

(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2005-296748

(P2005-296748A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C O 2 F 1/42

B O 1 J 49/00

F I

C O 2 F 1/42

C O 2 F 1/42

B O 1 J 49/00

テーマコード (参考)

4 D O 2 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-114298 (P2004-114298)

(22) 出願日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号

(74) 代理人 100096415

弁理士 松田 大

(72) 発明者 出水 丈志

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会  
社荏原製作所内

(72) 発明者 萩原 正弘

東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会  
社荏原製作所内

F ターム(参考) 4D025 AA07 AB05 AB06 AB12 BA09

BA10 BA14 BA15 BB03 BB15

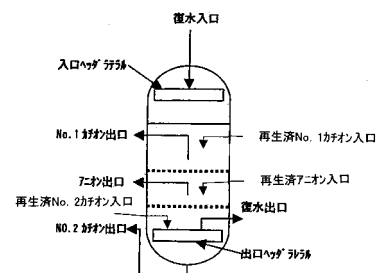
(54) 【発明の名称】 復水脱塩装置とその再生方法

(57) 【要約】

【課題】 アンモニア運用時の水質悪化を抑制し、H、OH運用と同等の水質レベルを確保することができる逆再生率を大幅に低減した復水脱塩装置とその再生方法を提供する。

【解決手段】 内部にイオン交換樹脂を充填した復水脱塩装置において、該充填したイオン交換樹脂が、アニオン樹脂層とカチオン樹脂層を交互に3層以上組合せた複床からなり、それらの各樹脂層は、相互に混じり合わないよう分離壁で区分されていることとしたものであり、前記樹脂層を組合せた複床は、最下層を弱酸性カチオン樹脂とすることができ、また、該装置の上部に復水流入口を、下部に復水流出口を有し、前記分離壁で区分された樹脂層の各々の最下部には該樹脂層の樹脂を拔出す拔出管を配備されると共に、該拔出管をそれぞれの樹脂の再生塔に接続することができる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内部にイオン交換樹脂を充填した復水脱塩装置において、該充填したイオン交換樹脂が、アニオン樹脂層とカチオン樹脂層を交互に 3 層以上組合せた複床からなり、それらの各樹脂層は相互に混じり合わないよう分離壁で区分されていることを特徴とする復水脱塩装置。

**【請求項 2】**

前記樹脂層を組合せた複床は、最下層が弱酸性カチオン樹脂からなることを特徴とする請求項 1 記載の復水脱塩装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 記載の復水脱塩装置において、該装置の上部に復水流入口を、下部に復水流出口を有し、前記分離壁で区分された樹脂層の各々の下部には該樹脂層の樹脂を抜出す抜出管が、また、樹脂層の各々の上部には樹脂を返送する返送管が配備されると共に、該抜出管及び返送管がそれぞれの樹脂の再生塔に接続されていることを特徴とする復水脱塩装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 記載の復水脱塩装置の再生方法において、薬品再生が必要になったイオン交換樹脂は、分離壁で区分されたそれぞれの樹脂層に設置されている樹脂抜出管により、水及び / 又は空気によりカチオン樹脂はカチオン樹脂再生塔に、また、アニオン樹脂はアニオン樹脂再生塔に直接移送され、それぞれ通薬再生されて洗浄された後、直接、水及び / 又は空気により前記拔出された分離壁で区分された樹脂層に返送されることを特徴とする復水脱塩装置の再生方法。

**【請求項 5】**

前記カチオン樹脂再生塔では、前記樹脂層の最下層が弱酸性カチオン樹脂の場合、該弱酸性カチオン樹脂を該再生塔の分離壁により区分された下部隔壁に移送し、上部隔壁の強酸性カチオン樹脂の上部から下方流で通薬再生することを特徴とする請求項 4 記載の復水脱塩装置の再生方法。

