

## 次亜塩素酸水生成装置に関する調査報告 2013

堀田国元、都筑洋子、古米保、菊地憲次

財団法人機能水研究振興財団次亜塩素酸水生成装置に関する調査委員会

2013.8.1. 受理

はじめに

次亜塩素酸水とは、希薄な塩化ナトリウム (NaCl) あるいは塩酸水などの塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) を含有する水溶液を電解することによって生成する次亜塩素酸が主成分の電解水を指している。生成装置を含めて、品質、有効性、安全性に関して国の審査を経て食品添加物 (殺菌料) に指定されたものとして、強酸性次亜塩素酸水、弱酸性次亜塩素酸水、および微酸性次亜塩素酸水がある (2013 年 8 月現在)。一方、次亜塩素酸ナトリウム (食品添加物) の希釈液として見做されている“電解次亜水 (pH7.5 超)”も NaCl 水の電解によって生成する次亜塩素酸を含んでいる。機能水研究振興財団では、以上について食品添加物およびそれと同等性のあるものとして括り、日本機能水学会監修のもと専門家および認可申請した企業などの協力を得て「次亜塩素酸水生成装置に関する指針」を作成し、第 2 版を 2012 年 12 月に刊行した。

次亜塩素酸水の製造は以下の工程で行われる。飲用適の原水 (軟水が前提で、硬水は軟水化) に NaCl や希塩酸などの被電解物質を規定の濃度に加えて電解槽に導入し、直流電流を流すと陽極において次亜塩素酸が生成する。生成装置からは次亜塩素酸を規定の濃度で含む電解水が吐水されるが、それを直接使用するか、または貯水タンクに貯めたものを使用する。上記の指針には、生成装置の解説とともに、次亜塩素酸水の生成工程に関連する機器の施工と保守管理についてまとめられている。

一方、上記の次亜塩素酸水のほかに、次亜塩素酸を中性状態 (pH6.5~7.5) で生成する電解装置がある。その電解水は、生成装置とともに、品質、有効性、安全性に関するデータを揃えて厚生労働省に認可申請相談したものの、担当官の状況判断により個別審査の俎上に乗らないままに据え置かれている。この電解水は、水道水そのもの (塩化物イオンを含む) を電解することによって生成し、その水質は水道水基準に適合しており、いわば“中性次亜塩素酸水”といえることができる。

そこで本調査報告では、以下に示す事項について「次亜塩素酸水生成装置に関する指針第 2 版」の「第 2 部生成装置」から抜粋して掲載しているが、“中性次亜塩素酸水”の生成装置についても掲載した。

### 第 1 章 装置の基本構成

1-1	強酸性次亜塩素酸水 (強酸性電解水) /二室型生成装置	2
1-2	強酸性次亜塩素酸水 (強酸性電解水) /三室型生成装置	4
1-3	弱酸性次亜塩素酸水 (弱酸性電解水) /二室型生成装置	6
1-4	弱酸性次亜塩素酸水 (弱酸性電解水) /三室型生成装置	8
1-5	微酸性次亜塩素酸水 (微酸性電解水) /一室型生成装置 (塩酸水電解)	10
1-6	微酸性次亜塩素酸水 (微酸性電解水) /一室型生成装置 (塩化ナトリウム・塩酸混液電解)	12
1-7	電解次亜水 (次亜塩素酸ナトリウム水溶液) /一室型生成装置	14
1-8	電極	16
1-9	塩化ナトリウム	19
1-10	“中性次亜塩素酸水 (中性電解水)” /一室型生成装置	20

### 第 2 章 装置の設計基準

2-1 設計理念、2-2 規格基準、2-3 輸送及び保管

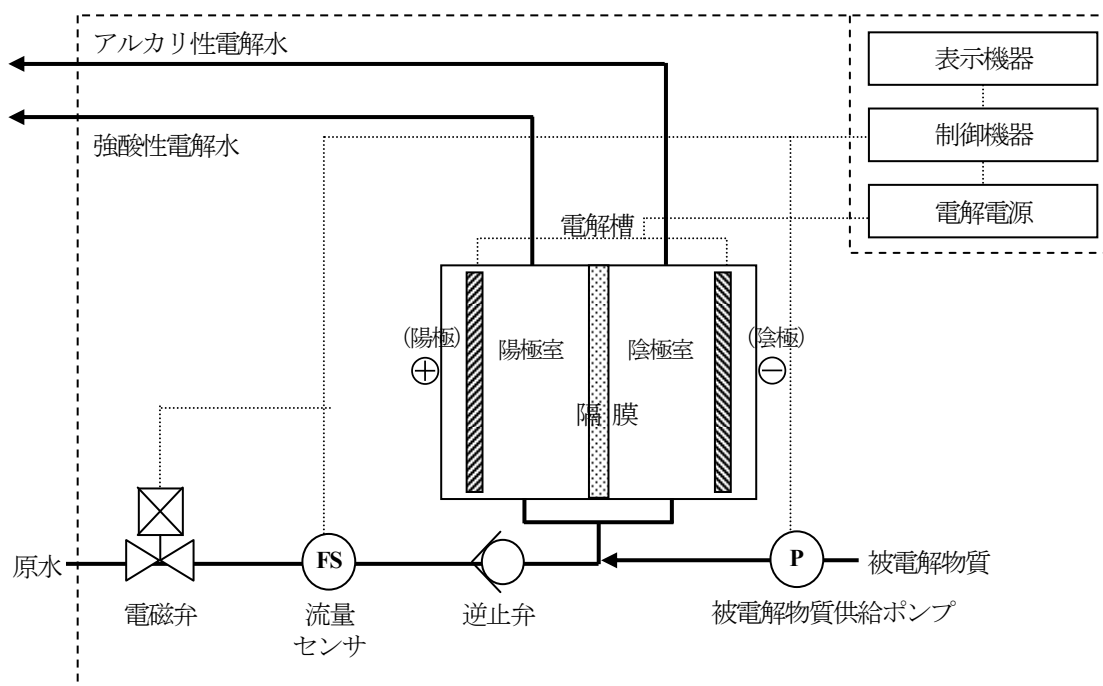
### 第 3 章 装置と周辺機器の設置・施工

3-1 システム周辺機器、3-2 周辺機器の接続、3-3 設置条件

### 第 4 章 生成装置の例

# 第1章 装置の基本構成

## 1-1 強酸性次亜塩素酸水（強酸性電解水）／二室型生成装置



二室型装置の基本構成

### 1-1-1 電解槽

二室型電解槽とは、陽極室（陽極）－隔膜－陰極室（陰極）の順で構成される電解槽である。

陽極室および陰極室の通液部には、被電解物質溶液が供給される。電気分解によって陽極室では次亜塩素酸を含む pH の低い強酸性電解水が、陰極室では pH の高いアルカリ性電解水が生成される。

陽極室と陰極室の材質には、生成された電解生成物に対する耐久性があること。

強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、強酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準〔食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）〕を満たすこと。

### 1-1-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などを用いる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出ししないものであること」が掲載されている。

生成された強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電極由来の金属類が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-1-3 隔膜

隔膜には、生成された電解水や電解反応に対する耐久性があること。

強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電解槽の材質同様、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-1-4 被電解物質供給ポンプ

二室型電解槽には、塩化ナトリウム（「食塩」など）の塩化物イオンが含まれる被電解物質が供給される。被電解物質に含まれる塩化物イオンは金属の腐食を促進させるため、供給用のポンプの接液部は、耐腐食性のある材質を使用すること。

接液部については、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-1-5 内部配管材

装置内の配管に接触する液体は、被電解物質と酸性及びアルカリ性の電解水である。そのため配管の材質には、酸やアルカリ、次亜塩素酸に対して耐性を持つ、耐衝撃性硬質塩化ビニル管（HIVP）等の塩化ビニル樹脂（PVC）やポリプロピレン（PP）やフッ素樹脂（PFA）、などが適している。また、配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムなどを使用する。これらの配管材も電解水と直接接触するため、強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-1-6 電解電源部

電源部の安全性については電気用品安全法の定める技術基準に準ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや、通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている〔電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）〕。

### 1-1-7 制御部

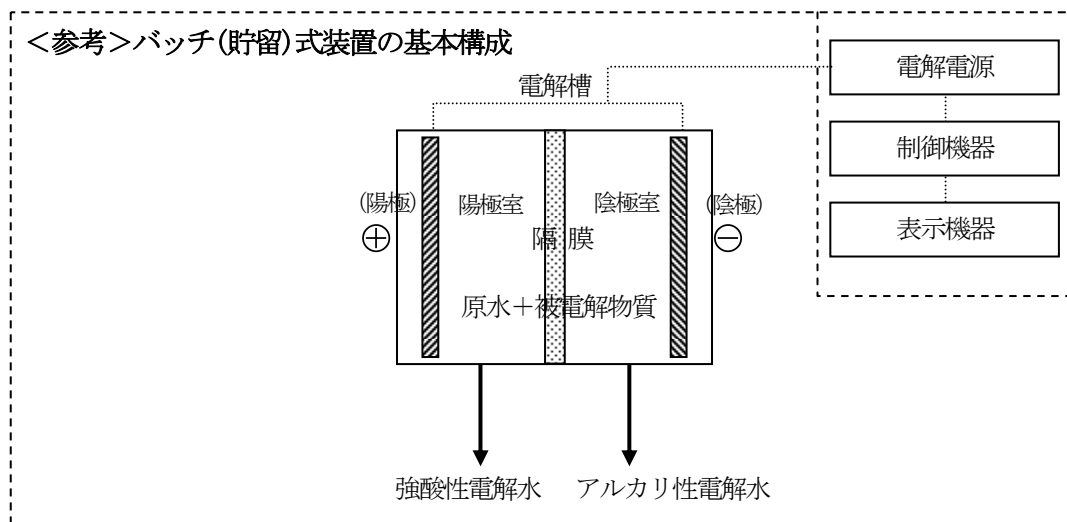
電解水の水質は、電解の電流値に依存する。電解水生成装置は電解水の水質を安定させるため、一定値の直流電流を電解槽に供給できるように制御をすること。

