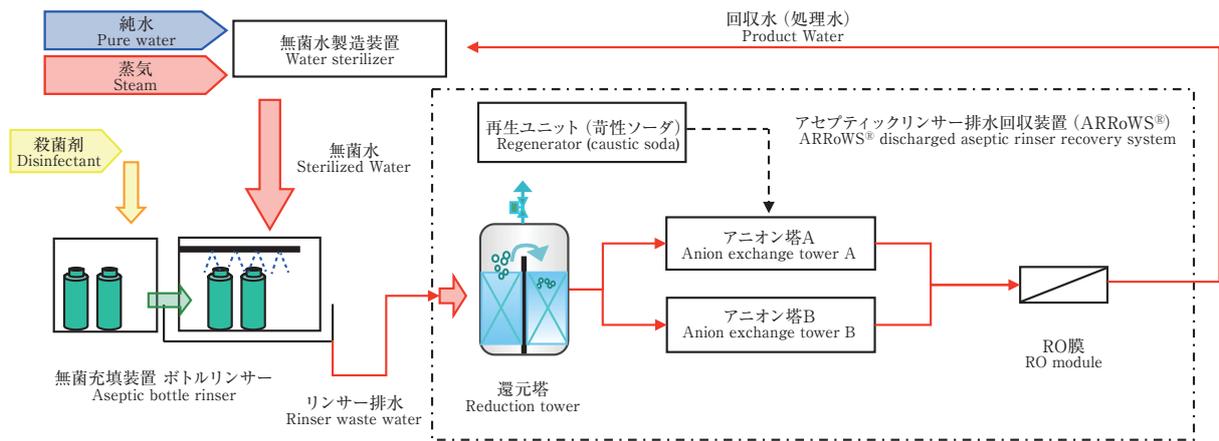


図1 リンサー排水回収装置（ARRoWS®）標準フロー

Fig. 1 Flowchart of ARRoWS® discharged aseptic rinser recovery system

表1 各機器の役割

Table 1 Equipment functions

機器名称 Unit	形式 Type	役割 Function
還元塔 Reduction tower	2床1塔式 2-bed type tower	過酢酸及び過酸化水素の還元処理 Reduction of PAA and H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
アニオン塔 Anion exchange tower	向流再生式 Counter current type	イオン交換による酢酸除去 Removal of acetic acid by ion exchange
RO膜 RO module	スパイラル型、 超低圧膜 Spiral and low pressure type	TOC・微生物の除去 Removal of TOC and microorganisms

排水に含まれる殺菌剤成分である過酢酸（PAA）や過酸化水素（H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>）等を取り除き水道水質基準値以下まで浄化を行う。その後、処理水は無菌水製造装置で加熱殺菌され、ボトルリンサーで再利用される。

※無菌水：純水を加熱殺菌した無菌純水

### 3. 各機器の特長

#### 3-1 2床1塔式還元塔の採用による還元塔制菌効果

還元塔では、活性炭の触媒作用を利用し、殺菌剤に含まれる過酢酸及び過酸化水素を酢酸と水に分解する(式1, 2)。一般に酢酸は微生物にとって好適な栄養源であるため、酸化剤の分解が進み殺菌作用を失った後の塔内流路は微生物が繁殖しやすい環境に変化する。そのため還元塔下流側では、微生物の繁殖リスクが非常に高くなり、処理水の滅菌や頻繁な装置の殺菌洗浄など煩雑な制菌管理が

必要となる。

当社は、リンサー排水自身に殺菌成分が含まれることに着目し、図2に示す2床1塔式の還元塔を開発した。2床1塔式の還元塔では、塔内を2床に区画し、片側の塔底部から上向流でリンサー排水を導水し、その後、塔上部からもう一方の底部に向かい下向流で通水処理を行っている。2床の通水方向を短いサイクルで切り替え、還元塔底部を定期的にはリンサー排水に含まれる殺菌剤にさらすことで、還元処理と同時に塔内を殺菌できる。ARRoWS®は本法によって、還元塔の微生物繁殖リスクを大幅に軽減することが可能である。

