

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3925984号
(P3925984)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月9日(2007.3.9)

(51) Int. Cl.		F I			
G 2 1 C	1/02	(2006.01)	G 2 1 C	1/02	G D F E
G 2 1 C	13/04	(2006.01)	G 2 1 C	13/04	
G 2 1 D	1/00	(2006.01)	G 2 1 D	1/00	S

請求項の数 10 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-110722 (22) 出願日 平成9年4月28日(1997.4.28) (65) 公開番号 特開平10-300875 (43) 公開日 平成10年11月13日(1998.11.13) 審査請求日 平成15年11月20日(2003.11.20)</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (73) 特許権者 000230940 日本原子力発電株式会社 東京都千代田区神田美土代町1番地1 (74) 代理人 100064285 弁理士 佐藤 一雄 (74) 代理人 100073379 弁理士 佐藤 政光 (74) 代理人 100091982 弁理士 永井 浩之 (74) 代理人 100105795 弁理士 名塚 聡</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速炉冷却系設備及びその設置方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁ポンプを内蔵した蒸気発生器と、
 1次ナトリウムと2次ナトリウムとの間で熱交換を行うための中間熱交換器と、
 前記蒸気発生器と前記中間熱交換器とを接続する2次主配管と、
 前記蒸気発生器を収納する建屋の内部に揺動自在に吊下され、前記蒸気発生器の下部を
 支持する可動支持部材と、を備え、
 前記2次主配管の長さが熱膨張によって変化した場合には、前記可動支持部材と共に前
 記蒸気発生器が変位することによって前記2次主配管の長さの変化が吸収されることを特
 徴とする高速炉冷却系設備。

【請求項2】

前記2次主配管は、前記蒸気発生器と前記中間熱交換器との間に直線状に延設されている
 ことを特徴とする請求項1記載の高速炉冷却系設備。

【請求項3】

放出系配管を介して前記蒸気発生器に接続された2次ナトリウムダンプタンクと、
 純化系配管を介して前記蒸気発生器に接続された2次ナトリウムコールドトラップと、を
 さらに備え、
 前記2次ナトリウムダンプタンク及び前記2次ナトリウムコールドトラップの一方又は両
 方が前記可動支持部材によって支持されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に
 記載の高速炉冷却系設備。

【請求項 4】

前記放出系配管及び前記純化系配管の一方又は両方がベローズを有することを特徴とする請求項 3 記載の高速炉冷却系設備。

【請求項 5】

前記 2 次ナトリウムダンプタンクと前記 2 次ナトリウムコールドトラップとを近接配置して収納容器の内部に収納したことを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の高速炉冷却系設備。

【請求項 6】

前記収納容器は前記可動支持部材によって支持されていることを特徴とする請求項 5 記載の高速炉冷却系設備。

10

【請求項 7】

前記蒸気発生器を強制的に変位させて前記 2 次主配管に引張荷重を作用させるための荷重負荷装置をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の高速炉冷却系設備。

【請求項 8】

前記 2 次主配管は、ホットレグ配管と、このホットレグ配管よりも長いコールドレグ配管とからなり、

前記ホットレグ配管をステンレス鋼によって形成し、前記コールドレグ配管を前記ステンレス鋼の熱膨張率よりも小さな熱膨張率を有する低合金鋼によって形成したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の高速炉冷却系設備。

20

【請求項 9】

前記可動支持部材は支持ロッドを介して吊下されたリングガーダを備え、前記支持ロッドの上端は前記建屋の壁面に枢着され、前記支持ロッドの下端は前記リングガーダに枢着されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の高速炉冷却系設備。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項に記載の高速炉冷却系設備を設置するための設置方法であって、

前記可動支持部材で支持された前記蒸気発生器を強制力によって前記中間熱交換器の方向に変位させ、変位した状態にある前記蒸気発生器に前記 2 次主配管を接続し、しかる後に前記強制力を解除することによって前記 2 次主配管に引張荷重を負荷させることを特徴とする高速炉冷却系設備の設置方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速炉冷却系設備及びその設置方法に係わり、特に、冷却材として液体ナトリウムを使用する高速炉の冷却系設備及びその設置方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 11 は、従来の高速炉の 1 つであるナトリウム冷却型高速増殖炉の冷却系設備の概略を示した構成図である。図 11 に示したように従来の高速増殖炉は、原子炉格納容器 900 の外側に設置された蒸気発生器 901、及び原子炉格納容器 900 の内側に設置された中間熱交換器 903 を備えている。そして、図示しない原子炉容器内の炉心からの熱によって加熱された 1 次ナトリウムが 1 次主配管 913 を経由して中間熱交換器 903 内に流入し、この中間熱交換器 903 において 1 次ナトリウムと 2 次ナトリウムとの間で熱交換が行われる。この熱交換によって高温となった 2 次ナトリウムはホットレグ配管 905 を経由して蒸気発生器 901 内に流入し、この蒸気発生器 901 において 2 次ナトリウムと水との間で熱交換が行われる。