規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

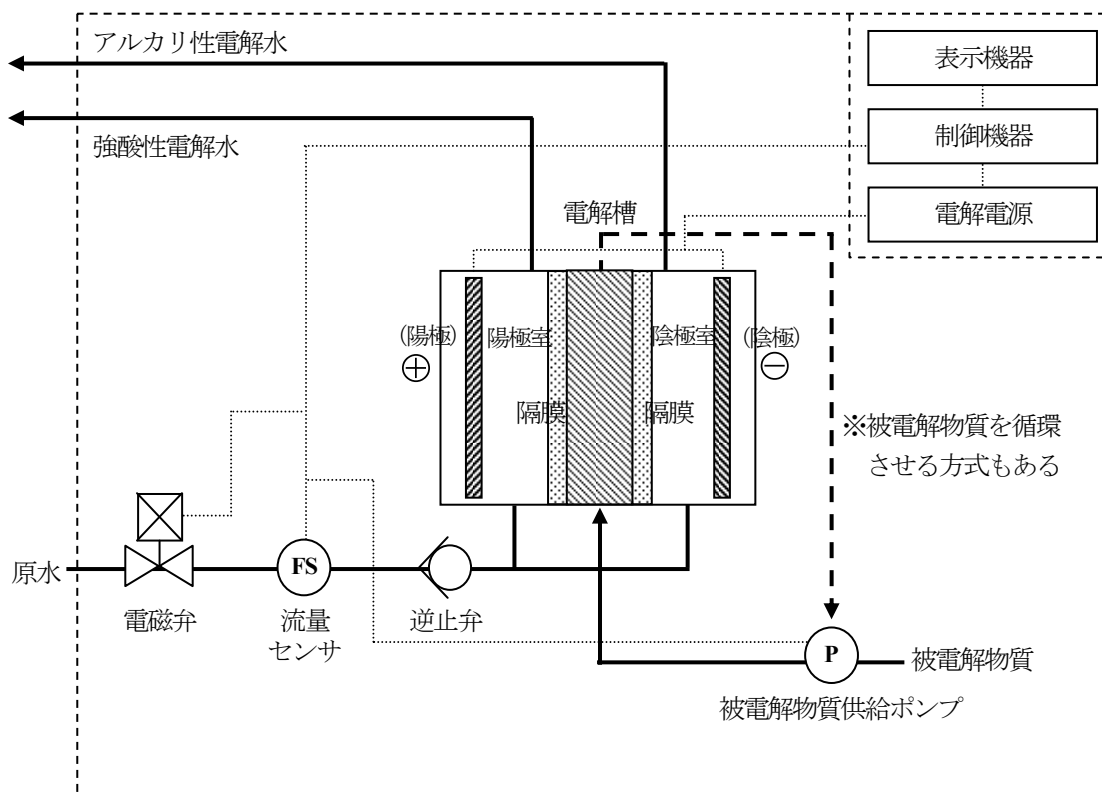
### 1-1-8 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転/停止を知らせる表示機器が設置される。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転/停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に異常を知らせる出力ポートがあることが望ましい。



## 1-2 強酸性次亜塩素酸水（強酸性電解水）／三室型生成装置



三室型装置の基本構成

### 1-2-1 電解槽

三室型電解槽とは、陽極室(陽極)－隔膜－中間室－隔膜－陰極室(陰極)の順で構成される電解槽である。

陽極室および陰極室の通液部には原水が供給され、中間室の通液部には被電解物質溶液が供給される。電解によって陽極室では次亜塩素酸を含むpHの低い強酸性電解水が、陰極室ではpHの高いアルカリ性電解水が生成される。中間室からは隔膜を介して、電解に必要なイオンが陽極室および陰極室に供給される。

陽極室・陰極室および中間室の材質には生成された電解生成物に対する耐久性があること。

強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、強酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準〔食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）〕を満たすこと。

### 1-2-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などを用いる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出ししないものであること」が掲載されている。

陽極には、不溶性であるチタンなどの基材に塩素発生効率を高めるための触媒を形成した電極を用いる。陰極には、陽極同様チタンなどを基材とし触媒を形成した電極を用いる。

生成された強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電極由来の金属類が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-2-3 隔膜

隔膜にはイオン選択性のあるイオン交換膜を用いる。陽極室と中間室の間の隔膜には、中間室の被電解物質溶液から塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) を供給するため、陰イオンを選択的に透過するアニオン交換膜を使用する。陰極室と中間室の間の隔膜には、中間室からナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>) などの陽イオンを供給するため、陽イオンを選択的に透過するカチオン交換膜を使用する。隔膜は、生成された電解水や電解反応に対する耐久性があること。

隔膜も、強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電解槽の材質同様に食品衛生法の定める規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-2-4 被電解物質供給ポンプ

三室型電解槽の中間室には、塩化ナトリウム (「食塩」など) の塩化物イオンが含まれる被電解物質溶液が供給される。被電解物質溶液の供給は、飽和被電解物質溶液を生成するタンクより循環供給する方法と、所定の濃度に調整した被電解物質溶液を供給する方法がある。被電解物質溶液に含まれる塩化物イオンは金属の腐食を促進させるため、供給用のポンプには接液部に金属を用いないものが望ましい。

中間室に被電解物質を供給する経路も接液部とみなされるため、被電解物質供給ポンプも食品衛生法の規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-2-5 内部配管材

電解水製造装置内の配管に接触する液体は、原水と酸性及びアルカリ性の電解水、中間室に供給される被電解物質溶液である。そのため配管の材質には、酸やアルカリ、次亜塩素酸に対して耐性を持つ、耐衝撃性硬質塩化ビニル管 (HIVP) 等の塩化ビニル樹脂 (PVC) やポリプロ

ピレン (PP)、ポリエチレン (PE)、フッ素樹脂 (PFA, PTFE) が適している。

配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムを使用する。

配管材も電解水と直接接するため、強酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、食品衛生法の定める規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-2-6 電解電源部

電源部の安全性については、電気用品安全法の定める技術基準に準ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている [電気用品の技術上の基準を定める省令 (昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号)]。

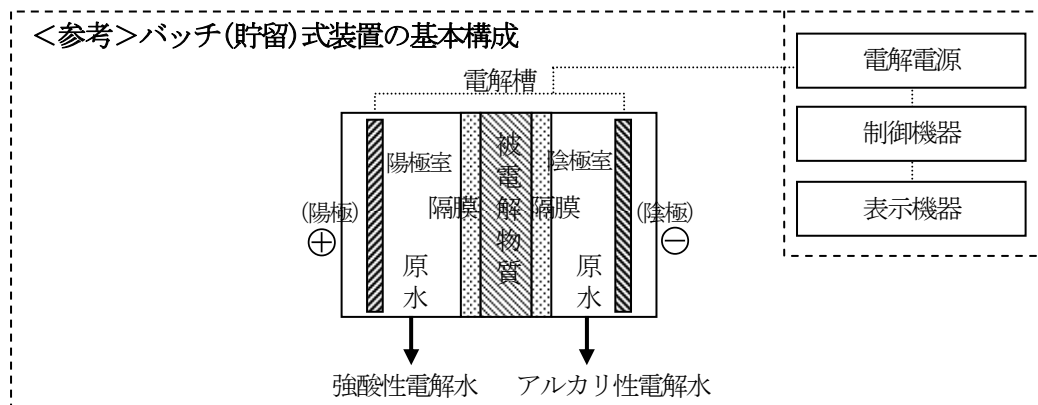
### 1-2-7 制御部

電解水の水質は電解の電流値に依存するので、電解水生成装置は電解水の水質を安定させるため、一定値の直流電流を電解槽に供給できるような制御をする。また、供給水質の変動に対応するため、電解の電流値を調節する機能を持たせること。規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

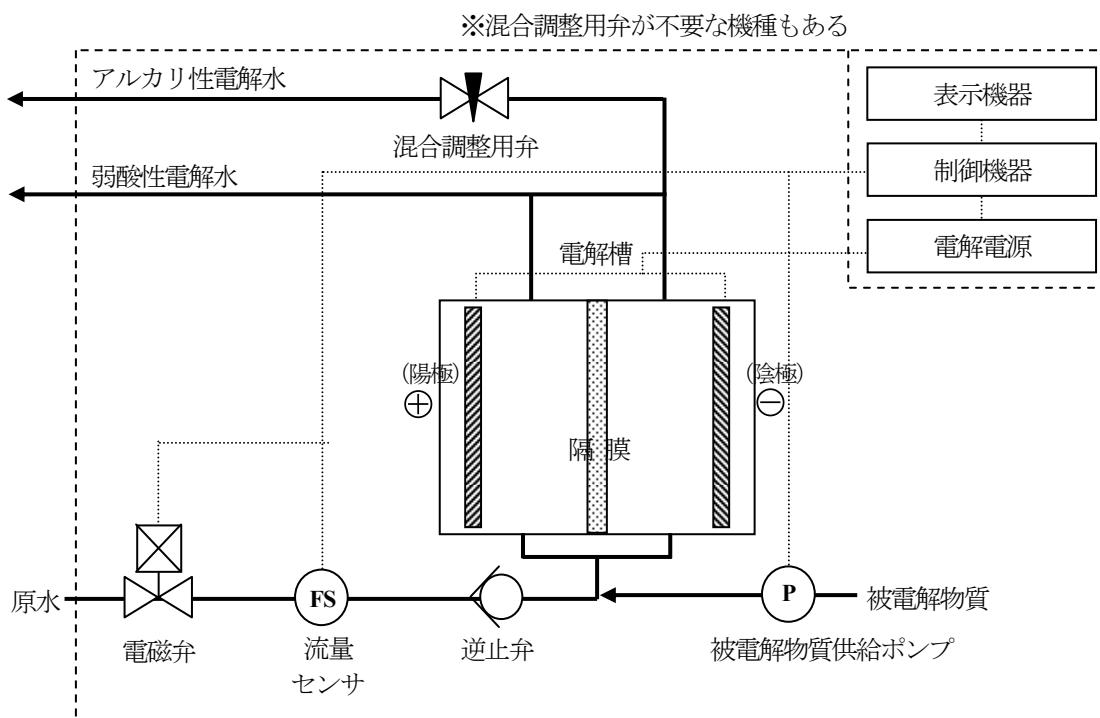
### 1-2-8 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転/停止を知らせる表示機器を設置する。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転/停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に知らせる出力ポートを設置することが望ましい。



## 1-3 弱酸性次亜塩素酸水（弱酸性電解水）／二室型生成装置



二室型装置の基本構成

### 1-3-1 電解槽

二室型電解槽とは、陽極室（陽極）－隔膜－陰極室（陰極）の順で構成される電解槽である。

陽極室および陰極室の通液部には、被電解物質溶液が供給される。電気分解によって陽極室では次亜塩素酸を含む弱酸性電解水またはpHの低い強酸性電解水が、陰極室でpHの高いアルカリ性電解水が生成される。

陽極室と陰極室の材質には、生成された電解生成物に対する耐久性があること。

弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、弱酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準〔食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）〕を満たすこと。

### 1-3-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などを用いる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出ししないものであること」が掲載されている。

生成された弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電極由来の金属類が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-3-3 隔膜

隔膜には、生成された電解水や電解反応に対する耐久性があること。

弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電解槽の材質同様、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-3-4 被電解物質供給ポンプ

二室型電解槽には、塩化ナトリウム（「食塩」など）などの塩化物イオンが含まれる被電解物質が供給される。被電解物質に含まれる塩化物イオンは金属の腐食を促進させるため、供給用のポンプの接液部は、耐腐食性のある材質を使用すること。

接液部については、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-3-5 内部配管材

装置内の配管に接触する液体は、被電解物質と酸性及びアルカリ性の電解水である。そのため配管の材質には、酸やアルカリ、次亜塩素酸に対して耐性を持つ、耐衝撃性硬質塩化ビニル管（HIVP）等の樹塩化ビニル脂（PVC）やポリプロピレン（PP）やフッ素樹脂（PFA）、などが適している。また、配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムなどを使用する。これらの配管材も電解水と直接接触するため、弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-3-6 電解電源部

