(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4317737号
(P4317737)

(45)発行日　平成21年8月19日(2009.8.19)　(24)登録日　平成21年5月29日(2009.5.29)

(51)Int.Cl.		F I		
G21F 9/28	(2006.01)	G21F	9/28	521D
G21C 19/02	(2006.01)	G21F	9/28	525Z
G21D 1/00	(2006.01)	G21C	19/02	GDBG
		G21D	1/00	Y

請求項の数 4　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2003-402367 (P2003-402367)
(22)出願日　平成15年12月2日 (2003.12.2)
(65)公開番号　特開2005-164344 (P2005-164344A)
(43)公開日　平成17年6月23日 (2005.6.23)
審査請求日　平成18年3月1日 (2006.3.1)

(73)特許権者　507250427
日立ＧＥニュークリア・エナジー株式会社
茨城県日立市幸町三丁目１番１号
(74)代理人　100100310
弁理士　井上　学
(72)発明者　田所　瑞穂
茨城県日立市幸町三丁目１番１号
株式会社　日立製作所　原子力事業部内
(72)発明者　坂下　元昭
茨城県日立市幸町三丁目１番１号
株式会社　日立製作所　原子力事業部内

審査官　村川　雄一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】化学除染方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１循環ポンプ，加熱器が取り付けられたサージタンク，除染剤分解装置，樹脂塔、及び第２循環ポンプがホース又は配管によって接続され、第１循環ポンプの吐出側及び第２循環ポンプの吸込み側が原子炉冷却材再循環系配管に接続される化学除染装置を用いた化学除染方法において、

前記第１循環ポンプから吐出される除染液の流量を前記第２循環ポンプから吐出される前記除染液の流量よりも多くするように制御することによって、流量差によって生じた前記除染液の一部を前記サージタンク内から前記原子炉冷却材再循環系配管に供給し、

前記原子炉冷却材再循環系配管内の除染液位を上昇させ、原子炉内に冷却材を分割供給する配管である水平配管部に除染液を供給することを特徴とする化学除染方法。

【請求項２】

前記第１循環ポンプの吐出流量を前記第２循環ポンプの吐出流量よりも少なくするように制御することによって、流量差によって生じた前記除染液の一部を前記原子炉冷却材再循環系配管内から前記サージタンク内に回収し、前記原子炉冷却材再循環系配管内の除染液位を低下させ、前記除染液の加熱及び分解を行うことを特徴とする請求項１に記載の化学除染方法。

【請求項３】

補助タンク及び供給ポンプを前記ホース又は前記配管に設けた前記化学除染装置を用い、前記第１循環ポンプから吐出される前記除染液の流量を前記第２循環ポンプから吐出さ

れる前記除染液の流量よりも多くするように制御し、かつ、それらの流量差によって生じた前記除染液を前記供給ポンプによって前記補助タンクから前記サージタンクに供給することによって、補助タンク内に貯留した除染液を原子炉冷却材再循環系配管内に供給し、原子炉冷却材再循環系配管内の除染液位を上昇させ、水平配管部に除染液を供給することを特徴とする請求項１に記載の化学除染方法。

【請求項４】

前記第１循環ポンプの流量を前記第２循環ポンプの流量よりも少なくするように制御し、流量差によって生じた循環除染液を補助タンクに回収することによって、前記除染液の一部を前記原子炉冷却材再循環系配管内から前記補助タンク内に貯留し、前記原子炉冷却材再循環系配管内の除染液位を低下、前記除染液の加熱及び分解を行うことを特徴とする請求項３に記載の化学除染方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、原子炉冷却材再循環系配管（以下、「ＰＬＲ配管」という）内の化学除染方法に係わり、特に除染中の配管内液位を変動させることにより、ＰＬＲ配管の水平集合配管（以下、「リングヘッダ」という）の化学除染を可能にする除染方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

原子力発電プラント原子炉圧力容器（以下、「圧力容器」という）に供給される冷却材は、ＰＬＲ配管を介し、原子炉冷却材再循環ポンプ（以下、「ＰＬＲポンプ」という）により循環され、圧力容器内の冷却材を循環させて、燃料の核分裂によって発生した熱を吸収して蒸気とし、湿分を分離，乾燥した後、蒸気はタービンへ送られ、発電に供せられる。

【０００３】

一方、原子力発電所は、技術の進歩に伴い、開発される予防保全技術を適宜適用することにより、信頼性の向上を図って来ている。予防保全の一環として、ＰＬＲ配管溶接部等の健全性を確認するため、同配管の点検が定期的に行われている。

【０００４】

ＰＬＲ配管内の内面には酸化皮膜が付着しており、酸化皮膜中に放射性物質が含まれている。そのため、ＰＬＲ配管の点検あるいは保修作業に先だって、酸化皮膜を除去することにより、放射性物質を除去することが作業時の被ばく低減に有効であり、その方法として、配管内表面に付着している酸化皮膜を化学薬品により溶解する化学除染方法が用いられている。