**【請求項 6】**

前記カチオン樹脂再生塔においては、該樹脂層から移送されるカチオン樹脂に余剰カチオン樹脂を加え、逆洗して破碎樹脂及び / 又は微細樹脂をオーバーフロー除去すると共に、樹脂層上部の樹脂を余剰カチオン樹脂タンクに抜取った後に通薬再生し、また、アニオン樹脂再生塔においては、該樹脂層から移送されるアニオン樹脂に余剰アニオン樹脂を加え、逆洗して破碎樹脂及び / 又は微細樹脂をオーバーフロー除去すると共に、樹脂層下部よりカウンターフロー水を入れながら、上層のアニオン樹脂のみを通薬再生することを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の復水脱塩装置の再生方法。

**【請求項 7】**

請求項 4、5 又 6 記載の復水脱塩装置の再生方法において、前記樹脂層から樹脂再生塔に移送されるカチオン樹脂及び / 又はアニオン樹脂を、破碎樹脂及び / 又は微細樹脂のみが通過する分離装置により分離した後に、それぞれの樹脂再生塔に移送することを特徴とする復水脱塩装置の再生方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、復水脱塩装置に係り、特に、汽力発電プラントに使用する復水脱塩装置とその再生方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

PWR プラントの二次冷却水系に設置されている復水脱塩装置は、復水中のイオン性不純物 (Na、Cl、SO<sub>4</sub> など) を脱塩処理し、給水系から蒸気発生器に持ち込まれるイオン性不純物を極低レベルに低減し、蒸気発生器の伝熱管部において、イオン性不純物の

10

20

30

40

50

濃縮により発生する恐れのある応力腐食割れの防止を図っている。また、PWRプラントの二次冷却水系では、蒸気発生器へのクラッド（鉄酸化物）の持ち込みを抑制するため、復水中にアンモニアやヒドラジンなどを添加し、pHをアルカリ側にコントロールするAVT処理を行っている。

#### 【0003】

このためPWRプラントに用いる復水脱塩装置では、高純度の水質を確保するため、H型強酸性カチオン樹脂及びOH型強塩基性アニオン樹脂の混床式脱塩器による運用を行っているが、復水中に添加されるアンモニアやヒドラジンなどがカチオン樹脂の大きな負荷となり、カチオン樹脂のイオンブレイクが早まるため頻繁な通薬再生が必要となる。このため、PWRプラントでは、イオン交換樹脂の交換頻度の増加、再生剤、純水、蒸気、空気等の大量消費、及び処理する必要のある化学廃液の増加などの経済的問題、並びに運転員の負荷増大など、解決する必要のある幾つかの問題を抱えている。更に、強酸性カチオン樹脂より溶出する有機性不純物はカチオン樹脂の官能基であるスルホン基を有しており、分解すると硫酸イオンとなるため、処理水質低下原因の1つとなっている。

10

#### 【0004】

この問題を解決する手段として、通薬再生の低減が可能な復水脱塩装置のアンモニア運用が考えられるが、従来のアンモニア運用はH、OH運用と比べて処理水質が悪化するため、そのままPWRプラントには適用できない。

アンモニア運用で処理水質の向上を図るためには、再生剤による逆再生率（Na型カチオン樹脂含率、Cl型アニオン樹脂含率）を従来のPWRレベルより2桁以上低減する必要がある。従来の混床式脱塩装置の樹脂分離技術では、理想的な分離操作を行っても、現状の逆再生率を1桁程度低減するのが限界である。

20

逆再生率を低減する方法としては、特開平8-117615号公報のように中間樹脂を使用する方法や、特開昭55-94650号公報のように樹脂分離に苛性ソーダを使用する方法、特開平4-100587号公報のように樹脂移送方法を工夫する方法、などが提唱されているが、理想的な分離操作を行っても、現状の逆再生率を1桁程度低減するのが限界である。