電源部の安全性については電気用品安全法の定める技術基準に順ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや、通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている〔電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）〕。

### 1-3-7 制御部

電解水の水質は、電解の電流値に依存する。電解水生成装置は電解水の水質を安定させるため、一定値の直流電流を電解槽に供給できるように制御をすること。

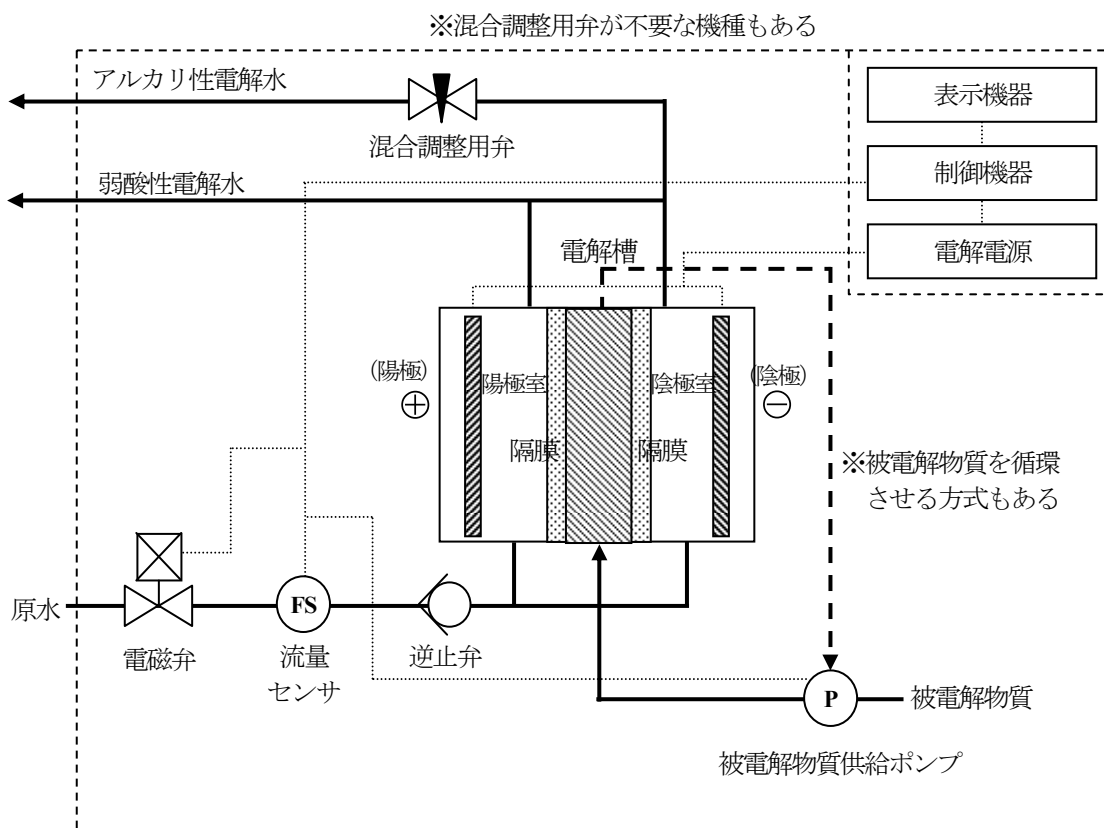
規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-3-8 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転／停止を知らせる表示機器が設置される。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転／停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に異常を知らせる出力ポートがあることが望ましい。

## 1-4 弱酸性次亜塩素酸水（弱酸性電解水）／三室型生成装置



三室型装置の基本構成

### 1-4-1 電解槽

三室型電解槽とは、陽極室（陽極）－隔膜－中間室－隔膜－陰極室（陰極）の順で構成される電解槽である。

陽極室および陰極室の通液部には原水が供給され、中間室の通液部には被電解物質溶液が供給される。電解によって陽極室では次亜塩素酸を含む弱酸性電解水またはpHの低い強酸性電解水が、陰極室ではpHの高いアルカリ性電解水が生成される。中間室からは隔膜を介して、電解に必要なイオンが陽極室および陰極室に供給される。

陽極室・陰極室および中間室の材質には生成された電解生成物に対する耐久性があること。

弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、強酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準〔食品、添加物等の規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）〕を満たすこと。

### 1-4-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などを用いる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出しないものであること」が掲載されている。

陽極には、不溶性であるチタンなどの基材に塩素発生効率を高めるための触媒を形成した電極を用いる。陰極には、陽極同様チタンなどを基材とし触媒を形成した電極を用いる。

生成された弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電極由来の金属類が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。



### 1-4-3 隔膜

隔膜にはイオン選択性のあるイオン交換膜を用いる。陽極室と中間室の間の隔膜には、中間室の被電解物質溶液から塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) を供給するため、陰イオンを選択的に透過するアニオン交換膜を使用する。陰極室と中間室の間の隔膜には、中間室からナトリウムイオン (Na<sup>+</sup>) などの陽イオンを供給するため、陽イオンを選択的に透過するカチオン交換膜を使用する。隔膜は、生成された電解水や電解反応に対する耐久性があること。

隔膜も、弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電解槽の材質同様に食品衛生法の定める規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-4-4 被電解物質供給ポンプ

三室型電解槽の中間室には、塩化ナトリウム (「食塩」など) などの塩化物イオンが含まれる被電解物質溶液が供給される。被電解物質溶液の供給は、飽和被電解物質溶液を生成するタンクより循環供給する方法と、所定の濃度に調整した被電解物質溶液を供給する方法がある。被電解物質溶液に含まれる塩化物イオンは金属の腐食を促進させるため、供給用のポンプには接液部に金属を用いないものが望ましい。

中間室に被電解物質を供給する経路も接液部とみなされるため、被電解物質供給ポンプも食品衛生法の規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-4-5 内部配管材

電解水製造装置内の配管に接触する液体は、原水と酸性及びアルカリ性の電解水、中間室に供給される被電解物質溶液である。そのため配管の材質には、酸やアルカリ、次亜塩素酸に対して耐性を持つ、耐衝撃性硬質塩化ビニル管 (HIVP) 等の塩化ビニル樹脂 (PVC) やポリプロピレン (PP)、ポリエチレン (PE)、フッ素樹脂 (PFA, PTFE) が適している。

配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムを使用する。

配管材も電解水と直接接触するため、弱酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、食品衛生法の定める規格基準 (昭和 34 年厚生省告示第 370 号) 中第 3 器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-4-6 電解電源部

電源部の安全性については、電気用品安全法の定める技術基準に順ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている [電気用品の技術上の基準を定める省令 (昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号)]。

### 1-4-7 制御部

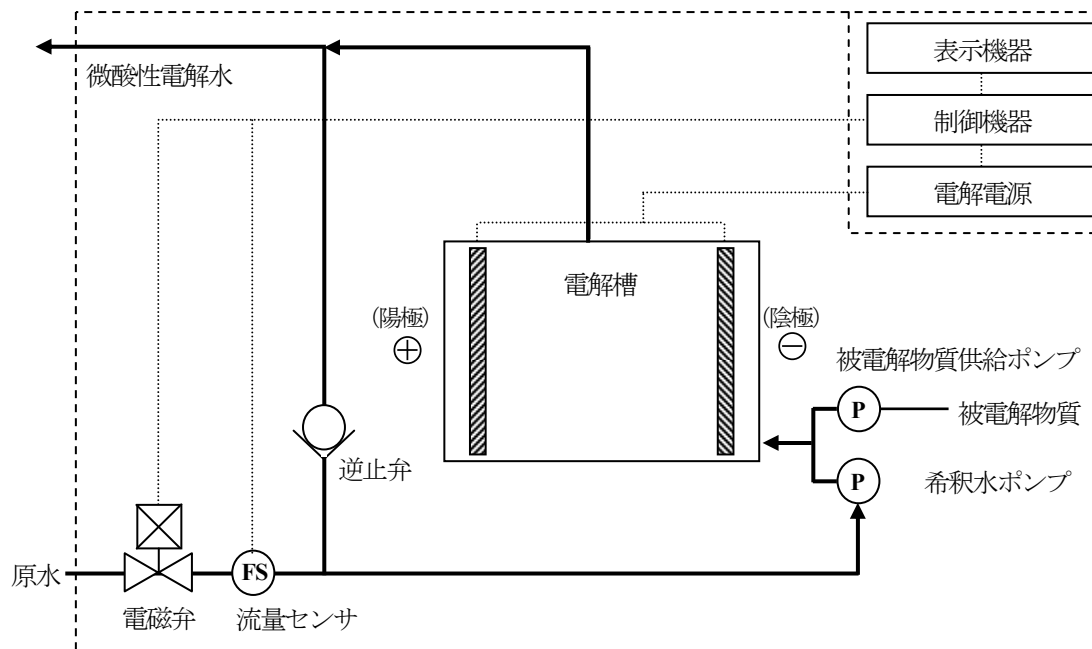
電解水の水質は電解の電流値に依存するので、電解水生成装置は電解水の水質を安定させるため、一定値の直流電流を電解槽に供給できるような制御をする。また、供給水質の変動に対応するため、電解の電流値を調節する機能を持たせること。規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-4-8 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転/停止を知らせる表示機器を設置する。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転/停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に知らせる出力ポートを設置することが望ましい。

## 1-5 微酸性次亜塩素酸水（微酸性電解水）／一室型生成装置 （被電解物質として、塩酸を使用するもの）



※予め希釈された塩酸を使用する機種には、希釈水ポンプはない

### 一室型装置の基本構成

#### 1-5-1 電解槽

一室型電解槽とは、隔膜で隔離されていない陰陽両極を配設し、電解槽から電解処理液を排出する排出管路を備えている構成である。排出管路は原水ラインに接続され、排出された電解処理液は原水と混合、希釈され微酸性電解水として調製される。電解槽には被電解物質及び原水ラインから分岐された水が適宜供給される。電解槽の中でできる電気分解物質のほとんどが、塩素ガスおよび水素ガスであり化学反応性がきわめて大きいため、電解槽は塩酸および塩素ガスに耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル (HIVP) 等の塩化ビニル樹脂 (PVC) やフッ素樹脂 (PFA, PTFE) 等を中心とした材料を使用する。

微酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、微酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

#### 1-5-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などを用いる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出ししないものであること」が掲載されている。

生成された微酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、電極由来の金属類が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-5-3 被電解物質供給ポンプ

一般的なダイヤフラム、チューブポンプ等が使用可能である。被電解物質が塩酸なので接液部分の材質は塩酸への耐性があり、且つ食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-5-4 内部配管材

配管材は塩酸、次亜塩素酸に耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル（HIVP）等の塩化ビニル樹脂（PVC）やフッ素樹脂（PFA、PTFE）等を中心とした材質を選択すること。また、配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムを使用する。

これらの配管材も微酸性電解水と直接接触するため、微酸性電解水を食品添加物として使用する場合は食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-5-5 電解電源部

電源部の安定については、電気用品安全法の定める技術基準に順ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている〔電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）〕。