【０００５】

化学除染に関する技術としては、例えば第１の先行技術として特許文献１に開示がある。その開示された内容を図７に示す。

【０００６】

図７は、除染槽内の除染対象物に対して、除染槽内の除染液を貯留槽へ戻す運転をポンプの起動あるいは停止、または除染液の供給ラインと循環ラインへの切替え、あるいは空気，窒素，不活性ガスの供給と停止など所定時間毎に繰り返し、除染濃度の低下を防止するものである。図７は、除染槽３２と化学除染液を貯留する貯留槽３３を設けた化学除染装置である。本構成において、除染液を除染槽３２から貯留槽３３へ移送し、除染液と除染対象物３１を分離させる固液分離操作と、接触させる固液接触操作を繰り返し行うことで、溶解速度の低下を防止して、短時間に放射能レベルを低減できるとしている。

【０００７】

その他の化学除染に関する技術としては、例えば第２の先行技術として、図４に示す除染構成で図６に示す運転フローでＰＬＲ配管の化学除染を実施している場合がある。図４及び図６を用いて従来のＰＬＲ配管の除染方法を説明する。

【０００８】

本構成においては、除染対象物であるＰＬＲ配管２２はＡ循環ポンプ４吐出側の取合弁２５ａのボンネット部及びＢ循環ポンプ５吸込み側の取合弁２５ｂのボンネット部で接続されている。取合弁２５ａ，２５ｂ共にＰＬＲ配管と反対の方向に除染液が流れていかないように各々の弁ボデー内に閉止板２６ａ，２６ｂが設置されている。

【０００９】

図６に示すＳＴＥＰ１としてサージタンク１，Ａ循環ポンプ４，ＰＬＲ配管２２，Ｂ循環ポンプ５，サージタンク１からなる循環路の系統構成を行い、ＳＴＥＰ２としてＡ循環ポンプ４及びＢ循環ポンプ５の運転を開始し、サージタンク１内の液はＡ循環ポンプ４によってＰＬＲ配管２２に供給され、ＰＬＲ配管２２内の液はＢ循環ポンプ５によってサージタンク１に戻すことによって循環運転を行う。

【００１０】

その後、ＰＬＲ配管２２に流入するＡ接合部２７ａ及びＰＬＲ配管２２から流出するＢ接合部２７ｂよりも上方に位置する垂直配管２８ａ，垂直配管２８ｂの除染を実施するために、ＳＴＥＰ３としてＡ循環ポンプ４の流量をＢ循環ポンプ５の流量よりも多くし、サージタンク１からＰＬＲ配管２２への純水供給量を多くして、所定の位置まで液位が上昇させる。所定の液位に達したら、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の流量を同じになるようにして、液位を一定に保持する。その後、ＳＴＥＰ４としてサージタンク１内に内蔵している加熱器２の電源をＯＮとして除染液の加熱を開始する。

【００１１】

純水が所定の温度まで上昇したら、ＳＴＥＰ５として薬品投入口３から酸化剤を投入し、化学除染装置内の純水を酸化除染液にする。酸化除染液は、自然対流により垂直配管２８ａ，２８ｂにも供給される。この状態を数時間保持することによって、ＰＬＲ配管２２の内表面に付着する酸化皮膜中に取り込まれたクロム酸化物等を溶解する。

【００１２】

所定の酸化除染が終了したら、ＳＴＥＰ６として酸化除染液中に薬品投入口３から還元剤を投入し、酸化除染液を分解する。

【００１３】

酸化剤の分解が終了したら、ＳＴＥＰ７として薬品投入口３から還元剤を追加投入し化学除染装置内の液を還元除染液にする。還元除染液は、自然対流により垂直配管２８ａ，２８ｂにも供給される。この状態を１０時間程度保持することによって、ＰＬＲ配管２２の酸化皮膜の主成分である鉄酸化物等を溶解する。この時には、還元除染液をカチオン樹脂塔８に通水し、還元除染液によって溶解した金属イオン，酸化除染液の分解によって生成された金属イオンを除去する。

【００１４】

その後、ＳＴＥＰ８として除染剤分解装置９への通水を行い還元除染液を分解する。垂直配管２８ａ，２８ｂ内の還元除染液は、自然対流によって循環路内の液と置換えされながら還元剤は分解される。

【００１５】

還元除染液の分解が終了したら、ＳＴＥＰ９として冷却器６及び混床樹脂塔７に液を通水し、ＰＬＲ配管２２の洗浄を行う。この際にも、垂直配管２８ａ，２８ｂ内の液は、自然対流によって循環路内の浄化液と置換えされ、浄化される。

【００１６】

前記のような化学除染運転を１サイクルとして、ＳＴＥＰ５～ＳＴＥＰ９の操作がPLR配管２２の汚染度合いに応じて２～数サイクル程度繰り返され、化学除染を終了する。

【００１７】

【特許文献１】特開平７－２５３４９６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１８】

第１の先行技術では、除染槽内の除染液位を変動させ、除染対象物に対して、固液分離

と固液接触を繰り返すことが示されているが、酸化除染液と還元除染液の２種類の除染液を別個に用いて除染対象物を化学除染する場合の運転方法は示されていない。また、除染対象物の化学除染が終了した後にも、除染液が除染対象物に付着したままにも関わらず、その浄化方法が示されていない。更に、使用した除染液は分解等の方法により処理が必要であるにも関わらず、除染液の処理方法も示されていない。