40

【0003】

蒸気発生器 901 にて熱交換して低温となった 2 次ナトリウムは、ミドルレグ配管 904

50

を經由して2次主循環ポンプ902に流入し、この2次主循環ポンプ902によって昇圧された後、コールドレグ配管906を經由して再び中間熱交換器903に還流される。

【0004】

一方、給水配管915を經由して蒸気発生器901に流入した水は、この蒸気発生器901内で2次ナトリウムと熱交換を行って加熱されて蒸気となり、この蒸気は主蒸気配管914を經由して図示しないタービン設備に送られる。

【0005】

さらに、従来の高速増殖炉は補助系設備として、2次ナトリウム受入初期段階で混入する不純物及びプラント運転時に蒸気発生器伝熱管(図示せず)を介して混入する水素等の不純物を取り除くために、2次ナトリウムコールドトラップ908及び純化系配管911が設置されている。また、冷却系設備を構成する機器の補修時など、2次ナトリウムのドレンが必要となった場合にこのドレンを可能とするために、各機器からのドレン配管910及び2次ナトリウムダンプタンク907が設置されている。

10

【0006】

また、蒸気発生器901において万が一伝熱管から水リークが発生すると、漏洩した水と2次ナトリウムとが激しく反応し、このナトリウム-水反応によって熱が発生すると共に急激な圧力上昇が生じる。そこで、この圧力上昇を緩和するために蒸気発生器901には放出系配管909が接続され、この放出系配管909の放出端は2次ナトリウムダンプタンク907に接続されている。放出系配管909の途中にはラブチャーディスク912が設けられており、通常時にはこのラブチャーディスク912によって放出系配管909の流路が遮断されている。

20

【0007】

一方、蒸気発生器901内で水リークが発生すると、ナトリウム-水反応によって上昇した圧力によってラブチャーディスク912が破裂し、圧力が2次ナトリウムダンプタンク907に開放されることによって過大な圧力の発生が防止される。また、ナトリウム-水反応によって生じた反応生成物は放出系配管909を經由して2次ナトリウムダンプタンク907に流入した後、図示しないサイクロンセパレータに移送される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の高速炉の冷却系設備においては、2次ナトリウムを輸送するための2次主配管、すなわちホットレグ配管905、ミドルレグ配管904、及びコールドレグ配管906が、高温の2次ナトリウムからの熱によって加熱されて熱膨張する。このため、例えば中間熱交換器903と蒸気発生器901とを接続するホットレグ配管905を直線状に設けると、ホットレグ配管905に生じる熱応力が過大なものとなって成立しない。そこで、2次主配管の熱膨張を吸収するためのエルボ部が2次主配管の適所に設置されている。

30

【0009】

さらに、従来の高速炉の冷却系設備においては、蒸気発生器901と2次主循環ポンプ902とを別置き独立機器として設置するようにしたので、2次主循環ポンプ902を中間熱交換器903と蒸気発生器901との間に設置する必要があった。このため、中間熱交換器903と2次主循環ポンプ902とを連結するためのコールドレグ配管906、及び2次主循環ポンプ902と蒸気発生器901とを連結するためのミドルレグ配管904の2種類の配管が必要となり、さらに、これらの配管906、904のそれぞれに対して熱膨張対策としてのエルボ部を設ける必要があった。

40

【0010】

また、2次ナトリウムコールドトラップ908、2次ナトリウムダンプタンク907、放出系配管909などを含む補助系設備においても各種の配管が必要であり、しかもこれらの配管を引き回すために広いスペースが必要であった。

【0011】

このように従来の高速炉の冷却系設備においては、2冷却系設備を構成する配管の種類が

50

非常に多く、しかも、それぞれの配管に対してエルボ部を設ける必要があったので、配管系が長大なものとなってしまう、ひいてはこれらの配管系を収納するための2次冷却系の建屋が大規模なものになっており、機器及び建屋物量が多大のものとなっていた。

【0012】

さらに、ナトリウムを内包する配管に対してはナトリウム漏洩対策として、漏洩したナトリウムを受け止めるための鋼製のライナーなどの設備を設ける必要があるが、上述したように従来の高速炉の2次冷却系設備の配管は長大であるため、ナトリウム漏洩対策のための設備を広範囲にわたって設置する必要があり、漏洩対策設備のための物量が多大のものとなっていた。

【0013】

また、確率論的に言えばナトリウム配管の長さが長くなる程、ナトリウム漏洩が発生する可能性が高くなるので、ナトリウム配管の長さを極力短くしたいという安全上の要求がある。

