

【技術分類】 1 - 10 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 10 - 3 - 1 硬水軟化

【技術内容】

イオン交換樹脂を用いた水処理装置として、大きく分けて、硬水軟化装置と純水製造装置がある。

硬水の軟化は、カルシウム、マグネシウムなどの硬度成分を含む水をナトリウム型の強酸性陽イオン交換樹脂を充填した塔に通して硬度成分だけを除去するものである。その結果、硬度成分のみを除いた標準用水が得られる。

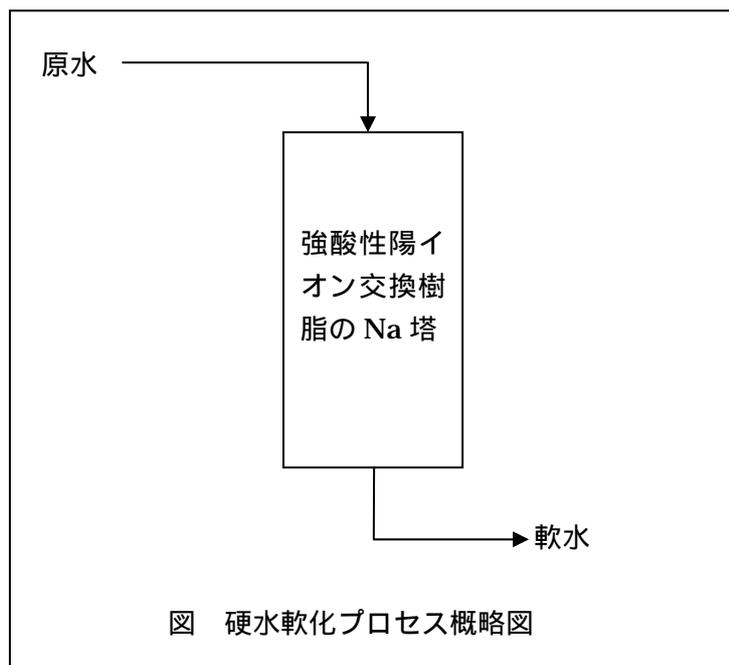
硬度成分を吸着し飽和状態になった樹脂を再生するには 10%程度の食塩水溶液が用いられるが、海水を用いることもある。

強酸性陽イオン交換樹脂は、標準架橋度のゲル型またはポラス型樹脂が最も一般的であり、全 pH 域でイオン交換をする能力がある。Na 型樹脂は、多陽価イオンとイオン交換が可能で、硬水の軟化に適しているが、再生し難く、化学当量的に数倍の再生剤を必要とする。

硬水軟化装置の通水は、原水の脱塩時は下向流であり、再生剤は上向流の向流式イオン交換樹脂塔である。

【図】

図 硬水軟化プロセス概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982 年 3 月 20 日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社発行、72 - 75 頁

【技術分類】 1 - 10 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 10 - 3 - 2 脱アルカリ軟化

【技術内容】

脱アルカリ軟化は、アルカリ度の高い水を対象とする軟化処理で、アルカリ度にほぼ相当する分だけイオンも減少する。陽イオン交換樹脂の H 型と Na 型をうまく組合わせている点が特徴である。