【００１９】

第２の先行技術では、除染液が除染対象であるＰＬＲ配管に流入する接合部及びＰＬＲ配管から流出する接合部間（以下、「強制流動除染範囲」という。）は強制流動であり、それ以外の部位（以下、「自然対流除染範囲」という。）は自然対流である。そのため、自然対流除染範囲は垂直あるいは上向きの傾斜配管でなければ除染液を供給することができない。沸騰水型原子炉においては、再循環ポンプ出口配管部に水平集合管（以下、「リングヘッダ」という。）が設置されており、このリングヘッダによって５本程度の配管に分割されて、炉内に冷却材を供給している。

【００２０】

従って、リングヘッダを化学除染により放射性物質を除去しようとして、リングヘッダまで液位を上昇させたとしても、除染液は自然対流によってリングヘッダの両端まで供給することはできないため、リングヘッダの除染は不可能であった。

【００２１】

本発明の目的は、原子炉冷却材再循環系配管のリングヘッダの除染が可能な化学除染方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００２２】

上記目的を達成するために、ＰＬＲ配管の垂直配管部に液位を保持した状態で酸化除染剤又は還元除染剤を投入し、均一な除染液とした後に、液位を上昇させてリングヘッダに除染液を供給する。除染剤温度が低下した場合又は除染剤を分解する場合には、垂直配管途中まで液位を低下させて、自然対流を用いて除染液の加熱又除染剤を分解する化学除染方法とする。具体的な手段は以下の通りである。

【００２３】

化学除染装置は、加熱器内蔵のサージタンク，ＰＬＲ配管に除染液を供給するＡ循環ポンプ（第１循環ポンプ），ＰＬＲ配管から除染液をサージタンクに戻すＢ循環ポンプ（第２循環ポンプ），溶解した酸化物を除去するカチオン樹脂塔，除染液を浄化する混床樹脂塔，還元除染液を分解する除染剤分解装置，除染液を冷却する冷却器，除染剤を投入する薬品投入口及びこれらの装置を接続するホース，弁等から構成され、除染対象物であるＰＬＲ配管はＡ循環ポンプの吐出側と取合弁のボンネット部及びＢ循環ポンプの吸込み側と取合弁のボンネット部で接続されている。これらの取り合いに用いられている弁は、ＰＬＲ配管と反対の方向に除染液が流れていかないように各々の弁ボデー内に閉止板が設置されている。

【００２４】

サージタンク，Ａ循環ポンプ，ＰＬＲ配管，Ｂ循環ポンプからなる循環路において、サージタンク内の純水をＡ循環ポンプによってＰＬＲ配管に供給し、ＰＬＲ配管内の純水はＢ循環ポンプによってサージタンクに戻す循環運転を行う。その後、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、サージタンクからＰＬＲ配管への純水供給量を多くして、所定の液位（以下、「液位Ａ」という。）まで上昇させる。液位Ａに達したら、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を同じになるようにして、液位を一定に保持する。その後、サージタンク内に内蔵している加熱器の電源をＯＮとして、所定の温度まで純水を昇温する。

【００２５】

純水が所定の温度に達したら、薬品投入口から酸化剤を投入し、強制循環及び自然対流によって均一な酸化除染液を作る。その後、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、ＰＬＲ配管への除染液供給量を多くし、リングヘッダよりも高い位置（以下

、「液位Ｂ」という。）までＰＬＲ配管の水位を上昇させ、酸化除染液を供給する。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御し、この状態を数時間保持することによってクロム酸化物の溶解を行う。放熱によりリングヘッダ内の酸化除染液の温度が低下し、酸化除染効果が低下した場合には、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の酸化除染液の一部をサージタンクに回収することによって、リングヘッダよりも低い液位Ａまで酸化除染液位を低下させる。液位Ａに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御しながら自然対流によって酸化除染液温度を所定の温度まで再昇温する。酸化除染液が所定の温度まで昇温したら、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、液位Ｂまで酸化除染液位を上昇させる。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御する。

【００２６】

酸化除染が終了したら、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の酸化除染液の一部をサージタンクに回収することによって、リングヘッダよりも低い液位Ａまで酸化除染液位を低下させる。液位Ａに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御した状態で、薬品投入口から還元剤を投入し、酸化除染液を分解する。

【００２７】

酸化除染液が分解したら、カチオン樹脂塔に通水を行い、薬品投入口から還元剤を追加投入し、還元除染液を作る。その後、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、ＰＬＲ配管への供給を多くし、サージタンク内の還元除染液の一部をＰＬＲ配管に供給することによって、液位Ｂまで還元除染液位を上昇させ、水平配管であるリングヘッダに還元除染液を供給する。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御し、この状態を１０数時間保持し、鉄酸化物を溶解し、カチオン樹脂塔で吸着する。放熱によりリングヘッダ内の還元除染液の温度が低下し、還元除染効果が低下した場合には、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の還元除染液の一部をサージタンクに回収することによって、リングヘッダよりも低い液位Ａまで還元除染液位を低下させる。液位Ａに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御しながら自然対流によって還元除染液温度を所定の温度まで再昇温する。還元除染液が所定の温度まで昇温したら、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、液位Ｂまで還元除染液位を上昇させ、再びリングヘッダに還元除染液を供給する。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御する。