【0014】

そこで、本発明の目的は、冷却系設備の配管長を短縮することができる高速炉冷却系設備を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明による高速炉冷却系設備は、電磁ポンプを内蔵した蒸気発生器と、1次ナトリウムと2次ナトリウムとの間で熱交換を行うための中間熱交換器と、前記蒸気発生器と前記中間熱交換器とを接続する2次主配管と、前記蒸気発生器を収納する建屋の内部に揺動自在に吊下され、前記蒸気発生器の下部を支持する可動支持部材と、を備え、前記2次主配管の長さが熱膨張によって変化した場合には、前記可動支持部材と共に前記蒸気発生器が変位することによって前記2次主配管の長さの変化が吸収されることを特徴とする。

【0016】

請求項2記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記2次主配管は、前記蒸気発生器と前記中間熱交換器との間に直線状に延設されていることを特徴とする。

【0017】

請求項3記載の発明による高速炉冷却系設備は、放出系配管を介して前記蒸気発生器に接続された2次ナトリウムダンプタンクと、純化系配管を介して前記蒸気発生器に接続された2次ナトリウムコールドトラップと、をさらに備え、前記2次ナトリウムダンプタンク及び前記2次ナトリウムコールドトラップの一方又は両方が前記可動支持部材によって支持されていることを特徴とする。

【0018】

請求項4記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記放出系配管及び前記純化系配管の一方又は両方がベローズを有することを特徴とする。

【0019】

請求項5記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記2次ナトリウムダンプタンクと前記2次ナトリウムコールドトラップとを近接配置して収納容器の内部に収納したことを特徴とする。

【0020】

請求項6記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記収納容器は前記可動支持部材によって支持されていることを特徴とする。

【0021】

請求項7記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記蒸気発生器を強制的に変位させて前記2次主配管に引張荷重を作用させるための荷重負荷装置をさらに有することを特徴とする。

【0022】

請求項8記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記2次主配管は、ホットレグ配管と、

10

20

30

40

50

このホットレグ配管よりも長いコールドレグ配管とからなり、前記ホットレグ配管をステンレス鋼によって形成し、前記コールドレグ配管を前記ステンレス鋼の熱膨張率よりも小さな熱膨張率を有する低合金鋼によって形成したことを特徴とする。

【0023】

請求項9記載の発明による高速炉冷却系設備は、前記可動支持部材は支持ロッドを介して吊下されたリングガーダを備え、前記支持ロッドの上端は前記建屋の壁面に枢着され、前記支持ロッドの下端は前記リングガーダに枢着されていることを特徴とする。

【0024】

請求項10記載の発明による高速炉冷却系設備は、請求項1乃至請求項9のいずれか一項に記載の高速炉冷却系設備を設置するための設置方法であって、前記可動支持部材で支持された前記蒸気発生器を強制力によって前記中間熱交換器の方向に変位させ、変位した状態にある前記蒸気発生器に前記2次主配管を接続し、しかる後に前記強制力を解除することによって前記2次主配管に引張荷重を負荷させることを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】

第1実施形態

以下、本発明の第1実施形態による高速炉冷却系設備について図1を参照して説明する。なお、本実施形態及び後述する各実施形態による高速炉冷却系設備は、冷却材として液体ナトリウムを使用するタイプの高速炉の冷却系設備であり、原子炉のタイプは増殖型であると否とを問わないものである。

【0026】

図1は本実施形態による高速炉冷却系設備の概略構成を示した図であり、この高速炉冷却系設備は、原子炉格納容器900の外側に設置された蒸気発生器1、及び原子炉格納容器900の内側に設置された中間熱交換器13を備えている。蒸気発生器1を収納する建屋4の内部には可動支持部材であるリングガーダ3が揺動自在に吊下されており、このリングガーダ3の上に蒸気発生器1が載置され、固定されている。

【0027】

リングガーダ3は複数の支持ロッド2を介して吊下されており、支持ロッド2の上端はピン16を介して建屋4の壁面に枢着され、支持ロッド2の下端はピン16を介してリングガーダ3に枢着されている。このように蒸気発生器1はリングガーダ3及び支持ロッド2によってフローティングサポート方式で支持されている。

【0028】

蒸気発生器1と中間熱交換器13との間は、2次主配管を構成するホットレグ配管5及びコールドレグ配管6によって接続されており、これらの配管5、6は蒸気発生器1と中間熱交換器13との間に直線状に延設されている。なお、コールドレグ配管6はホットレグ配管5よりも長い。

【0029】

また、蒸気発生器1の内部には2次ナトリウムを循環させるための電磁ポンプ(図示せず)が設けられており、このため、本実施形態による高速炉冷却系設備においては、図11に示した従来の冷却系設備におけるミドルレグ配管904は不要であり、削除されている。