#### 【0005】

カチオン樹脂とアニオン樹脂を混床にて使用する限り、逆再生率を大幅に低減することは困難である。

30

また、カチオン樹脂からの溶出物を低減する方法としては、特開平11-352283号公報にあるような、架橋度が通常使用されている8~10%より高い12~16%の強酸性ゲル型カチオン樹脂を適用する方法や、特開2001-314855号公報にあるようなアニオン樹脂を樹脂層下層部に配してカチオン樹脂から溶出するTOCを吸着する方法、特開平8-224579号公報にあるような強酸性ゲル型カチオン樹脂と粒径分布がガウス分布のポーラス型アニオン樹脂にて混床を形成する方法、などが提案されている。

しかし、架橋度の高い強酸性ゲル型カチオン樹脂を使用しても長期間の使用により酸化劣化が進行して有機性不純物の溶出は徐々に増加するため水質の低下は避けられない。また、アニオン樹脂を樹脂層下層部に配する方法ではカチオン樹脂から溶出する有機性不純物の溶出は低減できるが、逆にアニオン樹脂より溶出する有機性不純物がリークして分解により硝酸イオンなどが生成するため、やはり水質低下を引き起こす。

40

#### 【0006】

また、ポーラス型アニオン樹脂の使用は、該樹脂がマクロポアを有するため有機性不純物の吸着能力は高いが、原子力発電プラントの復水脱塩装置で通常使用されている市販のポーラス型アニオン樹脂は、粒径分布が420~1180 $\mu$ mに分布するいわゆるガウス分布で平均粒径が800 $\mu$ m程度であることと、ポーラス型イオン交換樹脂がマクロポアを有するがために、樹脂マトリックスの部分は非常に緻密な構造を有しており、反応速度の面でゲル型樹脂に劣ることとなり、水質向上は期待できない。

【特許文献1】特開平8-117615号公報

【特許文献2】特開昭55-94650号公報

50

【特許文献 3】特開平 4 - 1 0 0 5 8 7 号公報  
【特許文献 4】特開平 1 1 - 3 5 2 2 8 3 号公報  
【特許文献 5】特開 2 0 0 1 - 3 1 4 8 5 5 号公報  
【特許文献 6】特開平 8 - 2 2 4 5 7 9 号公報  
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、復水脱塩装置の運用を H、OH 運用から、通薬再生頻度の低減が可能なアンモニア運用とすると共に、アンモニア運用時の水質悪化を抑制し、H、OH 運用と同等の水質レベルを確保するため、樹脂再生時の逆再生率を現状より大幅に低減し、アンモニア運用時の処理水質の向上を図ることができる復水脱塩装置とその再生方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 8】

上記課題を解決するために本発明では、内部にイオン交換樹脂を充填した復水脱塩装置において、該充填したイオン交換樹脂が、アニオン樹脂層とカチオン樹脂層を交互に 3 層以上組合せた複床からなり、それらの各樹脂層は、相互に混じり合わないよう分離壁で区分されていることを特徴とする復水脱塩装置としたものである。

前記復水脱塩装置において、樹脂層を組合せた複床は、最下層を弱酸性カチオン樹脂とすることができる。

また、前記復水脱塩装置において、該装置の上部に復水流入口を、下部に復水流出口を有し、前記分離壁で区分された樹脂層の各々の下部には、該樹脂層の樹脂を拔出す拔出管が、また、樹脂層の各々の上部には樹脂を返送する返送管が配備されると共に、該拔出管及び返送管がそれぞれの樹脂の再生塔に接続されていることとした。

【0 0 0 9】

また、本発明では、前記復水脱塩装置の再生方法において、薬品再生が必要になったイオン交換樹脂は、分離壁で区分されたそれぞれの樹脂層に設置されている樹脂拔出管により、水及び / 又は空気によりカチオン樹脂はカチオン樹脂再生塔に、また、アニオン樹脂はアニオン樹脂再生塔に直接移送され、それぞれ通薬再生されて洗浄された後、直接、水及び / 又は空気により前記拔出された分離壁で区分された樹脂層に返送されることを特徴とする復水脱塩装置の再生方法としたものである。

前記復水脱塩装置の再生方法において、前記カチオン樹脂再生塔では、前記樹脂層の最下層が弱酸性カチオン樹脂の場合、該弱酸性カチオン樹脂を該再生塔の分離壁により区分された下部隔壁に移送し、上部隔壁のカチオン樹脂の上部から下方流で通薬再生することができる。