【００２８】

還元除染が終了したら、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の還元除染液の一部をサージタンクに回収することによって、リングヘッダよりも低い液位Ａまで還元除染液位を低下させる。液位Ａに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御しながら除染剤分解装置に通水して、還元除染液を分解する。

【００２９】

還元除染液の分解が終了したら、カチオン樹脂塔をバイパスし、冷却器及び混床樹脂塔に除染液を通水して浄化する。その後、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも多くし、ＰＬＲ配管への供給を多くし、サージタンク内の浄化水の一部をＰＬＲ配管に供給することによって、液位Ｂまで上昇させ、水平配管であるリングヘッダに浄化水を供給する。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流量を制御して、リングヘッダ内面に付着している還元除染剤を除去する。その後、Ａ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の浄化水の一部をＡ循環ポンプの流量をＢ循環ポンプの流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管内の浄化水の一部をサージタンクに回収することによって、リングヘッダよりも低い液位Ａまで低下させる。液位Ａに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの流

量制御する。このような浄化水の液位上昇，下降を繰り返すことによって、リングヘッダの内面に付着した還元除染剤を除去する。

【００３０】

前記のような化学除染運転を１サイクルとして、ＰＬＲ配管の汚染度合いに応じて２～数サイクル程度繰り返し、化学除染を終了する。

【発明の効果】

【００３１】

本発明によれば、ＰＬＲ配管の垂直配管部に液位を保持した状態で酸化除染剤又は還元除染剤を投入し、均一な除染液とした後に、液位を上昇させてリングヘッダに除染液を供給し、除染剤温度が低下した場合又は除染剤を分解する場合には、垂直配管途中まで液位を低下させて、自然対流を用いて除染液の加熱又除染剤を分解することが可能となり、従来化学除染ができなかったリングヘッダの化学除染を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３２】

本発明の実施例を図１，図２，図３及び図４を用いて説明する。

【実施例１】

【００３３】

化学除染装置は、図４に示すように加熱器２を内蔵したサージタンク１，ＰＬＲ配管２２に除染液を供給するＡ循環ポンプ４，ＰＬＲ配管から除染液をサージタンクに戻すＢ循環ポンプ５，溶解した酸化物を除去するカチオン樹脂塔８，除染液を浄化する混床樹脂塔７，還元除染液を分解する除染剤分解装置９，除染液を冷却する冷却器６を有する。配管（またはホース）３０が、取合弁２５ａのボンネット部及び取合弁２５ｂのボンネット部に接続されている。配管３０には、上流側より、弁Ｖ５，Ｂ循環ポンプ５，弁Ｖ６，Ｖ７，Ｖ１０，Ｖ１３，Ｖ１６，サージタンク１，Ａ循環ポンプ４、及び弁Ｖ１，Ｖ３が取り付けられている。弁Ｖ２を有する配管（またはホース）３２が、弁Ｖ１の下流側で配管３０に接続され、更にサージタンク１に接続される。除染剤を投入する薬品投入口３が配管３２に設けられる。

【００３４】

弁Ｖ８，Ｖ９を備えた配管（またはホース）３４が、弁Ｖ７をバイパスするように配管３０に接続される。冷却器６が弁Ｖ８と弁Ｖ９との間で配管３４に設置される。弁Ｖ１１，Ｖ１２を備えた配管（またはホース）３５が、弁Ｖ１０をバイパスするように配管３０に接続される。混床樹脂塔７が弁Ｖ１１と弁Ｖ１２との間で配管３５に設置される。弁Ｖ１４，Ｖ１５を備えた配管（またはホース）３６が、弁Ｖ１３をバイパスするように配管３０に接続される。カチオン樹脂塔８が弁Ｖ１４と弁Ｖ１５との間で配管３６に設置される。弁Ｖ１７，Ｖ１８を備えた配管（またはホース）３３が、弁Ｖ１６をバイパスするように配管３０に接続される。除染剤分解装置９が弁Ｖ１７と弁Ｖ１８との間で配管３３に設置される。弁Ｖ４を備えたバイパス配管３１が、弁Ｖ５の下流側で、弁Ｖ３の上流側で配管３０に接続される。

【００３５】

取合弁２５ａはＡ接合部２７ａを介してＰＬＲ配管２２の垂直配管２８ａに接続され、取合弁２５ｂはＢ接合部２７ｂを介してＰＬＲ配管２２の垂直配管２８ｂに接続されている。このため、配管３０は、除染対象物であるＰＬＲ配管２２に接続される。取合弁25ａ，２５ｂは、ＰＬＲ配管と反対の方向に除染液が流れていかないように各々の弁ボデー内に閉止板２６ａ，２６ｂを設置している。

【００３６】

Ａ循環ポンプ４及びＢ循環ポンプ５を駆動することによって、ＰＬＲ配管２２内の液体が、取合弁２５ａ，Ａ循環ポンプ４，サージタンク１，Ｂ循環ポンプ５及び取合弁２５ｂを経てＰＬＲ配管２２に戻される。