脱アルカリ軟化には次の方式がある。

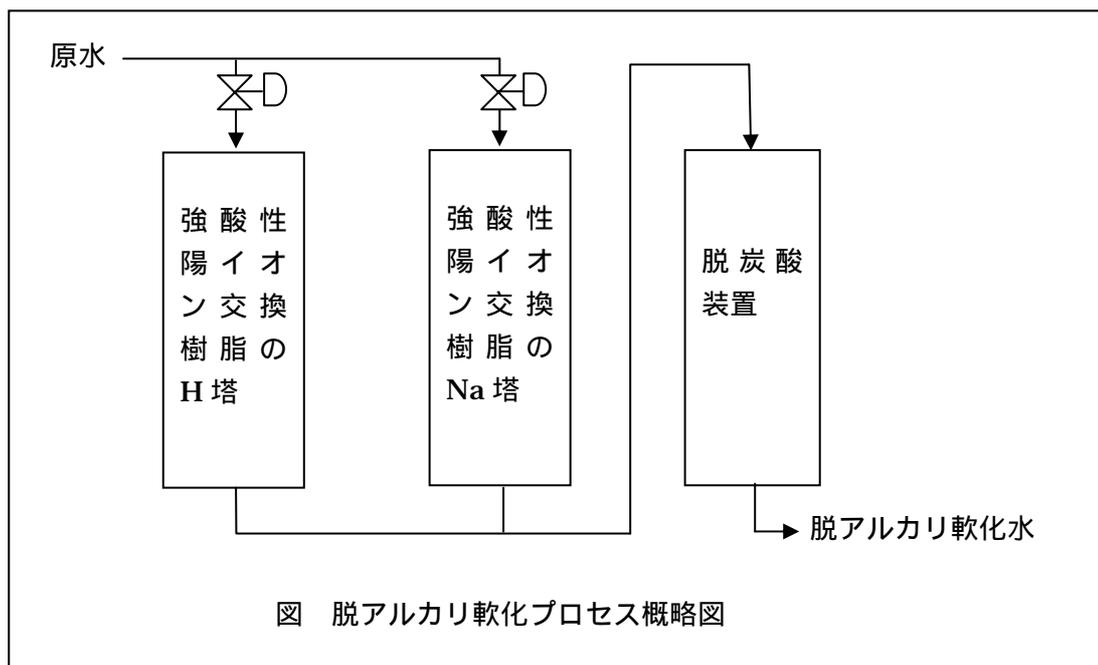
1. 原水を H 型樹脂塔を通し、強酸性陽イオン交換樹脂の H 型塔処理水の pH と連動して水酸化ナトリウムを添加する。再生剤は塩酸または硫酸である。
2. 混合水の pH または電気伝導度と連動して H 型塔と強酸性陽イオン交換樹脂の Na 型塔の流量比を調節する。その後で脱炭酸装置を通す。再生剤は食塩水または海水である。
3. 原水を強塩基性陰イオン交換樹脂の Cl 型塔を通した後 Na 型塔を通す。Cl 塔と Na 塔の流量調節は必要がなくなる。処理水は希薄食塩水となる。再生剤は食塩水または海水である。

これらの処理の結果、処理水は脱アルカリ軟水となり、溶液の酸性、塩基性をほとんど恒常に保つ標準水が得られる。

下図に、脱アルカリ軟化プロセスのうち、2. イオン交換樹脂塔流量調節型を示す。

【図】

図 脱アルカリ軟化プロセス概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982 年 3 月 20 日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社発行、72 - 75 頁

【技術分類】 1 - 1 0 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 1 0 - 3 - 3 脱塩

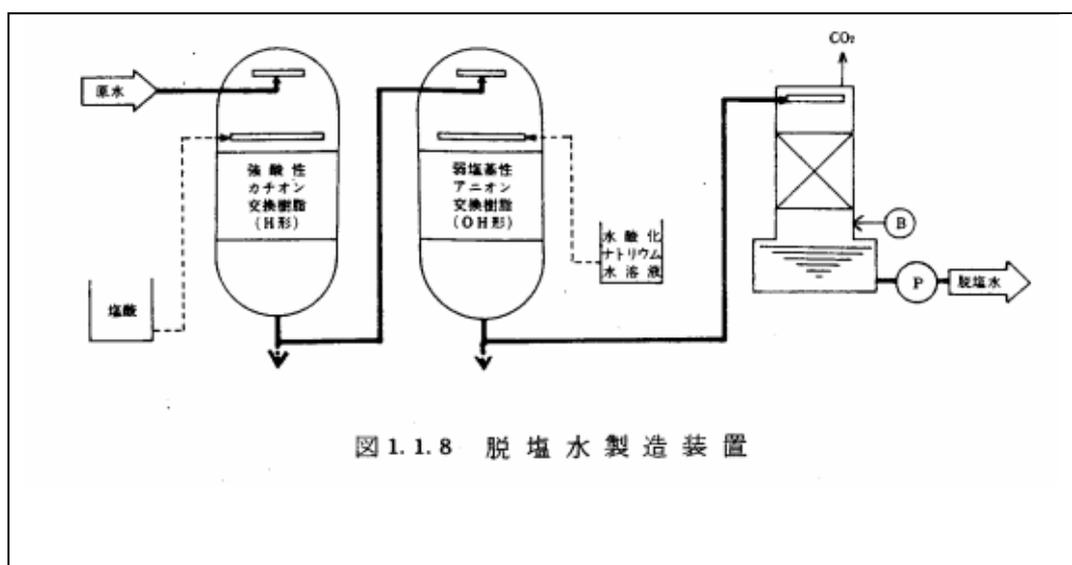
【技術内容】

脱塩処理は、シリカ（ケイ酸）の除去を考慮しない場合に用いる。イオン量は極度に減少し、脱塩した標準水を作るのに適している。処理費は安いがボイラー水には使えない。製造工程用水向きである。