【0 0 1 0】

前記復水脱塩装置の再生方法において、前記カチオン樹脂再生塔においては、該樹脂層から移送されるカチオン樹脂に余剰カチオン樹脂を加え、逆洗して破碎樹脂及び / 又は微細樹脂をオーバーフロー除去すると共に、樹脂層上部の樹脂を余剰カチオン樹脂タンクに抜取った後に通薬再生し、また、アニオン樹脂再生塔においては、該樹脂層から移送されるアニオン樹脂に余剰アニオン樹脂を加え、逆洗して破碎樹脂及び / 又は微細樹脂をオーバーフロー除去すると共に、樹脂層下部よりカウンタフロー水を入れながら、上層のアニオン樹脂のみを通薬再生することができる。

また、前記再生方法において、前記樹脂層から樹脂再生塔に移送されるカチオン樹脂及び / 又はアニオン樹脂を、破碎樹脂及び / 又は微細樹脂のみが通過する分離装置により分離した後にそれぞれの樹脂再生塔に移送することができる。

【発明の効果】

【0 0 1 1】

以上、詳細に説明したように本発明によれば、下記のような優れた効果が期待される。

( 1 ) 本発明は、混床式復水脱塩装置の最大の課題である逆再生を基本的に生じさせな

い技術であると共に、複数段の樹脂層の組合せにより構成される複床を使用することにより、混床と同等の高純度水質を確保することが可能であり、アンモニア運用時の処理水質をH、OH型イオン交換樹脂による運用と同レベルまで向上させる技術である。本発明により、現在のPWR二次系復水脱塩装置のH、OH型イオン交換樹脂による運用の問題点である頻繁な再生による再生剤、純水、空気等の大量消費、化学廃液の増加、並びに運転員の負荷増大などを解消することができる画期的技術であり、その経済効果は絶大である。

#### 【0012】

(2) 本発明は混床式復水脱塩装置の最大の課題である逆再生を基本的に生じさせない技術であると共に、破碎樹脂及び微細樹脂を除去することが可能であるため、BWRプラントの原子炉水の高純度化にも幅広く適用できる技術であり、近年のプラント高経年化対策への適用など、その波及効果は絶大である。

10

(3) 通薬再生頻度を大幅に低減できる。従来技術では、各脱塩器に対して10日に1回程度通薬再生を実施している。これは、逆再生によりカチオン樹脂に負荷したNaイオンが、系統内に注入しているアンモニアの吸着により樹脂下層側に押し出されることによる処理水質の低下を抑止するために、Naイオンが下流側にリークする前に通薬再生を行う必要があるためである。

逆再生率を大幅に低減できれば、この事象による通薬再生は不要となり、薬品代や運転員負荷など、O&Mコストを大幅に低減することができる。通薬再生頻度は復水器での海水漏洩の発生の有無など被処理水質に依存するが、通常、通薬再生は3ヵ月に1回程度実施すればよいこととなる。

20

#### 【0013】

(4) また、複床式脱塩装置の場合、カチオン樹脂とアニオン樹脂のイオン交換反応が同時に起きないため、通薬再生後のリンス特性が低下すると一般的に言われている。これは、水素イオンと水酸イオンが同時発生すれば、溶解度積が非常に小さいことから速やかに水となるため、リンスが効率的に行われるためであるといわれている。複床式の場合、これが同時におきないため、リンス特性上、不利であるといわれている。しかし、本発明では、通薬再生頻度を前述の通り大幅に低減できるため、リンスに時間をかけることが可能である。従来技術では、10日毎に通薬再生を実施するには、1つの脱塩塔の再生にかけられる時間は2日程度であり、リンスに十分な時間をかけることができない。しかし、本発明では、その9倍の時間がかけられるため、時間をかけてリンスを行うことで対応が可能である。脱塩塔で採水する前には、再循環操作が行われてる。これは、被処理水を通水し処理水を復水脱塩装置の入口側に戻す操作であり、これにより、通薬再生時の残留薬品が下流側にリークしないようにするものである。著しく劣化が進行したイオン交換樹脂でも、通常では1時間程度のところを、24時間程度の再循環運転を実施することで問題ないことが確認されている。従って、通薬再生頻度を著しく低減可能な本発明では、リンスに十分な時間がかけられるため、リンス特性の問題は発生しない。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0014】