【００３７】

図１及び図２を用いて本実施例の化学除染方法について説明する。ＳＴＥＰ１として弁

Ｖ１，Ｖ４，Ｖ６，Ｖ７，Ｖ１０，Ｖ１３，Ｖ１６を「開」とし、その他の弁を「閉」とする。この時のＰＬＲ配管２２内の液位は図３（ａ）に示すようになっている。

【００３８】

ＳＴＥＰ２では、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５を運転することにより、サージタンク１内の純水を、配管３０、及びＰＬＲ配管２２のバイパス配管３１で形成される循環路に循環させる。その後、弁Ｖ３，Ｖ５を「開」、弁Ｖ４を「閉」として、サージタンク１内の純水をＡ循環ポンプ４によってＰＬＲ配管２２に供給し、ＰＬＲ配管２２内の純水をＢ循環ポンプ５によってサージタンク１に戻す循環運転を行う。なお、前記ではＰＬＲ配管２２のバイパス配管３１に通水後、ＰＬＲ配管２２に通水し、バイパス配管３１への通水を停止するとしているが、バイパス配管３１に通水せずに、Ａ循環ポンプ４及びＢ循環ポンプ５の運転開始から、ＰＬＲ配管２２に通水しても良い。

【００３９】

ＳＴＥＰ３では、Ａ循環ポンプ４から吐出される純水の流量をＢ循環ポンプ５から吐出されるその流量よりも多くし、サージタンク１からＰＬＲ配管２２への純水供給量を多くして、図３（ｂ）に示すようにＰＬＲ配管２２内の純水の液位を液位Ａまで上昇させる。その液位が液位Ａに達したら、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５のそれぞれから吐出される純水の流量を同じになるようにして、ＰＬＲ配管２２内の純水の液位を液位Ａに保持する。本実施例では、Ｂ循環ポンプ５の入口圧力が一定になるように、Ｂ循環ポンプ５の出口弁Ｖ６を制御し、ＰＬＲ配管２２内の純水の液位を液位Ａに保持する。なお、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５からの吐出流量が同じになるようにすれば、ＰＬＲ配管２２内の液位を液位Ａに保持できるため、ＰＬＲ配管２２内の液位，サージタンク１内の液位，Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の流量差を制御しても良い。

【００４０】

ＰＬＲ配管２２内の液位が安定したら、サージタンク１内に内蔵している加熱器２の電源をＯＮにして、所定の温度まで純水を昇温する（ＳＴＥＰ４）。純水が所定の温度に達したら、薬品投入口３から配管３２内に酸化剤を投入し、配管３０及びＰＬＲ配管２２内の強制循環及び自然対流によって均一な酸化除染液を作る（ＳＴＥＰ５）。

【００４１】

ＳＴＥＰ６では、Ａ循環ポンプ４から吐出され酸化除染液の流量をＢ循環ポンプ５から吐出されるその流量よりも多くし、ＰＬＲ配管２２への酸化除染液供給量を多くし、図３（ｃ）に示すようにリングヘッダ２３よりも高い液位ＢまでＰＬＲ配管２２の酸化除染液の液位を上昇させ、リングヘッダ２３内に酸化除染液を供給する。酸化除染液の液位が液位Ｂに達したら、液位が液位Ｂに保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの吐出流量を制御し、この状態を数時間保持することによってＰＬＲ配管２２及びリングヘッダ２３内のクロム酸化物の溶解を行う。

【００４２】

ＳＴＥＰ７として放熱によりリングヘッダ２３内の酸化除染液の温度が低下し、酸化除染効果が低下した場合には、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管２２内の酸化除染液の一部をサージタンク１に回収することによって、図３（ｂ）に示すようにリングヘッダ２３よりも低い液位Ａまで酸化除染液位を低下させる。

【００４３】

ＳＴＥＰ８として液位Ａに達したら、その酸化除染液位が液位Ａに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の各吐出流量を制御しながら自然対流によって酸化除染液温度を所定の温度まで再昇温する。

【００４４】

ＳＴＥＰ９として酸化除染液が所定の温度まで昇温したら、Ａ循環ポンプの酸化除染液の吐出流量をＢ循環ポンプのその吐出流量よりも多くし、液位Ｂまで酸化除染液位を上昇させる。液位Ｂに達したら、液位が一定に保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの吐出流量を制御する。