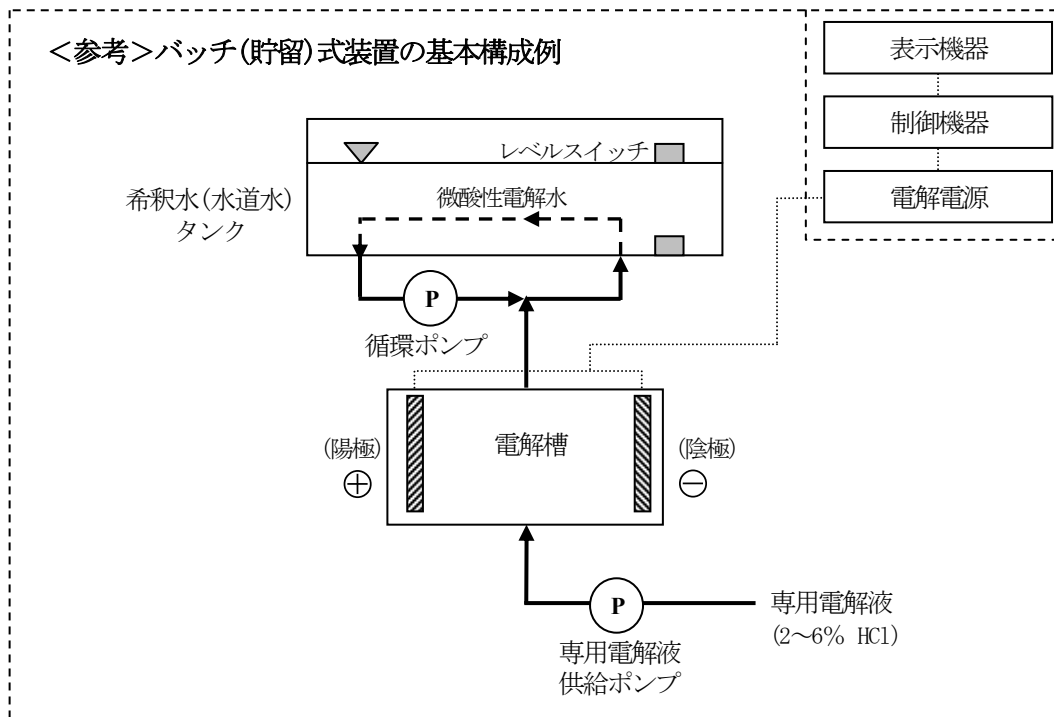
### 1-5-6 制御部

生成水質の安全性については、安全な運転を行うために原水供給量、電解電流値をチェックする仕組みを備えなければならない。規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-5-7 その他

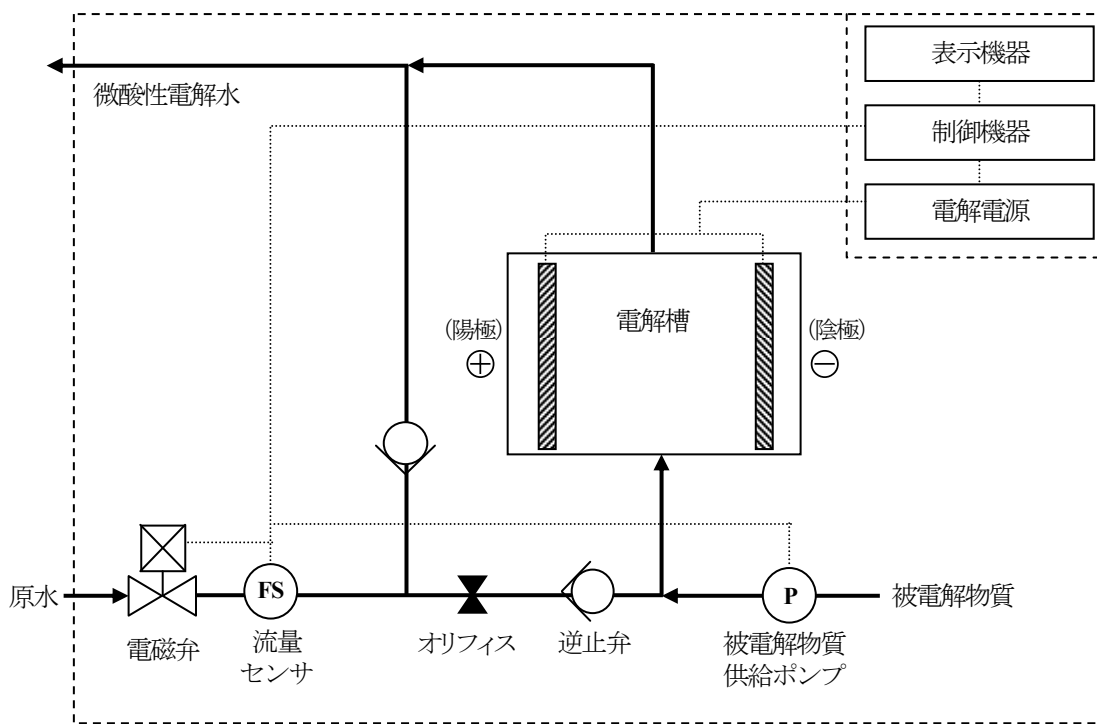
表示機器は、使用者に装置稼働状態、設定、異常などの情報を知らせる、誤操作防止のために、以下内容を表示すること。

- ・状態表示内容：  
必須：運転、停止  
推奨：電源、警報（ブザー）各種モニタリング等
- ・設定表示内容：  
推奨：設定値、設定、保守点検、異常履歴等  
外部制御機能を備える場合は、以下機能を有するように設計すること。  
必須：外部運転、停止信号、警報出力  
推奨：レベル信号等



## 1-6 微酸性次亜塩素酸水（微酸性電解水）／一室型生成装置

（被電解物質として、塩酸に塩化ナトリウム水溶液を加えた水溶液を使用するもの）



一室型装置の基本構成

### 1-6-1 電解槽

一室型電解槽とは、隔膜で隔てられていない陽極および陰極で構成されたものをいう。陽極室・陰極室の区別がなく、電解槽が一室から成る電解槽である。無隔膜型あるいは無隔膜電解槽とも称される。規格基準<sup>(※)</sup>に「無隔膜電解槽」の名称が使用されている。

原水ラインから分岐された水的一方と被電解物質が電解槽に供給され、電解槽にて電解処理をした後、原水ラインから分岐された水のもう一方と混合され、微酸性電解水として吐出される。

被電解物質には、塩酸に塩化ナトリウム水溶液を加えて適切な濃度に調整された水溶液を用いる。

電解槽の中でできる電解生成物は主に水素ガスや塩素ガスまたは酸素ガスであって化学反応性がきわめて大きいため、電解槽は生成物に対して十分な耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル (HIVP) やフッ素樹脂 (PFA, PTFE) 等を中心とした材質を使用する。

微酸性電解水を食品添加物として使用する場合は、微

酸性電解水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準<sup>(※)</sup>中の[第3 器具及び容器包装に定める規格]を満たすこと。

<sup>(※)</sup> 規格基準：[食品、添加物等の規格基準(昭和34年厚生省告示第370号)]

### 1-6-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、平板などが用いられる。電極材料は食基発第0610001号において、「電極は、白金、チタン等の電極成分が溶出ししないものであること」が掲載されている。

生成された微酸性電解水を食品添加物として用いる場合は、電極由来の金属が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-6-3 被電解物質供給ポンプ

一般的なダイヤフラム、チューブポンプ等が使用可能である。被電解物質が塩酸に塩化ナトリウム水溶液を加えた水溶液なので接液部分の材質はこれら被電解物質への耐性があり、且つ食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中の[第3 器具及び容器包装に定める規格]に適合するものを選定すること。

### 1-6-4 内部配管材

配管材は塩酸、塩化ナトリウム、次亜塩素酸に耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル (HIVP) やフッ素樹脂 (PFA, PTFE) 等を中心とした材質を選択すること。また、配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴムを使用する。

これらの配管材も微酸性電解水と直接接触するため、微酸性電解水を食品添加物として使用する場合は食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中の[第3 器具及び容器包装に定める規格]に適合するものを選定すること。

### 1-6-5 電解電源部

電源部の安全性については、電気用品安全法の定める技術基準に順ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている。[電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）]

### 1-6-6 制御部

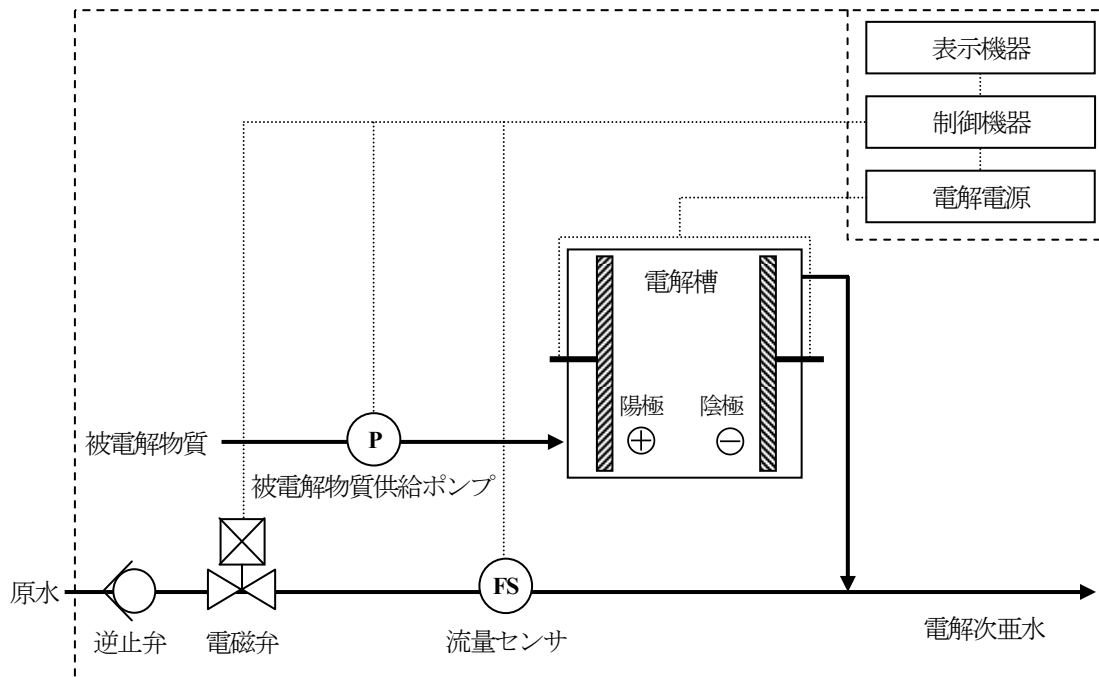
生成水質の安全性については、安全な運転を行うために原水供給量、電解電流値をチェックする仕組みを備えなければならない。規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-6-7 その他

表示機器は、使用者に装置稼動状態、設定、異常などの情報を知らせる、誤操作防止のために、以下内容を表示すること。

- ・状態表示内容：
  - 必須：運転、停止
  - 推奨：電源、警報（ブザー）各種モニタリング等
- ・設定表示内容：
  - 推奨：設定値、設定、保守点検、異常履歴等外部制御機能を備える場合は、以下機能を有するように設計すること。
  - 必須：外部運転、停止信号、警報出力
  - 推奨：レベル信号等