【0030】

そして、図示しない原子炉容器内の炉心からの熱によって加熱された1次ナトリウムが1次主配管913を経由して中間熱交換器13内に流入し、この中間熱交換器13において1次ナトリウムと2次ナトリウムとの間で熱交換が行われる。この熱交換によって高温となった2次ナトリウムはホットレグ配管5を経由して蒸気発生器1内に流入し、この蒸気発生器1において2次ナトリウムと水との間で熱交換が行われる。

【0031】

蒸気発生器1にて熱交換して低温となった2次ナトリウムは、蒸気発生器1内の電磁ポンプによって昇圧され、コールドレグ配管6を経由して再び中間熱交換器13に還流される

10

20

30

40

50

。

【0032】

一方、蒸気発生器1の胴体下部には給水配管15が接続されており、この給水配管15を經由して蒸気発生器1に水が流入する。蒸気発生器1に流入した水は、蒸気発生器1の伝熱管(図示せず)の内部を流れる2次ナトリウムと熱交換を行って加熱され、蒸気となって主蒸気配管14を經由して図示しないタービン設備に送られる。

【0033】

さらに、本実施形態による高速炉冷却系設備は補助系設備として、2次ナトリウム受入初期段階で混入する不純物及びプラント運転時に蒸気発生器伝熱管を介して混入する水素等の不純物を取り除くために、2次ナトリウムコールドトラップ8が設置されている。この2次ナトリウムコールドトラップ8は蒸気発生器1に近接して配置され、ベローズ12を有する純化系配管11によって蒸気発生器1に接続されている。

10

【0034】

また、冷却系設備を構成する機器の補修時など、2次ナトリウムのドレンが必要となった場合にこのドレンを可能とするために2次ナトリウムダンプタンク7が設置されている。この2次ナトリウムダンプタンク7は蒸気発生器1に近接して配置され、ベローズ12を有するドレン配管10によって蒸気発生器1に接続されている。

【0035】

また、蒸気発生器1において万が一伝熱管から水リークが発生すると、漏洩した水と2次ナトリウムとが激しく反応し、このナトリウム-水反応によって熱が発生すると共に急激な圧力上昇が生じる。そこで、この圧力上昇を緩和するために蒸気発生器1の下部にはベローズ12を有する放出系配管9が接続され、この放出系配管9の放出端は2次ナトリウムダンプタンク7に接続されている。放出系配管9の途中にはラブチャーディスク17が設けられており、通常時にはこのラブチャーディスク17によって放出系配管9の流路が仕切られている。

20

【0036】

一方、蒸気発生器1内で水リークが発生すると、ナトリウム-水反応によって上昇した圧力によってラブチャーディスク17が破裂し、圧力が2次ナトリウムダンプタンク7に開放されることによって過大な圧力の発生が防止される。また、ナトリウム-水反応によって生じた反応生成物は放出系配管9を經由して2次ナトリウムダンプタンク7に流入した後、図示しないサイクロンセパレータに移送される。

30

【0037】

次に、本実施形態による高速炉冷却系設備の作用について説明する。

【0038】

原子炉運転時においては、2次ナトリウムを輸送するための2次主配管、すなわちホットレグ配管5及びコールドレグ配管6が2次ナトリウムの熱によって加熱されて膨張する。ここで、中間熱交換器13は原子炉格納容器900内に固定して配置されているので、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6が熱膨張した場合には、中間熱交換器13を固定点として蒸気発生器1の方向にホットレグ配管5及びコールドレグ配管6が延びる。

【0039】

すると、蒸気発生器1は揺動自在のリングガーダ3に固設されているので、熱膨張したホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の反力によって蒸気発生器1がリングガーダ3と共に水平移動して初期位置から変位し、この変位によってホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の長さの変化が吸収される。

40

【0040】

また、放出系配管9、ドレン配管10及び純化系配管11は各ベローズ12で取り合っており、2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8に接続されているので、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1が変位した場合には、2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8に対する蒸気発生器1の相対的な変位は各ベローズ12によって吸収される。

50

【0041】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備によれば、電磁ポンプを内蔵した蒸気発生器1を揺動自在のリングガーダ3に固設し、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張による伸びが蒸気発生器1の変位によって吸収されるようにしたので、熱膨張を吸収するためのエルボ部をホットレグ配管5及びコールドレグ配管6に設ける必要がない。このため、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6を直線状に延設することができるので、これらの配管5、6の長さを大幅に短縮することができる。

【0042】

また、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6を短くすれば、建屋4を小型化して建屋物量を減らすことが可能であり、また、ナトリウム漏洩対策設備のための物量も減らすことのできる。プラントの建設コストを低減することができる。また、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の長さが短くなれば、ナトリウム接液面積が減少してナトリウム漏洩の発生確率が小さくなるので、プラントの安全性・信頼性が向上する。

10

【0043】

さらに、補助系設備を構成する2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8を蒸気発生器1に近接して配置したので、放出系配管9、ドレン配管10及び純化系配管11等の補助系配管を短くすることが可能であり、このため、プラントの建設コストの低減及びプラントの安全性・信頼性の向上を図ることができる。