本発明者は、種々検討を行った結果、復水を処理する脱塩塔において、アニオン樹脂、カチオン樹脂、夫々の単床を、被処理水の水質に応じ複数段、組み合わせて構成される複床式脱塩塔により脱塩処理を行う方法を見出したことにより、PWRプラントの使用条件において、混床式脱塩塔と同等の処理水質が確保できた。続いて、脱塩塔内の樹脂層は、スクリーン等を取り付けた分離壁により区分され、各層のイオン交換樹脂を採水終了後、夫々の樹脂層に設置されている樹脂拔出管より、直接、各々の再生塔に移送し通薬再生する方法により、混床式と違いカチオン樹脂とアニオン樹脂は、一切、混ざることなく、分離操作を行わずに再生することが可能となり、これにより再生剤による逆再生が完全に排除できた。

40

#### 【0015】

更に、破碎樹脂及び/又は微細樹脂の各樹脂層への混入防止対策を見出したことにより

50

、従来の逆再生率（Na逆再生率：0.05%、Cl逆再生率：1.0%）を大幅に下回る高純度の樹脂再生を可能にすることができ、アンモニア運用においても高純度の処理水が確保できた。また、樹脂層の最下層を弱酸性カチオン樹脂とすることにより、カチオン樹脂により溶出する有機性不純物由来の硫酸イオン濃度を低減することができた。

更に、カチオン樹脂を通薬再生する際、弱酸性樹脂の再生効率が高いことを利用し、カチオン樹脂再生塔において上部隔室に強酸性カチオン樹脂を、下部隔室に弱酸性カチオン樹脂を配し、下方流にて通薬再生することにより使用する薬品量を低減することが可能である。

#### 【0016】

以下に発明の詳細を記述する。

一例として、樹脂層上部よりカチオン樹脂、アニオン樹脂、カチオン樹脂の3層により構成した複床式脱塩装置の説明を行う。複床式脱塩装置は、図1のようにNo.1カチオン層、アニオン層、No.2カチオン層のように交互に組み合わせた複床により構成される。復水は、入口ヘッダラテラルを通り、No.1カチオン層、アニオン層、No.2カチオン層を交互に通過し脱塩処理された後、出口ヘッダラテラルにより集水され脱塩処理される。採水を終了した樹脂は、夫々の樹脂層に設置されている樹脂拔出管より、カチオン樹脂再生塔、アニオン樹脂再生塔に抜き出され再生される。各樹脂層は、穴明き板にウエッジワイヤスクリーンを取り付けた分離壁により区分され、各層のイオン交換樹脂は混ざらない構造になっている。各樹脂層の層高は、上部カチオン層：約600mm、アニオン層：約600mm、下部カチオン層：約600mm程度を目安に決め、被処理の水質、処理流速により最適層高を調整するものとする。

なお、弱酸性カチオン樹脂を用いる場合は、No.2カチオン層が弱酸性カチオン樹脂層となる。

#### 【0017】

樹脂塔から抜き出されたカチオン樹脂は、直接カチオン樹脂再生塔に移送される。

図2のように、カチオン樹脂再生塔は、No.1カチオン樹脂とNo.2カチオン樹脂を同時に逆洗及び通薬再生するための内装管と、それぞれの樹脂を脱塩装置の樹脂層に移送するための樹脂抜き出し管より構成されている。脱塩装置の樹脂層から移送されるカチオン樹脂に余剰カチオン樹脂を加え、空気によるスクラビングの後に、展開率100%以上で30分以上逆洗して、破碎樹脂及び/又は微細樹脂をオーバーフロー除去する。本操作は、必要により複数回繰り返す。