## 1-7 電解次亜水（次亜塩素酸ナトリウム水溶液）／一室型生成装置



一室型装置の基本構成

### 1-7-1 電解槽

一室型電解槽とは、隔膜で隔離されていない陰陽両極を配設し、電解槽から電解処理液を排出する排出管路を備えている構成である。電解槽には、被電解物質溶液及び原水ラインから分岐された水が適宜供給される。電解槽の中でできる電気分解物質のほとんどが、次亜塩素酸ナトリウム及び水素ガス、塩素ガスである。それらは化学反応性が大きく、材質はそれらに耐性のあるポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、塩化ビニル樹脂 (PVC) やフッ素樹脂 (PFA, PTFE) 等を使用する。また、電解次亜水を食品添加物として使用する場合は、電解次亜水と直接接触する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-7-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、パンチング、平板などがある。

衛化第31号（平成11年）において、「電極は、チタン・白金等の不溶性電極を使用し、その電極成分が溶出しないこと。」が記載されている。

生成された電解次亜水を食品添加物として用いる場合は、電極由来の金属が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-7-3 被電解物質供給ポンプ

一般的なダイヤフラム、チューブポンプ等が使用可能である。被電解物質が塩化ナトリウム（「食塩」など）なので接液部分の材質は塩化ナトリウムへの耐性があり、且つ食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-7-4 内部配管材

配管材は、次亜塩素酸に耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル（HIVP）やフッ素樹脂（PFA, PTFE）等の材質を選択する必要がある。また、配管を接続する継手も同様の材質を使用する。パッキンにはフッ素系ゴム等を使用する。

これらの配管材も電解次亜水と直接接触するため、電解次亜水を食品添加物として使用する場合は食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-7-5 電解電源部

電源部の安全性については、電気用品安全法の定める技術基準に準ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている〔電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）〕。

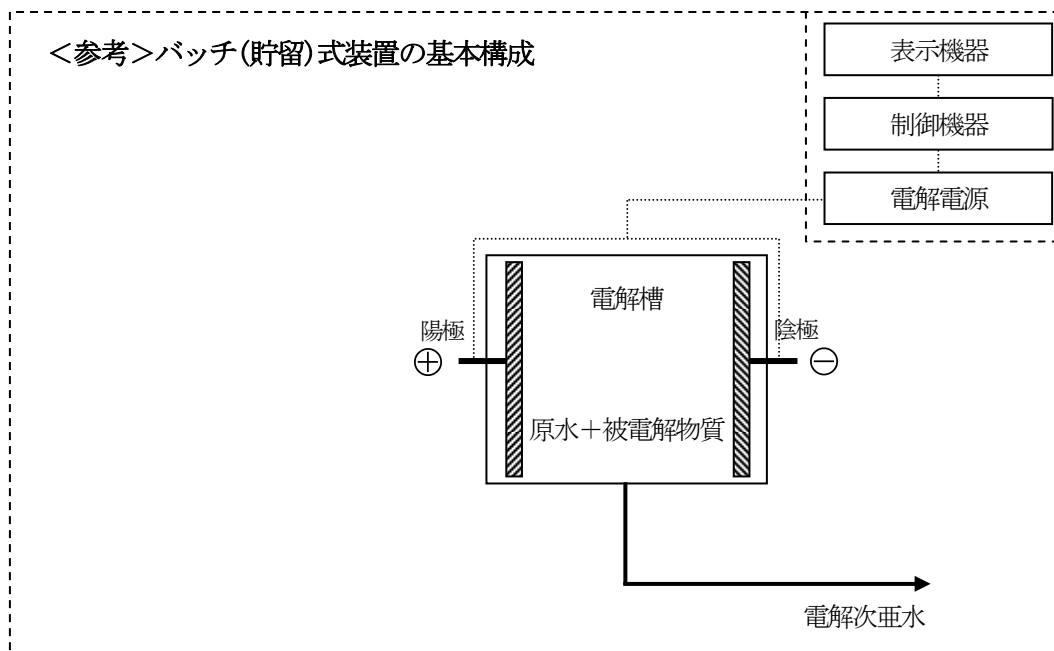
### 1-7-6 制御部

生成水質の安定性については、安全な運転を行うために原水供給量、電解電流値をチェックする仕組みを備えなければならない。規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-7-7 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転／停止を知らせる表示機器を設置する。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

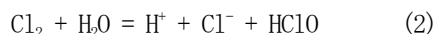
更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転／停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に知らせる出力ポートを設置することが望ましい。



## 1-8 電極

### 1-8-1 電極の基本

原水に被電解物質（塩化物イオン）を加えて電解すると、酸化側の電極（陽極あるいはアノードと呼ぶ）近傍において以下の反応により次亜塩素酸（HClO）が生成する。



電極材料はJIS T 2004に準拠し、食品衛生法（昭和34年厚生省告示第370号）に記載されているものに限定されている。すなわち、金属では鉄、白金、アルミ、チタンが使用可、ステンレスは微量の電流を流す場合のみ使用可であるが、炭素については記載がない。

衛化第31号（平成11年）において、「電極は、チタン・白金等の不溶性電極を使用し、その電極成分が溶出しないこと。」との記載がある。これは、上記食品衛生法とは異なった内容表現であるため、一見矛盾するようにも読み取れる。しかしながら、毒性を有するかもしれない材料の溶出がない（不溶性である）ことで食品（飲用水）の安全性を確保することは、食品衛生法の主旨そのものであり、これらは合致しているといえる。不溶性電極は、塩素の生成が可能な電位において電気伝導性を維持し、且つ、消耗の小さい触媒および基材から構成される。

### 1-8-2 触媒と基材

不溶性電極の触媒には、安定な貴金属が適している。貴金属には、一般的に金（Au）、銀（Ag）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、ロジウム（Rh）、イリジウム（Ir）、ルテニウム（Ru）、オスミウム（Os）の8元素がある。金は触媒として不活性であり、銀は酸化し伝導性を消失する。ロジウムは白金に近い性能を有するが、価格が高いため通常は使用しない。オスミウムは空気中に放置または加熱すると猛毒の酸化オスミウムを容易に生じる。

ルテニウムは食塩電解用陽極において常用されており、電解水用陽極として利用可能であるが、電解水の生成条件では、四酸化ルテニウム  $\text{RuO}_4$ （ガス状）が電解により生成し、水に溶解する恐れがある<sup>2)</sup>。四酸化ルテニウムは、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンや酸素を酸化剤として酸化ルテニウム等を酸化して合成する工業的製造方法が知られている<sup>3,4)</sup>。また、四酸化ルテニウムは、呼吸系にひどい炎症を引き起こし、眼にも障害を与えるので十分な注意が必要である<sup>5)</sup>。したがって、ルテニウムは次亜塩素酸水（食品添加物）の製造用電極としては使用すべきで

はない。

パラジウムは水素発生時に水素原子を吸蔵し微粉化するため使用に適さない。

不溶性電極の基材には、触媒性はないが比較的安価で、酸化物として電気伝導性を維持しうる貴金属が好ましく、前記食品衛生法で使用が認められているチタンを用いる。

以上より、チタン基材に白金および酸化イリジウム触媒を形成した不溶性電極が選択される<sup>6)</sup>。

炭素系の材料の多くは、陽極として使用すると消耗があるため適さない。しかしながら、ダイヤモンド電極は、いわゆる不溶性電極といえる程度の消耗しかなく、実用化が期待される。

### 1-8-3 基本構造

電極は、電解に必要な電流を流すための十分な電気伝導性を有し、電解セルを構成する機械的強度の必要性から、基材厚さとしては0.1mmから数mmの板状材料が汎用されている。セル構造上の観点から発生する気泡の除去を必要とする場合は、以下に示す多孔性基材が利用されている（図1）<sup>6)</sup>。

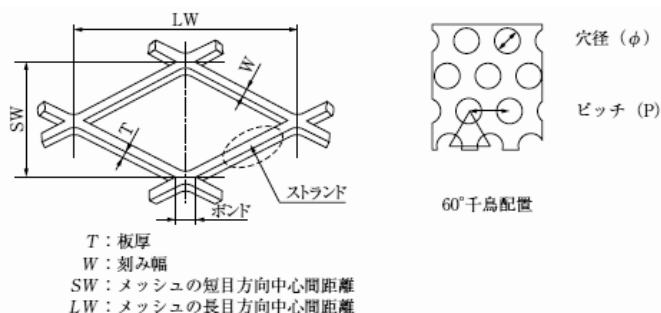


図1 電極形状例<sup>7)</sup>

#### a. エキスパンドメッシュ

ガス発生電極では気泡による抵抗の増大を避け、被電解液の供給を促進するため多孔体が好ましい。工業電解で使用されている最も一般的な形状はエキスパンドメッシュである。金属の平板に切り込みを入れラス状に広げる。切り込みの寸法を変えることにより目的にあったメッシュを選ぶことができる。また、材料の無駄は発生しない。

#### b. パンチングプレート

パンチングプレートは、様々な形状の金型で金属平板



を打ち抜いたものである。エキスパンドメッシュでは方向によって機械的強度および電気抵抗に差があるが、パンチングプレートでは材料の無駄が発生するものの、この差を解消できる。

### c. 金網

金網電極は、金属線を平織または綾織したものである。綾織は平織では使用できない太い線を使用することができる。線径と網目（メッシュ）サイズを変えることにより目的に合ったものを選ぶことができる。

仕様の異なる 2 種類の基材を組み合わせた構造体も利用されている。

### 1-8-4 電極製造プロセス

代表的な電極製造プロセスには、溶液中の金属成分を導電性基材上で還元（あるいは酸化）させ析出させる（電解）めっき法、電極触媒となる金属成分を溶解した前駆体溶液を調製し、これを基材表面に塗布・焼成して固着する熱分解法、および、プラズマ溶射法、CVD 法、樹脂固定法などの乾式的な手法がある。

### 1-8-5 要求性能

一般的に、触媒は流した電気量に比例して消耗するため、電極の寿命と触媒量には相関関係がある（図 2）。電流密度としては、数 A～数十 A/dm<sup>2</sup> を流し、寿命（稼動時間）として数百～数千時間の耐久性が要求される。これに対応するため、1m<sup>2</sup> 面積当たり 1～10g 程度の触媒が必要となる。触媒の安定性は製造方法、条件に大きく依存する。

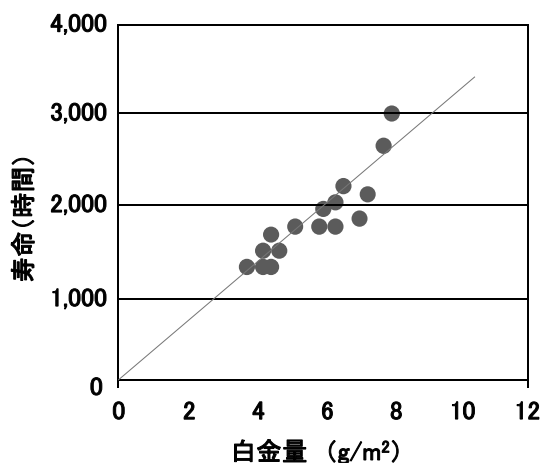
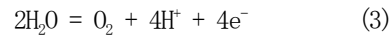