【００４５】
酸化除染中にリングヘッダ２３内の酸化除染液温度が低下し、除染効果が低下した場合、ＳＴＥＰ７からＳＴＥＰ９を繰り返す。
【００４６】
酸化除染が終了したら、ＳＴＥＰ１０としてＡ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管２２内の酸化除染液の一部をサージタンク１に回収することによって、リングヘッダ２３よりも低い液位ＡまでＰＬＲ配管２２内の酸化除染液の液位を低下させる。
【００４７】
ＳＴＥＰ１１で、液位Ａに達したら、ＰＬＲ配管２２内の液位が液位Ａに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の流量を制御した状態で、薬品投入口３から還元剤を投入し、酸化除染液を分解する。酸化除染液の分解終了後に、ＳＴＥＰ１２で弁Ｖ14，Ｖ１５を「開」、Ｖ１３を「閉」にし、配管３６によりカチオン樹脂塔８に通水する。その後、薬品投入口３から還元剤を配管３２内に追加投入し、配管３０及びＰＬＲ配管２２内の強制循環及び自然対流によって均一な還元除染液を作る。
【００４８】
ＳＴＥＰ１３では、Ａ循環ポンプ４から吐出される還元除染液の流量をＢ循環ポンプ５から吐出されるその流量よりも多くし、ＰＬＲ配管２２への還元除染液の供給量を多くし、サージタンク１内の還元除染液の一部をＰＬＲ配管２２に供給することによって、液位ＢまでＰＬＲ配管２２内の還元除染液位を上昇させる。これにより、水平配管であるリングヘッダ２３に還元除染液を供給する。還元除染の液位が液位Ｂに達したら、その液位が液位Ｂに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の各吐出流量を制御し、この状態を１０数時間保持する。この期間において、リングヘッダ２３を含むＰＬＲ配管２２内の鉄酸化物が溶解され、鉄イオンがカチオン樹脂塔８内のカチオン樹脂に吸着されて除去される。
【００４９】
ＳＴＥＰ１４では、放熱によりリングヘッダ２３内の還元除染液の温度が低下し、還元除染効果が低下した場合には、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管２２内の還元除染液の一部をサージタンク１に回収することによって、リングヘッダ２３よりも低い液位Ａまで還元除染液の液位を低下させる。
【００５０】
還元除染液の液位の液位Ａまで低下したら、その液位が液位Ａに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の各吐出流量を制御しながら自然対流によって還元除染液温度を所定の温度まで再昇温する（ＳＴＥＰ１５）。
【００５１】
ＳＴＥＰ１６では、還元除染液が所定の温度まで昇温したとき、Ａ循環ポンプ４の還元除染液の吐出流量をＢ循環ポンプ５のその流量よりも多くし、ＰＬＲ配管２２内の還元除染液の液位を液位Ｂまで上昇させ、再びリングヘッダ２３に還元除染液を供給する。還元除染液の液位が液位Ｂに達したとき、その液位が液位Ｂに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の各吐出流量を制御する。還元除染中にリングヘッダ２３内の還元除染液温度が低下し、除染効果が低下した場合、ＳＴＥＰ１４からＳＴＥＰ１６を繰り返す。
【００５２】
還元除染が終了したとき、ＳＴＥＰ１７では、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管２２内の還元除染液の一部をサージタンク１に回収する。これによって、リングヘッダ２３よりも低い液位ＡまでＰＬＲ配管２２内の還元除染液の液位を低下させる。
【００５３】
ＳＴＥＰ１８では、還元除染液の液位が液位Ａまで低下したとき、その液位が液位Ａに保持されるように、Ａ循環ポンプとＢ循環ポンプの各吐出流量を制御する。その後、弁

Ｖ１７，Ｖ１８を「開」、弁Ｖ１６を「閉」とし、配管３０内の還元除染液を除染剤分解装置９に供給して、還元除染液を除染剤分解装置９で分解する。還元除染液の分解が終了したとき、ＳＴＥＰ１９で弁Ｖ１３を「開」、弁Ｖ１４，Ｖ１５を「閉」としてカチオン樹脂塔８をバイパスし、弁Ｖ８，Ｖ９，Ｖ１１，Ｖ１２を「開」、弁Ｖ７，Ｖ１０を「閉」として冷却器６及び混床樹脂塔７に除染液を通水して浄化する。

【００５４】

ＳＴＥＰ２０では、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも多くし、ＰＬＲ配管２２への液体の供給を多くし、サージタンク１内の浄化水の一部をＰＬＲ配管２２内に供給する。これによって、ＰＬＲ配管２２内の液位を液位Ｂまで上昇させ、水平配管であるリングヘッダ２３に浄化水を供給する。その液位が液位Ｂに達したら、その液位が液位Ｂに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５のそれぞれから吐出される流量を制御して、リングヘッダ２３内面に付着している還元除染剤を除去する。

【００５５】

ＳＴＥＰ２１では、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、ＰＬＲ配管２２内の浄化水の一部をサージタンク１に回収する。これによって、リングヘッダ２３よりも低い液位Ａまで低下させる。液位Ａに達したら、ＰＬＲ配管２２内の液位が液位Ａに保持されるように、Ａ循環ポンプ４とＢ循環ポンプ５の各吐出流量を制御する。

【００５６】

ＳＴＥＰ２０とＳＴＥＰ２１の操作により、浄化水の液位上昇，下降を繰り返すことによって、リングヘッダ２３の内面に付着した還元除染剤を除去する。前記のような化学除染運転を１サイクルとして、ＰＬＲ配管の汚染度合いに応じて２～数サイクル程度繰り返し、化学除染を終了する。

【実施例２】

【００５７】

図５は他の実施例を示す。本実施例は、サージタンク容量が十分になく、ＰＬＲ配管内の液位変動による除染液をサージタンクに受入れられない場合での、リングヘッダを除染するための装置を示す。本実施例の実施例１と相違する部分は、除染液を受入れるための補助タンク１０、及び補助タンク１０からサージタンク１に除染液を移送する移送ポンプ１１を追加した点である。配管３７の弁Ｖ１８側の接続点とサージタンク１との間で、弁Ｖ１９が配管３０に設置される。弁Ｖ２０，Ｖ２１を備えた配管（またはホース）３７が、弁Ｖ１９をバイパスするように配管３０に接続される。補助タンク１０及び移送ポンプ１１が弁Ｖ２０と弁Ｖ２１との間で配管３７に設置される。