【0044】

第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態による高速炉冷却系設備について図2を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第1実施形態の構成を一部変更したものであり、図2において上記第1実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

20

【0045】

図2に示したように本実施形態による高速炉冷却系設備は、蒸気発生器1のほぼ直下に配置された収納容器201を備えており、2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8は近接配置されて収納容器201の内部に共に収納されている。

【0046】

収納容器201は上部デッキ202を備えており、2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8は支持スカート203、204によって上部デッキ202から吊り下げられている。そして、放出系配管9、ドレン配管10、純化系配管11等のナトリウム配管の大部分は収納容器201の内部で引き回されている。

30

【0047】

リングガーダ3と収納容器201との間には可撓性のシール部材205が設けられ、このシール部材205によって蒸気発生器1の下方空間及び収納容器201の内部空間が外側雰囲気から遮断されている。

【0048】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備によれば、2次ナトリウムダンプタンク7、2次ナトリウムコールドトラップ8及びナトリウム配管を集中配置し、これらを収納容器201の内部に収納するようにしたので、機器或いは配管からナトリウム漏洩が生じた場合には漏洩ナトリウムは収納容器201内で受け止められ、他のエリアへの影響を防止することができる。

40

【0049】

第3実施形態

次に、本発明の第3実施形態による高速炉冷却系設備について図3を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第2実施形態の構成を一部変更したものであり、図3において上記第2実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

【0050】

図3に示したように本実施形態による高速炉冷却系設備においては、2次ナトリウムコールドトラップ8を支持するための支持スカート304がリングガーダ3に取り付けられて

50

おり、この支持スカート304によって2次ナトリウムコールドトラップ8がリングガーダ3に固設されている。また、蒸気発生器1と2次ナトリウムコールドトラップ8とを接続する純化系配管11にはベローズが設けられていない。

【0051】

そして、本実施形態による高速炉冷却系設備においては、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1及びリングガーダ3が変位した場合には、リングガーダ3に固設された2次ナトリウムコールドトラップ8も同様に変位する。

【0052】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備によれば、2次ナトリウムコールドトラップ8をリングガーダ3から支持するようにしたので、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1が変位した場合でも、蒸気発生器1と2次ナトリウムコールドトラップ8との間に相対変位が生じることがなく、このため、ベローズ等の相対変位吸収機構を純化系配管11に設ける必要がなく、構造の簡素化を図ることができる。

【0053】

第4実施形態

次に、本発明の第4実施形態による高速炉冷却系設備について図4を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第3実施形態の構成を一部変更したものであり、図4において上記第3実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

【0054】

図4に示したように本実施形態による高速炉冷却系設備においては、2次ナトリウムダンプタンク7を支持するための支持スカート403がリングガーダ3に取り付けられており、この支持スカート403によって2次ナトリウムダンプタンク7がリングガーダ3に固設されている。また、蒸気発生器1と2次ナトリウムダンプタンク7とを接続する放出系配管9にはベローズが設けられていない。このように本実施形態においては2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8の両方がリングガーダ3から支持されている。

【0055】

そして、本実施形態による高速炉冷却系設備においては、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1及びリングガーダ3が変位した場合には、2次ナトリウムコールドトラップ8のみならず2次ナトリウムダンプタンク7も、蒸気発生器1及びリングガーダ3と共に変位する。

【0056】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備によれば、2次ナトリウムコールドトラップ8のみならず2次ナトリウムダンプタンク7もリングガーダ3から支持するようにしたので、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1が変位した場合でも、蒸気発生器1と2次ナトリウムダンプタンク7との間に相対変位が生じることがなく、このため、ベローズ等の相対変位吸収機構を放出系配管9に設ける必要がなく、上記第3実施形態よりもさらに構造の簡素化を図ることができる。

【0057】

第5実施形態

次に、本発明の第5実施形態による高速炉冷却系設備について図5を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第4実施形態の構成を一部変更したものであり、図5において上記第4実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

【0058】

図5に示したように本実施形態による高速炉冷却系設備においては、2次ナトリウムダンプタンク7及び2次ナトリウムコールドトラップ8のみならず、収納容器201もリングガーダ3に固設され、支持されている。すなわち、本実施形態においては補助系設備及びその収納容器201の全体がリングガーダ3から支持されている。また、リングガーダ3と収納容器201との間には可撓性シール部材は設けられていない。

【0059】

そして、本実施形態による高速炉冷却系設備においては、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1及びリングガーダ3が変位した場合には、2次ナトリウムコールドトラップ8及び2次ナトリウムダンプタンク7のみならず、収納容器201も蒸気発生器1及びリングガーダ3と共に変位する。