逆流終了後、カチオン樹脂層に混入する可能性のある破碎樹脂及び/又は微細樹脂を除去するため、カチオン樹脂の上層を余剰カチオン樹脂タンクに抜き出す。通薬を実施した樹脂は、十分にリンスを行った後にNo.1カチオン、No.2カチオンの順で脱塩装置の樹脂層に返送する。余剰カチオン樹脂は、余剰カチオン樹脂タンクに入れておき、適時サンプリング、分析し、破碎樹脂及び/又は微細樹脂の混入量が増加してきたならば新品樹脂と交換する。

なお、弱酸性カチオン樹脂を用いる場合は、通薬再生を別個に塩酸などの再生剤を用いて再生してもよい。

#### 【0018】

脱塩塔から抜き出されたアニオン樹脂は、直接アニオン樹脂再生塔に移送される。

図3のように、アニオン樹脂再生塔は、アニオン樹脂を逆洗及び通薬再生するための内装管と、アニオン樹脂を脱塩装置の樹脂層に移送するための樹脂拔出管より構成されている。

樹脂層から移送されるアニオン樹脂に余剰アニオン樹脂を加え、空気によるスクラビングの後に、展開率100%以上で30分以上逆洗して破碎樹脂及び/又は微細樹脂をオーバーフロー除去する。逆洗終了後、樹脂層下部に混在している可能性のあるカチオン樹脂の破碎樹脂及び/又は微細樹脂を逆再生させないため、塔下部の逆洗水入口よりカウンタフロー水を入れながら薬液流出口から排出し、上層のアニオン樹脂のみを通薬再生する。通薬を終了した樹脂は、十分にリンスを行った後に脱塩装置の樹脂層に返送する。底部

10

20

30

40

50

の余剰アニオン樹脂は、常時アニオン樹脂再生塔に入れておき、適時サンプリング、分析し破碎樹脂及び／又は微細樹脂の混入量が増加してきたならば、余剰アニオン樹脂出口より抜き出し新品樹脂と交換する。

#### 【 0 0 1 9 】

また、上述の復水脱塩装置において、分離壁のスクリーン等の目開きを通過する可能性のある破碎樹脂及び／又は微細樹脂を完全に除去するため、脱塩装置の樹脂層から移送されるカチオン樹脂及びアニオン樹脂を、破碎樹脂及び／又は微細樹脂のみが通過する目開きを有する振動ふるい装置などの分離装置により夫々、別個に分離して破碎樹脂及び／又は微細樹脂を除去した後に、通薬再生するプロセスを入れることも可能である。

さらに、前述の復水脱塩装置の再生方法において、樹脂層からの樹脂の取出し、一連の再生操作、脱塩塔への樹脂の戻し、など全て、又は一部の運転操作について、シーケンサー、又はプログラムタイマー等を使用することにより自動運転をすることも可能である。

10

#### 【 実施例 】

#### 【 0 0 2 0 】

##### 実施例 1

原子力発電プラントの復水脱塩装置で広く使用されているイオン交換樹脂（ダウケミカル社製）である強酸性ゲル型カチオン樹脂 M S 6 5 0 C と、強塩基性 1 型ゲル型アニオン樹脂 M S 5 5 0 A とを組み合わせ、複床を形成して通水試験を行い、処理水の導電率及びイオン濃度の測定を行うと共に、H、OH型基準での破過時間の測定を行った。試験は、次の条件にて実施した。

20

内径 3 0 m m のカラムにカチオン樹脂とアニオン樹脂を体積比で 2 / 1 にて充填する。樹脂層高は 8 5 0 m m とし、充填方法は次の通りとした。

- ・ ケース 1 : 上部からカチオン樹脂（以下、C）／アニオン樹脂（以下、A）の 2 層
- ・ ケース 2 : 上部から C / A / C の 3 層
- ・ ケース 3 : 上部から C / A / C / A の 4 層
- ・ ケース 4 : 上部から C / A / C / A / C の 5 層