図 2 触媒量と寿命の関係<sup>8)</sup>

陽極として、(1) 式の塩素発生が優先して進行できる電極触媒であることが要求される。副反応としては、(3) 式

の水電解があり、酸素が生成する。



この副反応をできるだけ起こさない触媒であることが好ましい。塩素電流効率は食塩濃度にほぼ比例するように増加する（図 3）。

酸化イリジウム触媒は、次亜塩素酸の生成効率が白金触媒と比較してより大きく、且つ、陽極における生成電圧（過電圧）が小さい。後述する逆電操作がない場合は、最適な触媒といえる。

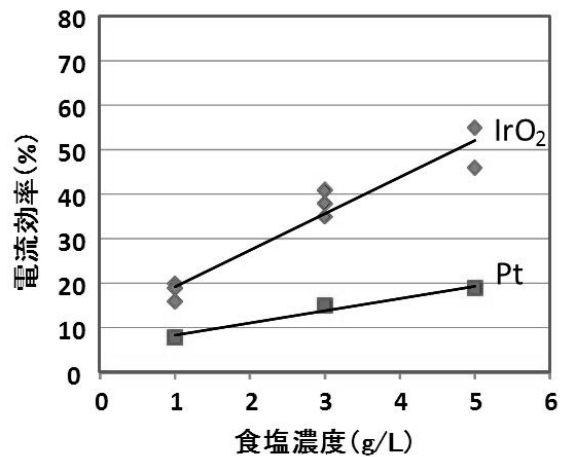


図 3 塩素電流効率の食塩濃度依存性<sup>8)</sup>

### 1-8-6 安全性（破壊条件）

次亜塩素酸を製造する電極を安定的に使用するために以下のことが推奨される。

- (1) 原料である塩化物イオンが不足すると、電流効率が減少し、且つ、電極寿命が短くなる。
- (2) あまりに高い電流では電極は瞬時に劣化する。高温で稼動するほど短寿命である。
- (3) 腐食性の高い塩酸やアルカリ水溶液中に長期間保管される場合には、チタン基材の腐食が進行するため、これを避ける必要がある。
- (4) 水質により寿命は変動する。例えば、フッ化物イオンが存在すると電極が腐食され短寿命となり、シリカ成分が析出すると電極反応を阻害し、また、マンガンを析出が発生すると塩素電流効率が低下する。
- (5) 水道水などのカルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg) などの硬度成分を有する原料水を使用すると、アルカリが生成する陰極上に徐々に析出（スケール生成）し電解の継続が困難となるが、1 対の電極で電流の向きを定期的に変える極性転換により、これを抑制することができる（逆電操作）。しかしながら、極性転換の頻度や時間は、触媒消耗、電極寿命に関わる重

要な因子であり、最適な稼働条件を見出す必要がある。

(6) 逆電操作がある場合、陰極上に上記の析出物があると、析出物内のアルカリ濃度が高いため、この状態で極性転換し陽極として電解すると、アルカリアタックを受け、電極が極端に消耗する。

(4)～(6)の対策として、間欠的に酸洗浄を行うか、適切な前処理により原料水水质を調整することが有効である。

### 1-8-7 逆電操作における電極劣化

貴金属の消耗は電解により進行するが、逆電操作においてその速度は増大する。白金は比較的逆電解に強いいため、陽極のみならず陰極として用いることができるが、酸化イリジウム電極は、極性転換に対する安定性が劣るため、使用に適さない。一方、白金-酸化イリジウム 2成分系電極では、白金が存在している間は、逆電操作においても酸化イリジウムが安定に維持され、白金の消耗により白金-イリジウム比率が変化しても、電流効率の変化は小さいため (図 4)、実用性が高い。

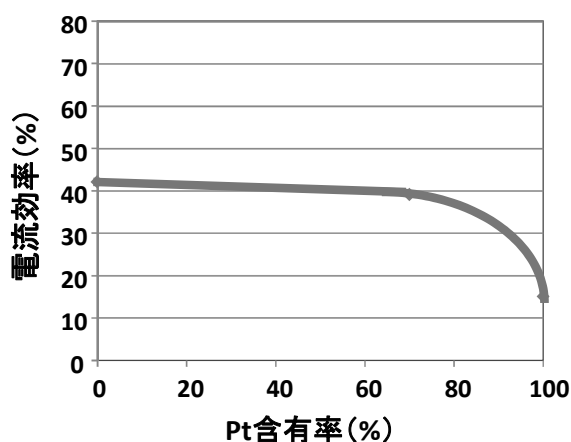


図 4 白金-酸化イリジウム 2成分系電極における白金含有率に対する塩素電流効率の依存性<sup>8)</sup>

### 1-8-8 各種電解槽への個別要求

すべての電解槽で、ほぼ同様の電極が使用可能であるが、個別の要求課題として以下がある。

#### (1) 無隔膜槽

塩分濃度が低い原料をそのまま使用する場合、含まれる塩化物イオンの濃度によって、塩素発生電流効率は大きく変化する。酸素発生の割合が増加するほど電極寿命は短くなるため注意を要する。

塩酸電解の場合、塩素電流効率はほぼ 100%であり、次亜塩素酸の生成効率も他の方式に比較して高い。電流を流していない場合、特に高温では基材チタンの腐食が進行する恐れがあり、これを避ける工夫が必要となる。酸性雰囲気のため、スケール生成は起きにくく、逆電操作は不要である。

#### (2) 隔膜槽

二室型槽では、低濃度の食塩を原料とし隔膜の近傍に電極が配置されるため、基材としては原料が電極表面に十分に行き渡るような多孔性構造が好ましい。三室型槽でも、陽極はアニオン交換膜の近傍に配置され、膜から供給される塩化物イオンを原料とするため、生成する塩素 (次亜塩素酸) と水電解により発生する気泡の除去が容易な電極形状であることが好ましい。

#### 参考文献

- 1) 高橋正雄：いわゆるアルカリ水、酸性水および殺菌水生成水処理電解プロセスの量論、ソーダと塩素、46：259-266、1995。
- 2) CH. Comninellis and G. P. Vercesi: Characterization of DSA-type oxygen evolving electrodes: choice of a coating. *Journal of Applied Electrochemistry*, 21:335-345, 1991.
- 3) 水島三一郎：化学大辞典、pp. 946-947、共立出版、東京、1960。
- 4) 田中清一郎、田中淳一郎：貴金属の科学基礎編、p. 152、田中貴金属工業、東京、1985。
- 5) 尾崎萃：ルテニウムの化合物、貴金属元素の化学と応用、pp. 217、講談社、東京、1984。
- 6) 山本泰士、白水久徳、田中喜典、才原康弘：アルカリイオン水生成器用電解槽の長寿命・省電力化、パナソニック電工技報、58：51-55、2010。
- 7) 岡田尚哉：陽極 (ソーダ技術ハンドブック 2009)、pp. 66-76、日本ソーダ工業会、東京、2009。
- 8) ペルメレック電極株式会社技術資料

## 1-9 塩化ナトリウム

平成14年(2002年)の次亜塩素酸水(食品添加物:殺菌料)指定において強酸性次亜塩素酸水(強酸性電解水)の作成には「食塩」を用いることになっていたが、平成24年4月の改正で弱酸性次亜塩素酸水と製法の異なる微酸性次亜塩素酸水が新たに指定を受けたことに伴って「食塩」は「塩化ナトリウム」と改められた。これは、「食塩」という名称が一般名と商品名の両方で使われて混乱しているため「塩化ナトリウム」という表現(一般名)を用いることになったためである。

塩化ナトリウムは、日本では「イオン膜・立釜法」と「溶解・立釜法」という二つの製法(図1参照)によ

て主につくられ、いろいろな商品が販売されている。次亜塩素酸水の作製には純度99%以上の塩化ナトリウムを用いることになっており、現在(2012年)該当する商品としては表1にみられるように、食塩、精製塩(原料はメキシコ産天日塩)、天日塩を加工した塩製品等が挙げられる。

これらの商品は、ミネラル成分も相対的に含量が少ないが、臭素イオンの含量についてはかなりの差がある。すなわち、「イオン膜・立釜法」でつくられる食塩・並塩で多く、天日塩では比較的少なく、「溶解・立釜法」でつくられる精製塩でもっとも少ない。

表1. 塩製品の成分値分析例<sup>\*1</sup>

製品名	水分	不溶解分 (水不溶成分)	カルシウム (Ca)	マグネシウム (Mg)	硫酸イオン (SO <sub>4</sub> )	カリウム (K)	塩化ナトリウム (NaCl)	臭素イオン (Br)
精製塩 <sup>*2</sup>	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	99.96	40
アメリカ産塩製品(天日塩)	0.04	0.00	0.04	0.01	0.09	0.01	99.64	115
食塩	0.11	0.00	0.03	0.02	0.03	0.09	99.58	560
フランス産塩製品(天日塩)	0.00	0.13	0.02	0.05	0.06	0.01	99.37	—
ドイツ産塩製品(岩塩)	0.02	0.00	0.04	0.09	0.02	0.01	98.60	150
並塩	1.64	0.00	0.06	0.07	0.04	0.14	97.65	760
原塩(天日塩)	2.48	0.01	0.05	0.02	0.14	0.02	97.26	100