【0060】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備によれば、補助系設備及び収納容器201をリングガーダ3から支持するようにしたので、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって蒸気発生器1が変位した場合でも、蒸気発生器1と収納容器201との間に相対変位が生じることがなく、このため、可撓性シール部材等の相対変位吸収機構を設ける必要がなく、上記第4実施形態よりもさらに構造の簡素化を図ることができる。

10

【0061】

第6実施形態

次に、本発明の第6実施形態による高速炉冷却系設備について図6を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第1乃至第5実施形態に対して後述する荷重負荷装置を追加設置したものでり、図6において上記第1乃至第5実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

【0062】

図6に示したように本実施形態による高速炉冷却系設備は、蒸気発生器1を強制的に変位させて、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6に引張荷重を作用させるための荷重負荷装置701を備えている。この荷重負荷装置701はアクチュエータなどで構成されており、その駆動軸702の先端はリングガーダ3に接続されている。

20

【0063】

上記構成よりなる本実施形態の高速炉冷却系設備においては、プラント起動時から運転状態に至るまで、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張量に応じて荷重負荷装置701の駆動軸702を前進させてリングガーダ3及び蒸気発生器1を強制的に変位させ、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6に引張荷重を負荷するようにする。このようにすれば、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の熱膨張によって変位した蒸気発生器1等の荷重によってホットレグ配管5及びコールドレグ配管6が圧縮座屈することを防止することができる。

30

【0064】

第7実施形態

次に、本発明の第7実施形態による高速炉冷却系設備について図7乃至図9を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備は上記第1乃至第6実施形態においてホットレグ配管5及びコールドレグ配管6の構成を変更したものでり、図7において上記第1乃至第6実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

【0065】

既に説明したようにホットレグ配管5及びコールドレグ配管6はプラント運転時に熱膨張するが、配管の熱膨張量は配管の温度、配管の長さ、配管の材質等によって異なる。そして、ホットレグ配管5とコールドレグ配管6との間で熱膨張量に差があると、それぞれの配管は互いに拘束しあい、ホットレグ配管5及びコールドレグ配管6のそれぞれの接合端部において方向の異なる反力が作用し、荷重形態が複雑なものとなる。

40

【0066】

また、運転時においてコールドレグ配管6はホットレグ配管5に比べて低温であるが、図7に示したようにコールドレグ配管6はホットレグ配管5よりも長尺であるので、もし仮に両配管5、6を同一材料にて形成したとすれば、図8に示したように熱膨張量はコールドレグ配管6の方が大きくなってしまう。

【0067】

そこで、本実施形態による高速炉冷却系においては、ホットレグ配管5をステンレス鋼に

50

よって形成し、コールドレグ配管 6 をこのステンレス鋼の熱膨張率よりも小さな熱膨張率を有する低合金鋼、例えば 9 Cr Mo 鋼によって形成する。

【 0 0 6 8 】

このようにすれば、図 9 に示したようにホットレグ配管 5 とコールドレグ配管 6 との熱膨張量の差が小さくなり、熱膨張差に起因した熱応力の影響を低減することができる。

【 0 0 6 9 】

第 8 実施形態

次に、本発明の第 8 実施形態による高速炉冷却系設備の設置方法について図 10 を参照して説明する。なお、本実施形態による高速炉冷却系設備の設置方法は、上記第 1 乃至第 7 実施形態による高速炉冷却系設備を設置する際の設置方法であり、図 10 において上記第 1 乃至第 7 実施形態と同一構成要素には同一符号を付して説明する。

10

【 0 0 7 0 】

本実施形態による高速炉冷却系設備の設置方法においては、蒸気発生器 1 にホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 を接続する前に、図 10 に示したようにリングガーダ 3 に固設された蒸気発生器 1 を強制力によって中間熱交換器 13 (図 1 参照) の方向にオフセット量 d だけ変位させ、支持ロッド 2 が鉛直方向から傾斜した状態にする。次に、変位した状態にある蒸気発生器 1 に対してホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 を接続し、しかる後に強制力を解除する。すると、蒸気発生器 1 はその自重によって元の位置、すなわち支持ロッド 2 が鉛直方向を向くような位置に戻ろうとするので、ホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 に対して引張荷重が負荷される。

20

【 0 0 7 1 】

ここで、ホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 に負荷される引張荷重の大きさは、蒸気発生器 1 及びリングガーダ 3 のオフセット量 d によって変化する。そこで、ホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 の運転時の熱膨張量を考慮してこのオフセット量 d を決定する。

【 0 0 7 2 】

また、オフセット量 d を一定とした場合、負荷される引張荷重の大きさはオフセット角度 θ によって変化し、この角度 θ を大きくすれば引張荷重は大きくなり、角度 θ を小さくすれば引張荷重は小さくなる。そこで、支持ロッド 2 の長さ L を適切に設定することによってオフセット角度 θ を最適化し、これによってオフセット角度 θ を変えることなく引張荷重を調整することもできる。