従来技術：混床

#### 【 0 0 2 1 】

通水線流速は、実装置を模擬した 8 0 m / h とし、被処理水温度は 3 5 、入口水質条件は次の通りとした。

30

- ・ 3 . 2 m g / L a s N H <sub>4</sub>
- ・ 0 . 2 m g / L a s N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
- ・ 4 . 0 m g / L a s N a C l
- ・ 0 . 5 m g / L a s N a <sub>2</sub> S O <sub>4</sub>

処理水の導電率及びイオン濃度の測定結果を表 1 に示す。

#### 【 0 0 2 2 】

##### 【 表 1 】

|       | 導電率<br>(mS/m) | N a<br>(μg/L) | N H <sub>4</sub><br>(μg/L) | N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>(μg/L) | C l<br>(μg/L) | S O <sub>4</sub><br>(μg/L) |
|-------|---------------|---------------|----------------------------|---|---------------|----------------------------|
| ケース 1 | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |
| ケース 2 | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |
| ケース 3 | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |
| ケース 4 | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |
| 従来技術  | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |

40

表 1 からわかるように、従来技術と比較していずれのケースでも処理水質に差は認められなかった。また、従来技術である混床樹脂の H、OH 型基準での破過時間を 1 としたときの各ケースの破過時間比を表 2 に表す。

50

【 0 0 2 3 】

【 表 2 】

|       | 比破過時間 |
|-------|-------|
| ケース 1 | 0.85  |
| ケース 2 | 0.95  |
| ケース 3 | 0.95  |
| ケース 4 | 0.95  |
| 従来技術  | 1.00  |

10

表 2 からわかるように、ケース 1 のカチオン樹脂 / アニオン樹脂の 2 層では、H、OH 型基準での破過時間が著しく短縮したが、その他のケースでは、従来技術とほぼ同等であり実機適用上、問題はないと言える。

【 0 0 2 4 】

実施例 2

原子力発電プラントの復水脱塩装置で広く使用されているイオン交換樹脂（ダウケミカル社製）である強酸性ゲル型カチオン樹脂 MS650C と、強塩基性 1 型ゲル型アニオン樹脂 MS550A とを用い、逆洗による破碎樹脂除去挙動を調査した試験は、次の条件にて実施した。

20

樹脂 500 mL を 1 L ビーカに入れ、純水を 500 mL 添加し、マグネチックスターラにて 30 分間攪拌する。この樹脂を内径 30 mm のカラムに充填し、展開率が 100 % となるよう流量を調整し、逆洗廃液中に含まれる微細樹脂量を測定した。試験結果を表 3 に示す。

【 0 0 2 5 】

【 表 3 】

|        |                | 5 分後<br>(個/ml) | 15 分後<br>(個/ml) | 30 分後<br>(個/ml) |
|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| カチオン樹脂 | 25 $\mu$ m 以上  | 30             | 2               | 0               |
|        | 1 ~ 25 $\mu$ m | 500            | 30              | 1               |
| アニオン樹脂 | 25 $\mu$ m 以上  | 50             | 4               | 0               |
|        | 1 ~ 25 $\mu$ m | 850            | 50              | 1               |

30

表 3 からわかるように、逆洗開始初期は微細樹脂のリークが認められるが、逆洗時間と共に徐々に減少し、30 分経過後には微細樹脂のリークがほとんど認められなかった。

【 0 0 2 6 】

実施例 3

原子力発電プラントの復水脱塩装置で広く使用されているイオン交換樹脂（ダウケミカル日本（株）製）である強酸性ゲル型カチオン樹脂 MS650C と、弱酸性カチオン樹脂 MAC3、強塩基性 1 型ゲル型アニオン樹脂 MS550A を組み合わせて複床を形成して通水試験を行い、処理水の導電率及びイオン濃度の測定を行うと共に、H、OH 型基準での破過時間の測定を行った。試験は、次の条件にて実施した。