脱塩処理は、強酸性陽イオン（カチオン）樹脂の H 型塔を通した後、弱塩基性陰イオン（アニオン）樹脂の OH 塔を通し、さらに脱炭酸装置を通す。再生剤は塩酸または硫酸及び苛性ソーダである。

【図】

図 脱塩プロセス



出典：イオン交換樹脂・膜の最新応用技術、1982 年 12 月 21 日、桧垣寅男編、株式会社シーエムシー発行、19 頁 図 1.1.8 脱塩水製造装置

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982 年 3 月 20 日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社発行、72 - 75 頁

「イオン交換樹脂・膜の最新応用技術」、1982 年 12 月 21 日、桧垣寅男編、株式会社シーエムシー発行、16 - 19 頁

【技術分類】 1 - 10 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 10 - 3 - 4 複床式純水製造

【技術内容】

イオン交換樹脂による複床式純水製造装置は、2床3塔型、3床4塔型、重複2床型がある。

1. 2床3塔型純水装置

従来から最も一般的に使用されている純水装置である。再生と通水は、共に下降流にて行うのが普通である。現在稼動している純水装置としては最も数が多い。

2床3塔のOH塔のあとに少量の樹脂量の弱塩基性陰イオン交換樹脂のW-H塔をつけると、純度は極度によくなり、H塔の再生剤量を減らすことができ、再生時のOH塔の洗浄時間も短縮できる。

2. 3床4塔型

2床3塔型の陰イオン交換樹脂塔を、弱(中)塩基性陰イオン交換樹脂塔と強塩基性陰イオン交換樹脂塔の2塔に分離したものである。弱(中)塩基性樹脂は、鉍酸( $H_2SO_4$ 、 $HCl$ 等)による再生が容易のため、強塩基性樹脂の再生廃液を弱(中)塩基性樹脂の再生にも利用できる。

鉍酸、塩分の多い原水から純水を得るのに適している。処理水質は、2床3塔式と同等である。

3. 重複2床型

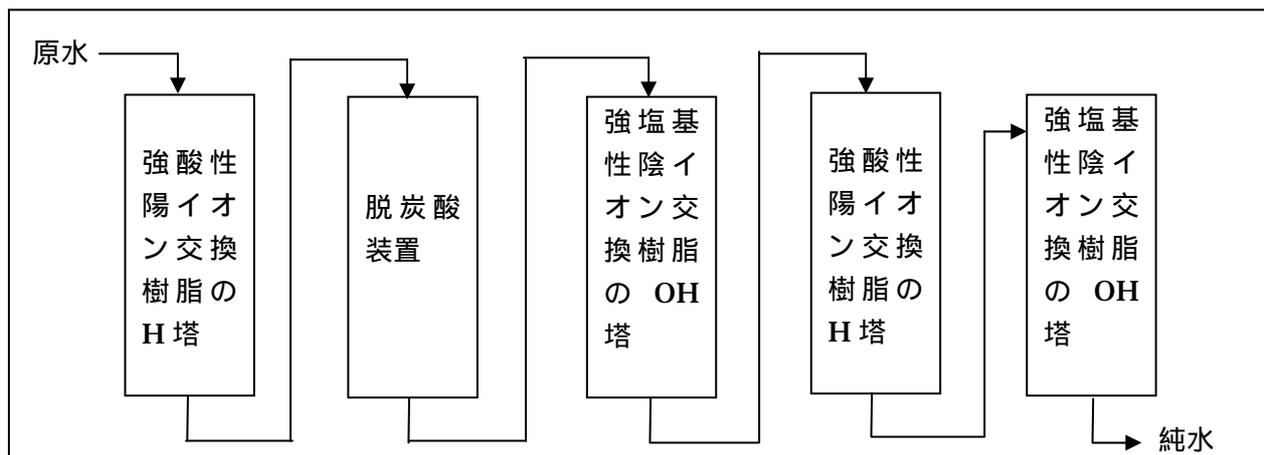
2床3塔型の後段にさらに2床式を配し、前段と後段と別々に再生を行うものは、後段を複床式のポリッシャとして使用することとなる。後段のH塔、OH塔の容量は小さくてよい。また、前段と後段と同時に再生を行うことも可能である。前段より生じた僅かなイオンの漏れを、後段でポリッシャ的に除去するものであるため、2床3塔型に比し、高純度の処理水が得られるとともに、再生剤使用量の節減、再生時間も短縮できる。