30

【 0 0 7 3 】

以上述べたように本実施形態による高速炉冷却系設備の設置方法によれば、原子炉の運転開始前に予めホットレグ配管 5 及びコールドレグ配管 6 に引張荷重を負荷し、プラント起動時から定格運転時に至るまで両配管 5、6 に引張荷重を負荷するようにしたので、運転時の熱によって膨張した両配管 5、6 が圧縮座屈を起こすことを防止することができる。

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

以上述べたように本発明による高速炉冷却系設備によれば、電磁ポンプを内蔵した蒸気発生器を揺動自在の可動支持部材によって支持し、2次主配管の熱膨張による伸びを蒸気発生器の変位によって吸収するようにしたので、熱膨張を吸収するためのエルボ部を2次主配管に設ける必要がなく、2次主配管を大幅に短縮することが可能である。このため、建屋の小型化、ナトリウム漏洩対策設備の合理化等を図ることができ、配管物量及び建屋物量の低減を図ることができると共に、ナトリウム漏洩の可能性を小さくしてプラントの安全性・信頼性を高めることができる。

40

【 0 0 7 5 】

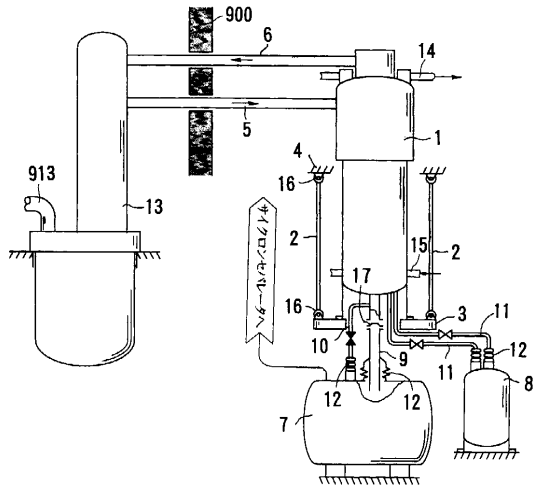
また、本発明による高速炉冷却系設備の設置方法によれば、強制力によって中間熱交換器の方向に変位させた蒸気発生器に2次主配管を接続し、しかる後に強制力を解除することによって2次主配管に引張荷重を負荷させるようにしたので、運転時の熱膨張による2次主配管の圧縮座屈を防止することができる。

50

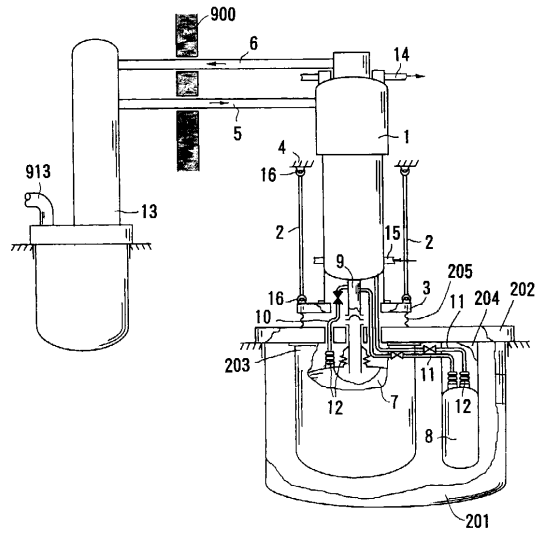
【図面の簡単な説明】

- 【図 1】本発明の第 1 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 2】本発明の第 2 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 3】本発明の第 3 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 4】本発明の第 4 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 5】本発明の第 5 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 6】本発明の第 6 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 7】本発明の第 7 実施形態による高速炉冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【図 8】本発明の第 7 実施形態による高速炉冷却系設備の作用を説明するためのグラフであり、ホットレグ配管とコールドレグ配管とを同一材料で形成した場合の熱膨張差を示したグラフ。 10
- 【図 9】本発明の第 7 実施形態による高速炉冷却系設備の作用を説明するためのグラフであり、ホットレグ配管とコールドレグ配管とを異なる材料で形成した場合の熱膨張差を示したグラフ。
- 【図 10】本発明の第 8 実施形態による高速炉冷却系設備の設置方法を説明するための説明図。
- 【図 11】従来のナトリウム冷却型高速炉の冷却系設備の概略を示した構成図。
- 【符号の説明】
- 1 蒸気発生器
 - 2 支持ロッド 20
 - 3 リングガーダ
 - 4 建屋
 - 5 ホットレグ配管
 - 6 コールドレグ配管
 - 7 2次ナトリウムダンプタンク
 - 8 2次ナトリウムコールドトラップ
 - 9 放出系配管
 - 10 ドレン配管
 - 11 純化系配管
 - 12 ベローズ 30
 - 13 中間熱交換器
 - 16 ピン
 - 201 収納容器
 - 202 上部デッキ
 - 203、204、304、403 支持スカート
 - 701 荷重負荷装置