また、2床1塔式を採用し、通水方向を切り替えることで塔内で発生する酸素を効率よく排出し、偏流を抑えて還元性能を長時間維持することができる。

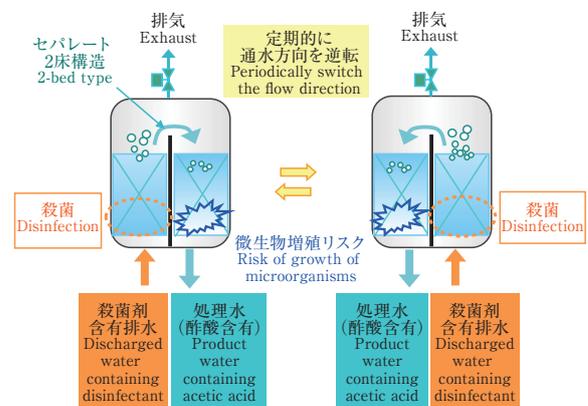


図2 還元塔の機構

Fig. 2 Scheme of reduction tower

還元反応



### 3-2 アニオン塔単床による制菌効果

ARRoWS®はアニオン塔単床を採用している。このアニオン塔では、還元塔におけるPAAの還元反応で生成した酢酸イオンをイオン交換によって除去する。酢酸を除去した処理水は、リンサー排水に含まれる微量のナトリウムイオンなどによって、アルカリ性の処理水となる。このため、アニオン塔及びアニオン塔後段は、微生物の繁殖が抑制される。

また、アニオン塔を2塔並列に配置し、比較的短時間のサイクルで交互に通水と再生を行う。再生には苛性ソーダを使用するため、再生と同時にアニオン塔の殺菌を行うことができる。

### 3-3 RO膜の適用による制菌効果

リンサー排水をアニオン塔で処理した水には、殺菌剤などに由来するTOC成分が、微量に残留している。TOC成分は、リンサー排水を1回循環利用しただけでは検出下限値以下の濃度であり問題とならないが、繰り返しリンサー排水を循環利用する場合、TOC成分の濃縮が進むため処理水の水質を維持する対策が必要となる。

一般に、カチオン樹脂及びアニオン樹脂を用いた回収装置では、TOC成分の除去は十分ではなく、水質を維持するには定期的な水の入れ替えが必要となり、回収装置の水回収率を高く設定できない要因となっていた。

ARRoWS®は、TOC成分の除去を目的としてRO膜を適用している。RO膜は図3に示すとおり緻密な膜であり、微生物に対しても高い阻止率を有している。

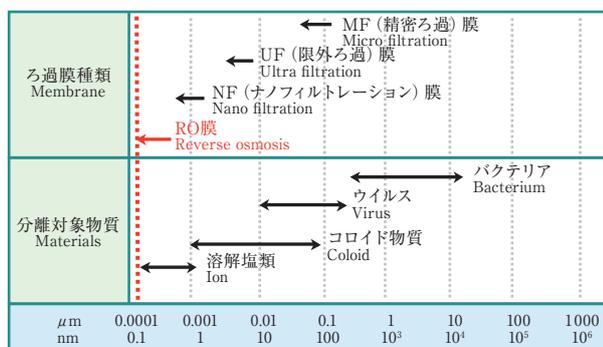


図3 膜の分離特性  
Fig. 3 Separation performance of membrane

表2 ARRoWS® 標準ユニット 仕様  
Table 2 Standard unit specifications of ARRoWS®

型式 Model	リンサー排水 Rinser waste water			処理水導電率 Product water electrical conductivity mS/m	ユニット外形寸法 Outside dimension of unit mm		
	濃度 Concentration mg/L		流量 Flow rate		W	D	H
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	PAA	m <sup>3</sup> /h				
AR-21			≤ 10	≤ 0.5 (*)	7000	2500	3400
AR-22	≤ 105	≤ 30	10 ~ 15		7500	2500	3500
AR-23			15 ~ 20		8000	2500	3600

※無菌水原水(純水)導電率≤0.2 mS/mの場合  
Applies when the electrical conductivity of sterilized raw water (pure water) is 0.2 mS/m or lower.