いずれの方式も、脱塩、脱ケイ、脱炭酸した標準水が得られる。再生剤は塩酸または硫酸及び苛性ソーダである。

下図に、3. 重複2床型のプロセスフローを示す。

【図】

図 複床式純水製造プロセス概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982年3月20日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社、72 - 75 頁

「イオン交換樹脂・膜の最新応用技術」、1982年12月21日、檜垣寅雄編、株式会社シーエムシー発行、18 - 21 頁

【技術分類】 1 - 10 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 10 - 3 - 5 混床式純水製造

【技術内容】

混床式純水製造装置は、塔内に強酸性陽イオン(カチオン)樹脂である H 型と強塩基性陰イオン(アニオン)樹脂の OH 型を混合して充填した装置である。複床式の装置が無数に積み重なったものともいえる。その結果、高純度の純水が得られる。

そのメカニズムは次のように考えられる。

H 型の強酸性樹脂層に中性塩を通すと鈹酸を遊離し交換平衡が成立する。同様に中性塩を OH 型の強塩基性樹脂層に通すと塩基を遊離して交換平衡が成立する。H 型強酸性樹脂と OH 型強塩基性樹脂を混合すると遊離した酸、塩基は相手の樹脂に捕捉され交換平衡が成立しないで反応が進み易くなる。このため両樹脂を混合した混床塔で脱塩すると抜群に純度の高い脱塩水を製造することが出来ることになる。この方法を混床式脱塩法と呼ぶ。

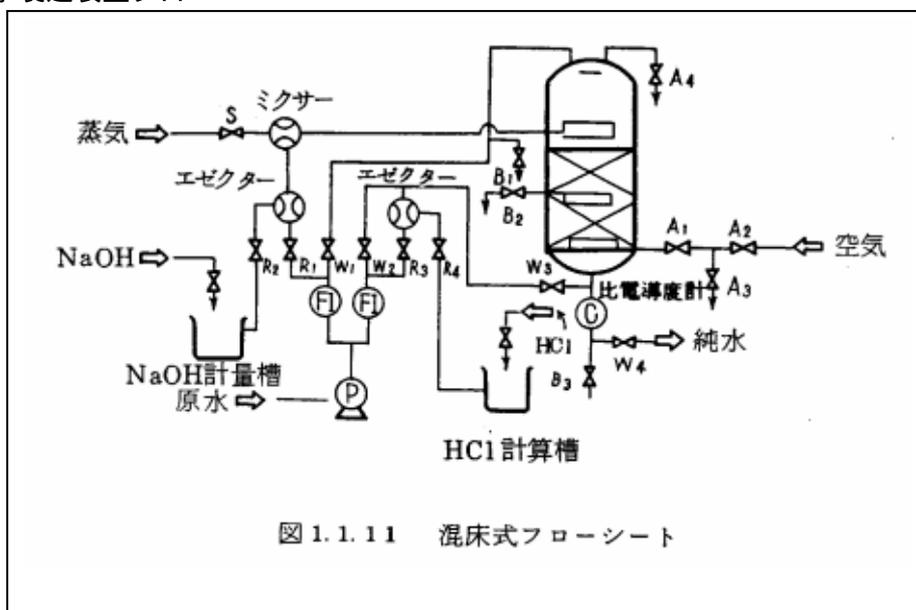
混床式純水製造装置は、条件によっては理論的純水にまでなりうる。但し、ランニングコストが高いのが難点である。

混床式純水製造装置は、原水を直接脱塩するか 2 床式脱塩の後に設置してポリッシャーとして純度を上げる方法がとられている。超純水の製造には逆浸透脱塩の後に混床式脱塩する方法がとられている。

混床式純水製造装置の二つの樹脂は比重が異なるため逆洗分離し、再生する。再生剤は塩酸または硫酸及び苛性ソーダである。

【図】

図 混床式純水製造装置フロー



出典：イオン交換樹脂・膜の最新応用技術、1982 年 12 月 21 日、桧垣寅男編、株式会社シーエムシー発行、21 頁 図 1.1.11 混床式フローシート

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982 年 3 月 20 日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社発行、72 75 頁