【００５８】

本実施例のＰＬＲ配管の除染方法は、図１及び図２に示す実施例１と同じであるが、本実施例のＰＬＲ配管の液位調整方法が実施例１と下記のように相違する。

【００５９】

ＰＬＲ配管２２内の液位を図３（ｃ）に示す液位Ｂまで上昇させる際には、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも多くし、かつ、弁Ｖ２１を「開」として、除染液を補助タンク１０からサージタンク１に移送ポンプ１１によって移送し、サージタンク１の液位が過度に低下しないようにする。

【００６０】

ＰＬＲ配管２２内の液位を図３（ｂ）に示す液位Ａまで低下させる際には、Ａ循環ポンプ４の吐出流量をＢ循環ポンプ５の吐出流量よりも少なくし、かつ、弁Ｖ２０を「開」として、Ｂ循環ポンプ５とＡ循環ポンプ４の各吐出流量差分を補助タンク１０に回収し、サージタンク１の液位が過度に上昇しないようにする。

【図面の簡単な説明】

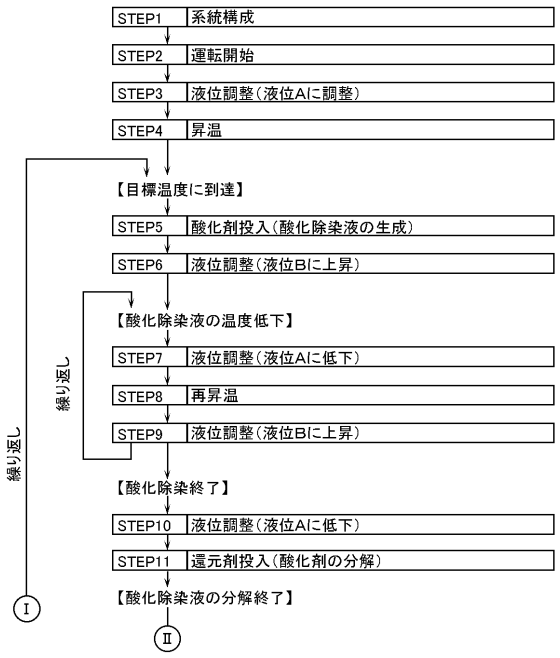
【００６１】

【図１】本発明の好適な一実施例である化学除染方法における処理ステップの一部を示すフロー図である。

【図２】本発明の好適な一実施例である化学除染方法における残りのステップを示すフロー図である。
【図３】図１及び図２における化学除染方法におけるＰＬＲ配管２２内の液位の状態を示し、（ａ）はＰＬＲ配管に化学除染装置を取り付けた後におけるＰＬＲ配管内の液位の状態を示す説明図であり、（ｂ）は酸化除染及び還元除染終了後におけるＰＬＲ配管内の液位の状態を示す説明図であり、（ｃ）は酸化除染及び還元除染時におけるＰＬＲ配管内の液位の状態を示す説明図である。
【図４】本発明の好適な一実施例である化学除染方法に用いる化学除染装置の構成図である。
【図５】本発明の他の実施例である化学除染方法に用いる化学除染装置の構成図である。
【図６】従来の化学除染方法における処理ステップのフロー図である。
【図７】従来の化学除染方法に用いられる化学除染装置の一例の構成図である。
【符号の説明】
【００６２】
１…サージタンク、２…加熱器、３…薬品投入口、４…Ａ循環ポンプ、５…Ｂ循環ポンプ、６…冷却器、７…混床樹脂塔、８…カチオン樹脂塔、９…除染剤分解装置、１０…補助タンク、１１…移送ポンプ、２１…原子炉圧力容器、２２…ＰＬＲ配管、２３…リングヘッダ、２４…再循環ポンプ、２５ａ,２５ｂ…取合弁、２６ａ,２６ｂ…閉止板、２７ａ，２７ｂ…接合部、２８ａ，２８ｂ…垂直配管。