\*1: 単位% (財団法人塩事業センター海水総合研究所調べ)。ただし、臭素イオンの単位はmg/kg (財団法人機能水研究振興財団調べ)。

\*2: 精製塩の20kgと25kgの製品には固結防止剤(塩基性炭酸マグネシウム)は添加されていないが、1kg製品には添加されている。

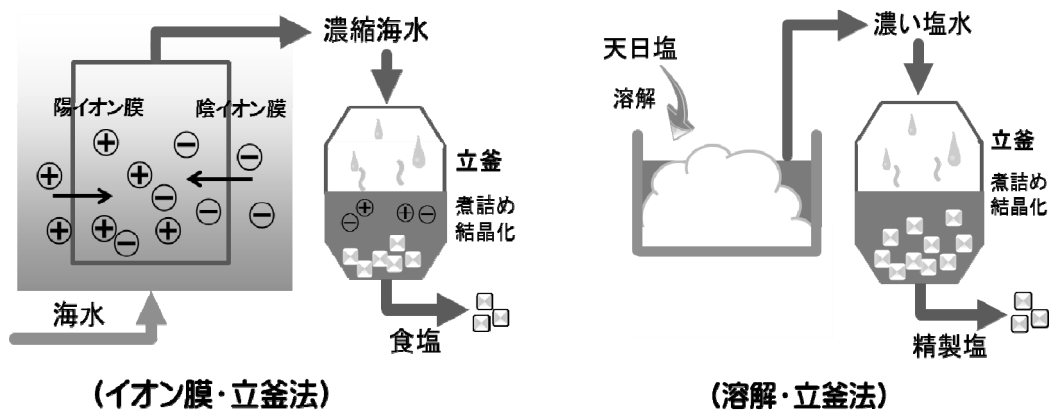
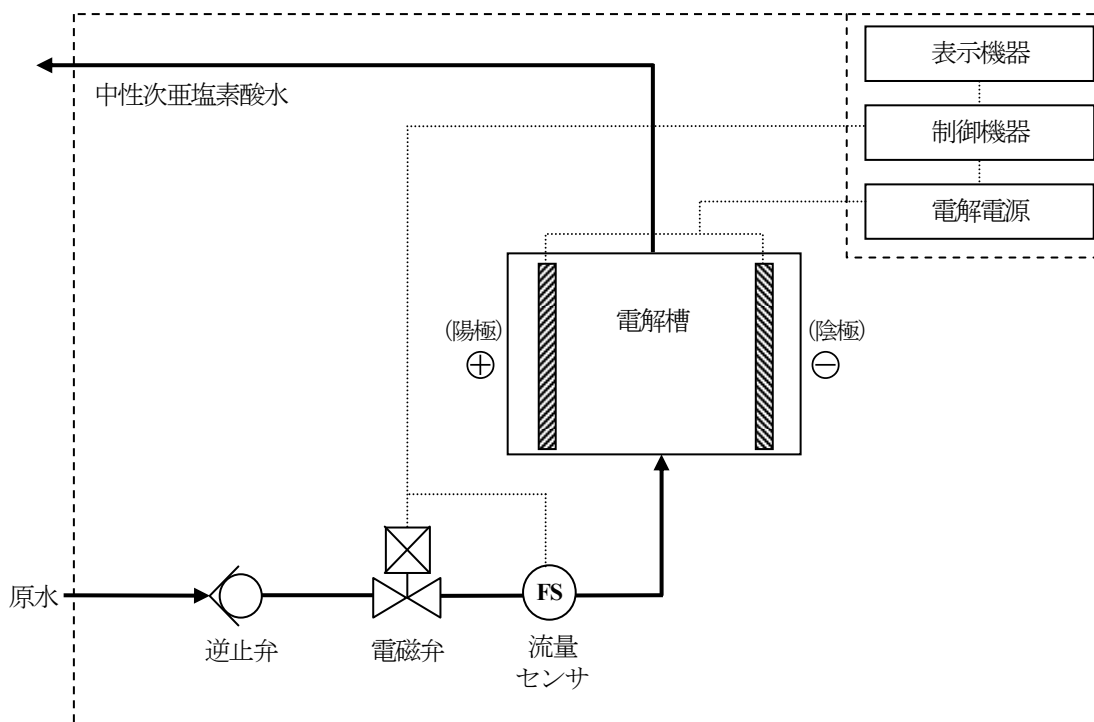


図1. 塩の製法(簡略図)

- 参考資料
1. 塩のミニ知識: (財)塩事業センター
  2. 市販食用塩データブック H16年版: (財)塩事業センター
  3. 海水と製塩データブック H18年版: (財)塩事業センター

## 1-10 “中性次亜塩素酸水” / 一室型生成装置



一室型装置の基本構成

### 1-10-1 電解槽

一室型電解槽とは、隔膜で隔離されていない陰陽両極を配設し、電解槽から電解処理液を排出する排出管路を備えている構成である。電解槽には、原水ラインから水が適宜供給される。電解槽の中でできる電気分解物質のほとんどが塩素ガスおよび水素ガスまたは酸素ガスであって、化学反応性が大きい。電解槽は塩酸および塩素ガスに耐性のある耐衝撃性硬質塩化ビニル (HIVP) 等の塩化ビニル樹脂 (PVC) やフッ素樹脂(PFA, PTFE)等を中心とした材料を使用する。

また、“中性次亜塩素酸水”を食品添加物次亜塩素酸水に準じて使用する場合は、“中性次亜塩素酸水”と直接接する電解槽などの材質は食品衛生法で定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-10-2 電極

電極の形状にはエキスパンド、パンチング、平板などがある。

衛化第31号（平成11年）において、「電極は、チタン・白金等の不溶性電極を使用し、その電極成分が溶出しないこと。」が記載されている。

電極には不溶性であるチタンなどの基材に塩素発生効率を高めるための触媒を形成した電極を用いる。

生成された“中性次亜塩素酸水”を食品添加物次亜塩素酸水に準じて用いる場合は、電極由来の金属が検出されないことを確認すること。

電極は、通電される電気量に比例し消耗する。電極（もしくは電解槽）は定期的に交換が必要である。

※1-8<電極>参照。

### 1-10-3 被電解物質供給ポンプ

一般的なダイヤフラム、チューブポンプ等が使用可能である。食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-10-4 内部配管材

配管および配管を接続する継手には、一般に給水配管にも用いられている耐衝撃性硬質塩化ビニル管（HIVP）等の塩化ビニル樹脂（PVC）やポリエチレン（PE）、フッ素樹脂（PFA、PTFE）等の樹脂製配管を使用する。また、次亜塩素酸にある程度耐性のあるステンレス（SUS）や銅系配管等の金属性配管を用いることも可能。パッキンにはフッ素系ゴム等の耐薬品性が高いものを用いることが望ましいが、使用する箇所によってはエチレンプロピレンゴム（EPDM）を使用することも可能。

これらの配管材も中性次亜塩素酸水と直接接触するため、中性次亜塩素酸水を食品添加物として使用する場合は食品衛生法の定める規格基準（昭和34年厚生省告示第370号）中第3器具及び容器包装に定める規格に適合するものを選定すること。

### 1-10-5 電解電源部

電源部の安全性については、電気用品安全法の定める技術基準に準ずる。電気用品安全法では、電源部には水がかからない構造であることや通常運転時の温度上昇が規定値以内であることなどが定められている〔電気用品の技術上の基準を定める省令（昭和三十七年八月十四日通商産業省令第八十五号）〕。

### 1-10-6 制御部

電解水の水質は、電解の電流値に依存する。電解水生成装置は電解水の水質を安定させるため、一定値の直流電流を電解槽に供給できるように制御をすること。

規格外水質への対応は、異常値が検出された場合に即座に停止状態となり、電解水が排出されることが無いように制御すること。

### 1-10-7 その他

電解水生成装置には誤操作防止のため、運転/停止を知らせる表示機器を設置する。また、装置の異常を早期に発見するため、異常時に警報を発する表示機器またはブザー等が搭載されていること。

更に、外部からのリモート制御を行う場合、外部からの運転/停止信号の入力ポートと異常時に連動する装置に知らせる出力ポートを設置することが望ましい。

## 第2章 装置の設計基準

### 2-1 設計理念

#### 2-1-1 遵法性

食品添加物として生成される電解水は、官報（平成14年6月10日第3378号 厚生労働省令第75号 告示第212号）に記載された規格基準を遵守しなければならない。

電解水を生成する装置は、電気用品安全法あるいは水道用器具安全性能等の関連法規類を基準に設計され、安全且つ安定的に有効な電解水を生成しなければならない。

#### 2-1-2 信頼性

想定されるリスクの評価と管理基準を規定しなければならない。必要に応じ適宜、管理基準の改定や更新等がなされるシステムでなければならない。

管理基準に基づく信頼性試験等のデータについては、製造者に管理、保存され設計に反映される。

回避可能なリスクについてはマネジメントし、残存するリスクについては開示しなければならない。

生成装置及び周辺機器類については、保守、メンテナンス等の維持管理を前提として性能及び機能が保証される。

#### 2-1-3 安全性

生成装置の電気的安全性については電気用品安全法、機械的安全性については水道用器具安全性能等を基準に設計される。

生成装置は、運転の異常や危険状態を即時検知する機能を有しなければならない。生成装置に異常もしくは事故等が発生した場合、その危険情報を表示もしくは外部出力等により、速やかに管理者に警告、通報しなければならない。

異常時には運転を停止する機能を有すること。

### 2-2 規格基準

#### 2-2-1 pH

装置は以下範囲でpHを調整する機能を有すること。

強酸性電解水	・・・	2.7以下
弱酸性電解水	・・・	2.7～5.0
微酸性電解水	・・・	5.0～6.5
“中性電解水”	・・・	6.5～7.5
電解次亜水	・・・	7.5超

#### 2-2-2 有効塩素濃度

装置は以下範囲で塩素濃度を調整する機能を有すること。

強酸性電解水	・・・	20～60 mg/kg (ppm)
弱酸性電解水	・・・	10～60 mg/kg (ppm)
微酸性電解水	・・・	10～80 mg/kg (ppm)
“中性電解水”	・・・	10～20 mg/kg (ppm) *
電解次亜水	・・・	30～200 mg/kg (ppm)

\*食品添加物に準じる場合

#### 2-2-3 被電解質

塩化ナトリウム ・・・ 純度99%以上、且つ他の添加物を含まないものを使用すること。

塩酸 ・・・ 食品添加物製剤の塩酸を使用すること。

### 2-3 輸送及び保管

#### 2-3-1 輸送条件

JIS環境（振動・落下）試験に則り設計される。

#### 2-3-2 保管条件

JIS環境（温度・湿度）試験に則り設計される。

#### 2-3-3 保証範囲

製造・販売者の指示された条件の下で輸送、保管され、且つ意図された使用方法で使用された場合において、その特性及び性能が低下しないよう設計、製造及び梱包がなされていること。

## 第3章 装置と周辺機器の設置・施工

### 3-1 システム周辺機器

#### 3-1-1 軟水器

硬度成分（カルシウム、マグネシウム成分）は、電極や隔膜に付着し電気分解の効率を劣化させる。そのため、隔膜のある電解槽については、軟水化された原水を使用することが望ましい。

軟水器の選定に際しては、装置の総生成水量に合致した通水処理能力があることを確認すること。

内蔵されているイオン交換樹脂の洗浄を定期的に行うこと（自動洗浄機能付きの軟水器が望ましい）。

洗浄用の原塩を定期的に補充すること。

イオン交換樹脂をはじめ消耗部品があるので、定期点検と消耗部品の交換が必要となる。

#### 3-1-2 前処理フィルター

供給される原水（水道水）に小雑物（配管内の錆び・スケール等）が含まれていると、電磁弁やフロースイッチ等が詰まる原因になる。使用する原水の水質に応じ浄水用フィルターを使用する場合がある。

フィルターについては定期的な交換が必要である。インジケーター機能でフィルターの寿命を知らせる製品もある。

原水（水道水）との接続部や軟水採水部は、耐圧性能を確認し選定すること。

#### 3-1-3 貯水タンク（フロートセンサー）

電解水を貯水する場合、密閉・遮光性のある容器を選定すること。

貯水容量は、必要最小限の容量を選定すること。

容器の材質は、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、フッ素樹脂（PFA, PTFE）等があり、電解水の主成分である次亜塩素酸に耐性のある材質を選定すること。