「イオン交換樹脂・膜の最新応用技術」、1982 年 12 月 21 日、桧垣寅男編、株式会社シーエムシー発行、21 - 22 頁

【技術分類】 1 - 10 - 3 単位操作 / イオン交換・キレート / 処理方式

【技術名称】 1 - 10 - 3 - 6 ポリッシャ付純水製造

【技術内容】

ポリッシャ付純水製造装置とは、複床式純水製造装置の最終段にさらにイオン交換樹脂塔をつけて純水の純度を上げた設備である。

いくつかのプロセスが考えられるが基本的な 3 プロセスを以下にあげる。

1. 2 床 3 塔型複床式純水製造設備に、シリカのポリッシャをつけケイ酸を重点的に除去して水質の向上を図るプロセス。残留ケイ酸の少ない処理水が得られる。

2. 2 床 3 塔型複床式純水製造設備に、混床式純水製造装置を取りつけたプロセス。ここに掲げた 3 方式のポリッシャ付純水製造措置のうち、最も純度の高い純水が得られる。

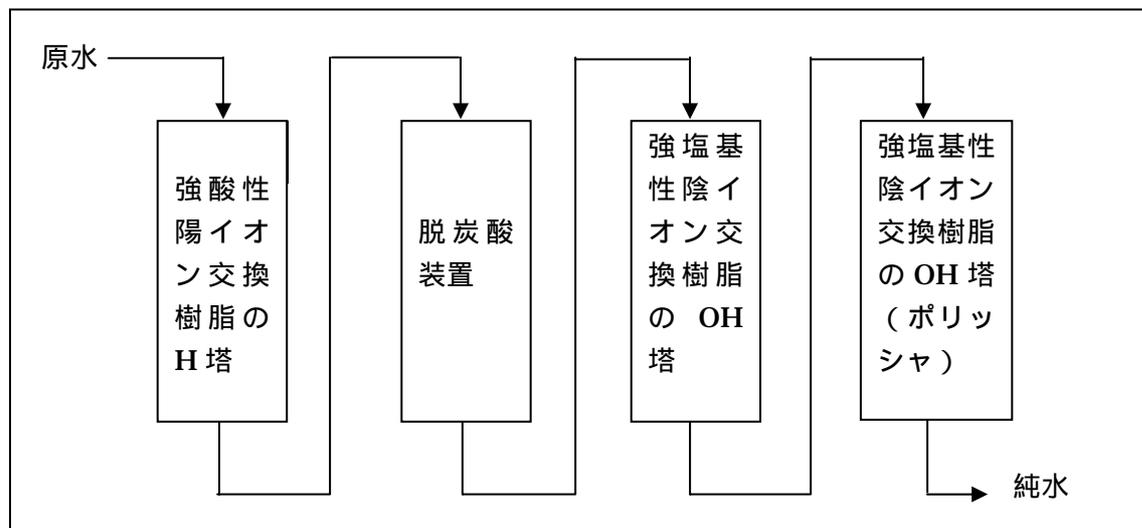
3. 2 床 3 塔型複床式純水製造設備に、陽イオン交換樹脂塔と陰イオン交換樹脂塔を分離し、シリーズに取りつけたプロセス。混床式純水製造装置を取りつけたプロセスに次いで純度の高い純水が得られる。

ポリッシャ付純水製造装置は、基本的には 2 床 3 塔型複床式純水製造装置にさらに純度をあげるためにイオン交換樹脂塔を取りつけたプロセスといえる。再生剤は塩酸あるいは硫酸及び苛性ソーダである。

下図に、1. 2 床 3 塔型複床式純水製造設備に、シリカのポリッシャをつけたのプロセスフローを示す。

【図】

図 ポリッシャ付純水製造プロセス概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典 / 参考資料】

「新体系土木工学 90 水処理 - 単位操作と産業用水・廃水 - 」、1982 年 3 月 20 日、金子光美、藤田賢二著、技報堂出版株式会社、72 - 75 頁

「イオン交換樹脂・膜の最新応用技術」、1982 年 12 月 21 日、檜垣寅雄編、株式会社シーエムシー発行、21 - 22 頁