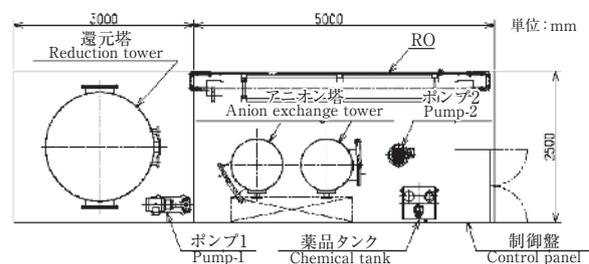


図4 ARRoWS® 外形図 (AR-23型)  
Fig. 4 Layout drawing of ARRoWS® (AR-23)

## 4. ARRoWS® 標準仕様

ARRoWS®標準ユニットの型式及び仕様を示す(表2)。また、ユニット外形図の一例を図4に示す。なお、リンサー排水の流量及び含まれる薬剤濃度は、リンサーの仕様(洗浄方法、薬剤濃度)によって異なる。ARRoWS®は、薬剤濃度等のリンサー排水の条件に応じて、カスタマイズが容易なシステムとなっている。

## 5. 特長

ARRoWS®の特長を以下に示すとともに、一般的な装置との性能比較を表3に示した。

(1) 安定した処理性能と、連続した運転時間の維持が可能  
2床1塔方式の還元塔、アニオン塔単床及びRO膜の採用によって、リンサー排水を確実に処理できる。さらに、全ての機器が制菌効果を有しているため、殺菌操作や洗浄作業を大幅に低減でき、長期間安定して運転することが可能である。

(2) 安定した処理水水質の維持が可能

ボトルや殺菌剤由来の微量TOC成分は、RO膜によって除去することが可能であり、循環利用時の濃縮を抑制

表3 ARRoWS®と一般的な装置の比較

Table 3 Comparison between general processor and ARRoWS®

	一般的な装置 General processor	ARRoWS®
除去物質 Removal materials	過酸化水素, 過酢酸 イオン成分 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , PAA Ions	過酸化水素, 過酢酸 イオン成分 TOC 微生物 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , PAA Ions TOC Microorganisms
水回収率 (処理水/回収原水) Recovery ratio (Treated water/ Raw water)	85%	90% ~ 94%
システム滅菌間隔 Sterilization interval	2週間 2 weeks	2箇月 2 months
再生用酸性薬剤 Acid regenerant	要 Necessary	不要 Unnecessary
設置スペース Footprint	大 Large	小 Small

し安定した処理水水質を維持することが可能である。また、RO膜は微生物の除去性能も優れているため、処理水への微生物リークのリスクを大幅に低減することが可能である。

(3) 高水回収率

制菌効果が高いため殺菌操作を大幅に低減できること

から、殺菌及び洗浄操作での水使用量を低減でき、水回収率を高くすることが可能である。

(4) 腐食性の高い酸性排水が発生しない

カチオン塔を使用しないため、腐食性の高い酸性の再生排水が発生しない。

(5) 省スペースユニット

省スペースである。ユニットは工場製作品であり現地工事期間が短い。

(6) 経済性が高い

水回収率が高いため、水回収のメリットとともに、高い熱回収効果を得ることが可能で経済性が高い。

## 5. おわりに

ARRoWS®は、2012年から順次国内飲料工場において稼動中であり、高評価を得ている。ARRoWS®は、ペットボトルのリンサー排水の回収をターゲットとして開発したが、食品業界では殺菌剤を含んだ比較的高温の洗浄排水が各所で排出されている。今後は飲料業界での拡販を進めるとともに、他の食品業界の洗浄排水の回収にも展開を期待する。

### 参考文献

- 1) 一般社団法人 日本産業機械工業会, 第40回優秀環境装置 (2014年6月).