水位検知用のフロートセンサーも同様である。

ただし、経年劣化するため定期的に点検、交換する必要がある。どの程度劣化しているかを分析、計測することは可能である。

#### 3-1-4 送水ポンプ

貯水した電解水を送水するためのポンプは、耐薬品性の製品を選定すること。

配管の距離、落差、圧損等の条件により、吐出量・送水圧・揚程等の仕様を選定することが必要である。

高温多湿あるいは水分のかかるような場所、粉塵や塵埃の多い場所への設置は避けること。

異常音、異常振動がないか確認すること。

消耗部品（Oリングやインペラ等）があるので、定期的に点検・補修・交換をする必要がある。

**※点検の際は、必ず電源を切ること。**

**※乾燥しているか確認し点検すること。**

#### 3-1-5 配管部材

配管材の材質は、耐衝撃性塩化ビニル（HIVP）、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、フッ素樹脂（PFA, PTFE）等、電解水の主成分である次亜塩素酸に耐性のある物を選定すること。

経年劣化や破損等に対応できるよう、部分的な改修・交換が可能な接続（バルブ止め）配管をすること。

また、電解水中の有効塩素濃度が劣化、減少しない総延長距離内で配管すること。

リザーバータンクの設置も有効である。

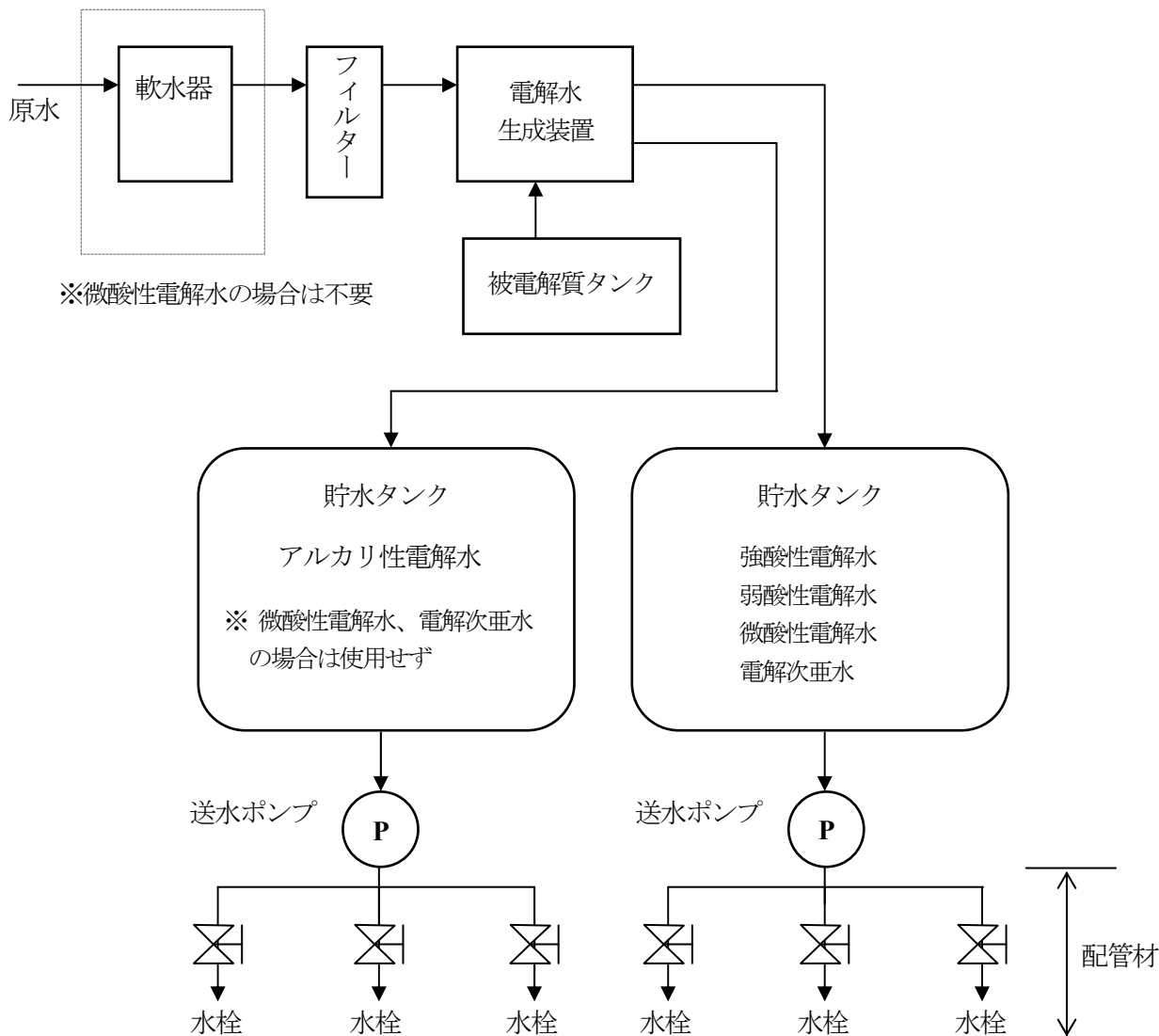
#### 3-1-6 水栓

電解水を吐水するための水栓には、塩化ビニル（PVC）、ポリエチレン（PE）、フッ素樹脂（PFA, PTFE）等、電解水の主成分である次亜塩素酸に耐性のある材質を選定すること。

電解水が吐水されるシンクの排水管（トラップ）についても同様である。

経年劣化や破損等に対応できるよう、部分的な改修・交換が可能な接続（バルブ止め）をすること。

### 3-2 周辺機器の接続 (例)



### 3-3 設置条件

#### 3-3-1 一次側工事

給水（水道水）、排水、電源、換気設備を有すること。  
水質、水圧、水量が装置の仕様に適合していること。

#### 3-3-2 二次側工事

配管、水栓接続工事等の指示書を有すること。  
施工にあたっては、所轄行政窓口の指導及び指示等に従うこと。

#### 3-3-3 設置環境

屋内設置が原則である。やむをえず屋外に設置する場合、直射日光や風雨を避け設置すること。

設置面は、運転重量に充分耐えうる構造、処理等がされた平面であること。

架台等に設置する場合も同様である。

運転環境は火気類がなく、高・低温多湿および凍結しない場所を選定すること。各種ガス（水素、塩素）の発生があるので、強制換気設備を有すること。

#### 3-3-4 保安環境

漏水対策（防水壁）、耐震対策（転倒防止）を充分に考慮すること。メンテナンススペースや補助材（被電解質等）の保管エリア等を確保すること。



## 第4章 生成装置の例

生成電解水／電解槽（被電解水）	時間当り生成量	市販機器（型式名）
強酸性電解水／二室型（NaCl 水）		
アマノ(株)	60L / 90L / 120L	$\alpha$ -Cute / $\alpha$ -Light / $\alpha$ -2000N : FW-2000N
	150L～600L	FW-7000 シリーズ
株セルフメディカル	60L～ 90L	EO-003
三浦電子(株)	60L～ 90L	オキシライザー : OX-01
株アルテック	60L	アルトロン : AL-761N、ND-1000N
コロナ工業(株)	60L / 90L	CXM-1000、CXM-1000E / CXM-1500、CXM-1500N
	150L / 300L	CXM-2500、CXM-2501 / CXM-5000、CXM-5001
興研(株)	24L / 60L	オキシライザ : オーシャンCL / OXO-01X
ホシザキ電機(株)	60L / 120L / 240L	ROX-10WB / ROX-20TB、ROX-30SA / ROX-60SA、ROX-60A
強酸性電解水／三室型（NaCl 水）		
ファーストオーシャン(株)	120～180L	ファインオキサー* : FO-1000S5-G / FO-1000S5-D
株テックコーポレーション	300L	ESS シリーズ : ESS-100、ESS-300、ESS-ZERO
弱酸性電解水／三室型（NaCl 水）		
オルガノ(株)	300L	EW-0300NS**
微酸性電解水／一室型（塩酸水）		
森永エンジニアリング(株)	300L / 1,000L	ピュアスター : Mp-300 / Mp-1000
	5,000L / 10,000L	ピュアスター : Mp-5000 / Mp-10000
森永乳業(株)	300L	ミュークリーン
微酸性電解水／一室型（NaCl 塩酸混水）		
株OSG コーポレーション	120L	ウェル クリン・テ : NDX-65KMH
電解次亜水／無隔膜一室型（NaCl 水）		
リビングテクノロジー(株)	9t～12t（上限：60t/日/60ppm）	ハイクロレーター : PC7-150FW
	15L（2 バッチ生成）	ミニクローラ : LB-953
三浦電子(株)	300L / 180～600L	ビーコロン : CL-S50 / CL-S100
	450L～1,800L	MS1000 システム
アマノ(株)	480L	$\beta$ 8000 : FWK-8000
株アルテック	60～240L	アルトロン : AL-770 シリーズ
“中性次亜塩素酸水（中性電解水）”／無隔膜一室型		
株セルフメディカル	1,200L	ポセイドン セントラルタイプ
	180L	ポセイドン Sタイプ

\*運転調整により弱酸性電解水も生成可能。

\*\*運転調整により強酸性電解水も生成可能。

おわりに

日本機能水学会監修のもと財団法人機能水研究振興財団から平成 24 年 12 月に刊行された「次亜塩素酸水生成装置に関する指針（第 2 版）」は、機能水分野はもとより関係諸分野・団体において高く評価されている。本調査報告では、次亜塩素酸水生成装置に関する情報のうち、各種生成装置の基本構成、設計基準、周辺機器を含めた設置・施工、および製品情報について、未認可であるが“中性次亜塩素酸水”と見做せるものも含めてまとめた。また、電極と塩化ナトリウムについての解説も記載した。それらの内容は、現時点でもっとも信頼できる情報に基づいており、読者の方々にとって有用なことと信じている。一方、実使用の際に必要な次亜塩素酸水のモニタリングや周辺機器を含めた生成装置の保守管理については割愛したが、現在、関係情報の整理が調査委員会で進められており、近々、第 2 版の追補（冊子）として財団法人機能水研究振興財団から刊行される予定である。

謝辞

本報告をまとめるに当たり、ご協力をいただいた以下の方々に感謝申し上げます（順不同）。両角久（アマノメンテナンスエンジニアリング(株)）、濱谷希人（森永乳業(株)）、恒川良太郎（(株)OSG コーポレーション）、錦善則（ペルメレック電極(株)）、須藤良雇（ファースト・オーシャン(株)）、前井孝夫（リビングテクノロジー(株)）、小佐野常夫（(株)セルフメディカル）

## **The 2013 Survey Report on Hypochlorous Acid Water - Producing Apparatus**

**Kunimoto HOTTA, Yoko TSUZUKU, Tamotsu FURUMAI and Kenji KIKUCHI**

Survey Committee on Hypochlorous Acid Water-Producing Apparatus, Functional Water Foundation

Based on our survey, we introduced here Denkaisui (electrolyzed water)-producing apparatus that produce hypochlorous acid water as the food additive and its equivalent water. The report also include types of apparatus that produce the following waters with high level of anti-microbial activity; strongly acidic (pH2.2-2.7), weakly acidic (pH2.7-5.0), slightly acidic (pH5.0-6.5), neutral (pH6.5-7.5) and slightly alkaline (>pH7.5).