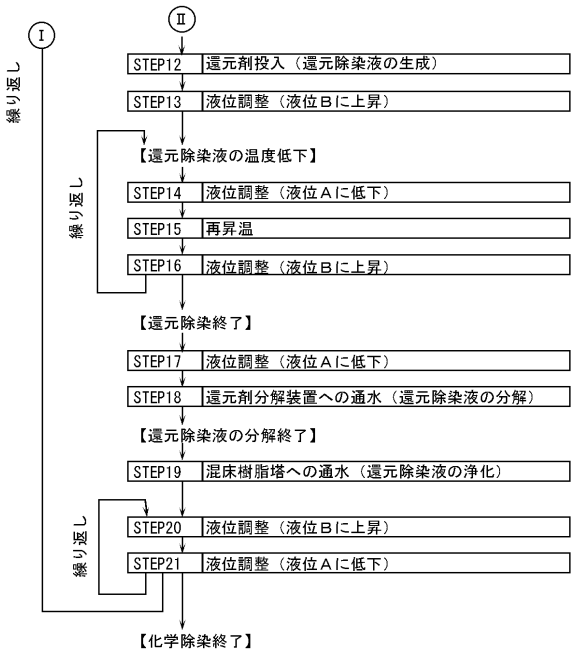
【図１】

図 1



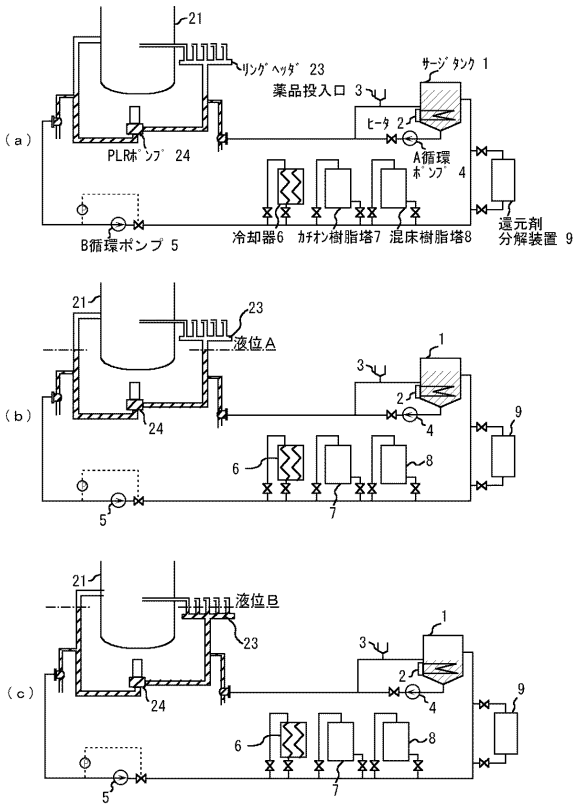
【図２】

図 2



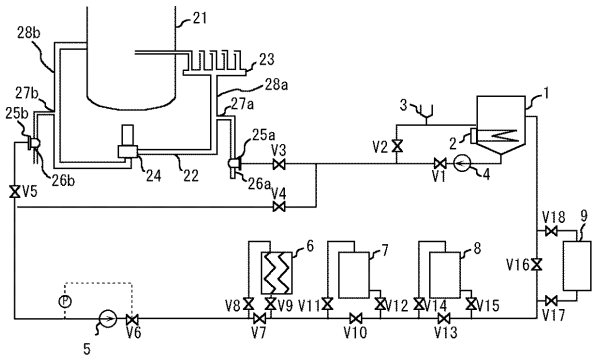
【図３】

図　３



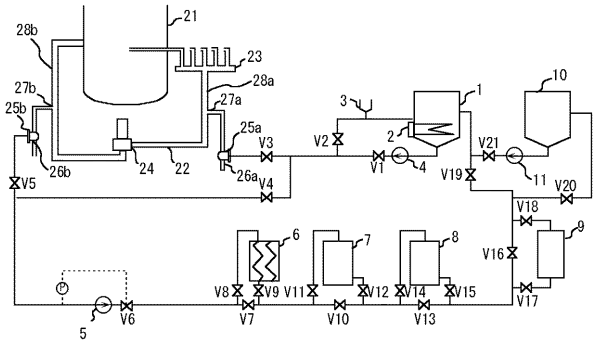
【図４】

図　４



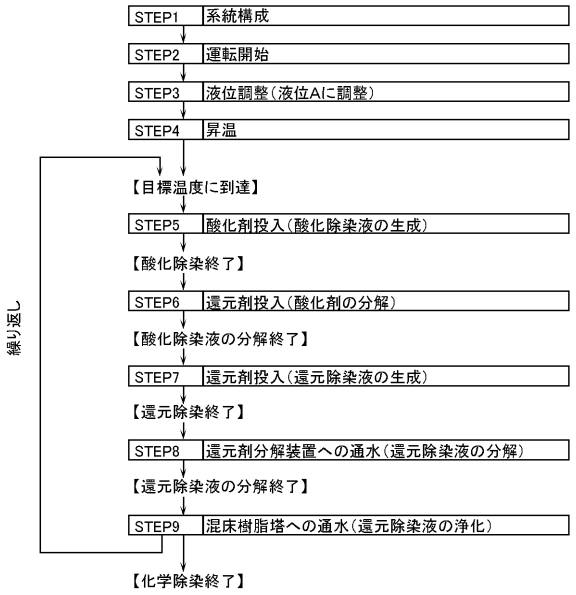
【図５】

図　５



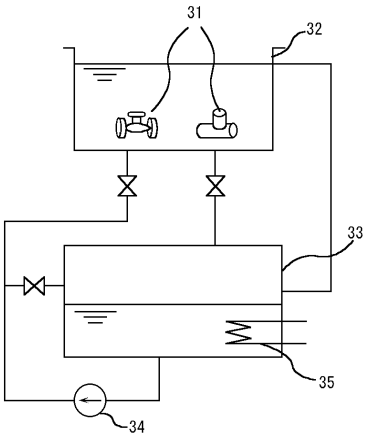
【図６】

図　６



【図７】

図　７



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－１３６６９６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１０９０９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ２１Ｆ　９／００　－　９／３６
Ｇ２１Ｃ　１９／００　－　１９／５０
Ｇ２１Ｄ　１／００　－　９／００