40

内径 30 mm のカラムに、カチオン樹脂とアニオン樹脂を体積比で 2 / 1 にて充填する。樹脂層面は 850 mm とし、充填方法は次の通りとした。

- ・ 本発明：上部から強酸性カチオン樹脂 / アニオン樹脂 / 弱酸性カチオン樹脂の 3 層
- ・ 従来技術：混床

【 0 0 2 7 】

通水線流速は実装置を模擬した 80 m / h とし、被処理水温度は 35 、入口水質条件

50



は次の通りとした。

- ・ 3 . 2 m g / L a s N H <sub>4</sub>
- ・ 0 . 2 m g / L a s N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
- ・ 4 . 0 m g / L a s N a C l
- ・ 0 . 5 m g / L a s N a <sub>2</sub> S O <sub>4</sub>

【 0 0 2 8 】

処理水の導電率及びイオン濃度測定結果を表 4 に示す。

【 表 4 】

|      | 導電率<br>(mS/m) | N a<br>(μg/L) | N H <sub>4</sub><br>(μg/L) | N <sub>2</sub> H <sub>4</sub><br>(μg/L) | C l<br>(μg/L) | S O <sub>4</sub><br>(μg/L) |
|------|---------------|---------------|----------------------------|---|---------------|----------------------------|
| 本発明  | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |
| 従来技術 | 0.0055        | <0.01         | <0.01                      | <0.01                                   | <0.01         | <0.01                      |

10

表 4 からわかるように、従来技術と比較して処理水質に差は認められなかった。

【 0 0 2 9 】

また、従来技術である混床樹脂の H、O H 型基準での破過時間を 1 としたときの破過時間比を表 5 に示す。

【 表 5 】

|      | 比破過時間 |
|------|-------|
| 本発明  | 1.00  |
| 従来技術 | 1.00  |

20

表 5 からわかるように、従来技術と同等であり実機適用上、問題はないと言える。

【 0 0 3 0 】

また、処理水に紫外線を照射し、処理水中に含まれる有機性不純物を分解し生成する硫酸濃度の測定を行った。その結果を表 6 に示す。従来技術に比べ本発明の方が硫酸濃度は低く水質の高純度化に寄与することが確認された。

【 表 6 】

|      | 紫外線照射後硫酸イオン濃度<br>(μg/L) |
|------|-------------------------|
| 本発明  | 0.01                    |
| 従来技術 | 0.05                    |

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 本発明の復水脱塩装置の一例を示す概略構成図。

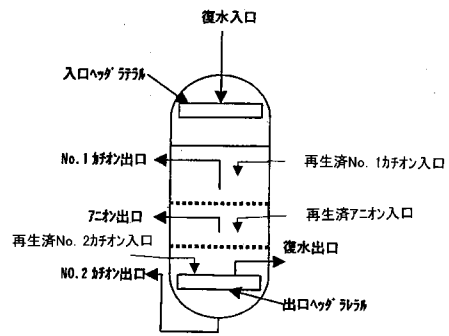
【 図 2 】 本発明に用いるカチオン樹脂再生塔の一例を示す概略構成図。

40

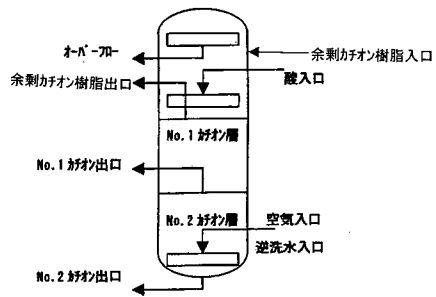
【 図 3 】 本発明に用いるアニオン樹脂再生塔の一例を示す概略構成図。

【 図 4 】 本発明に用いる余剰カチオン樹脂塔の一例を示す概略構成図。

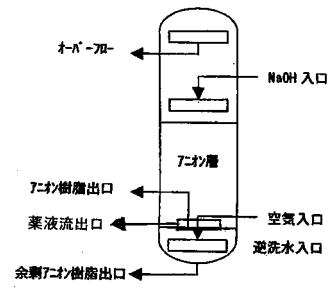
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