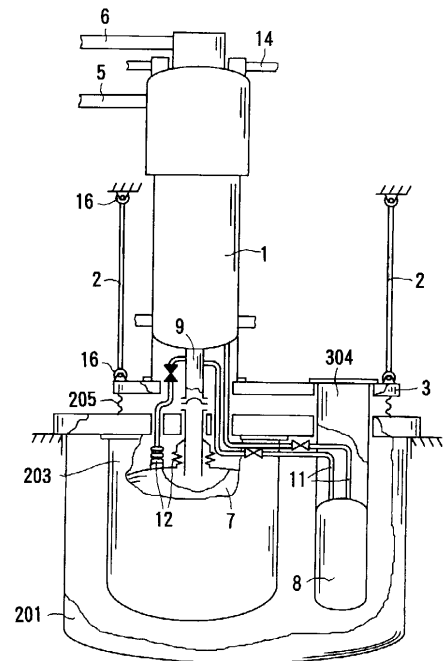
【 図 1 】



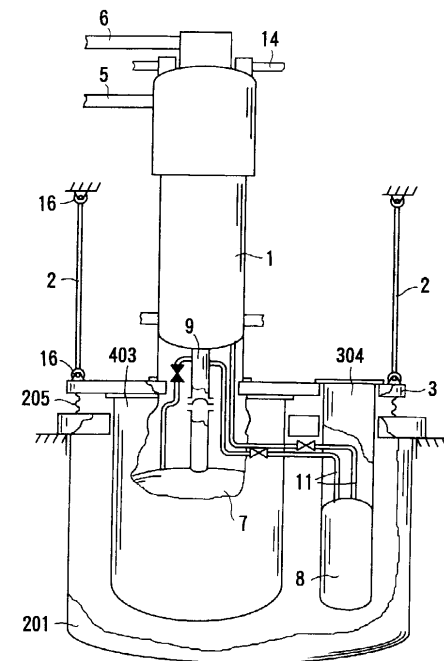
【 図 2 】



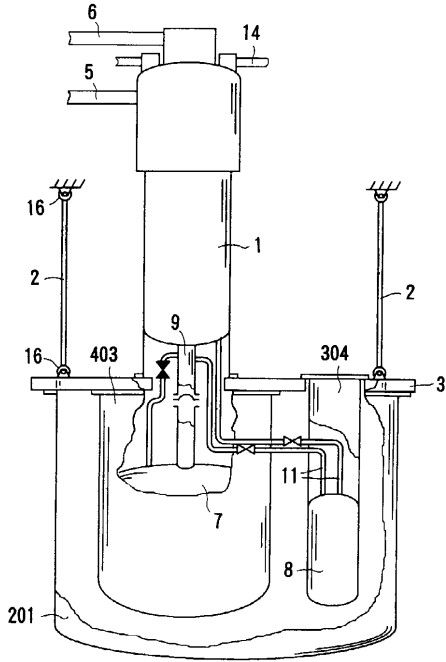
【 図 3 】



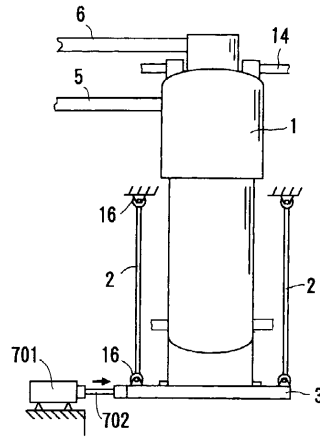
【 図 4 】



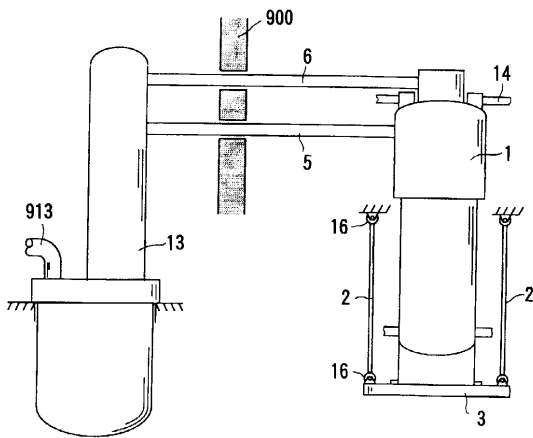
【 図 5 】



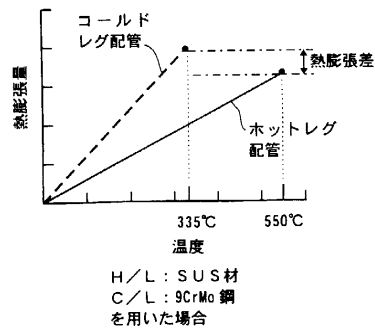
【 図 6 】



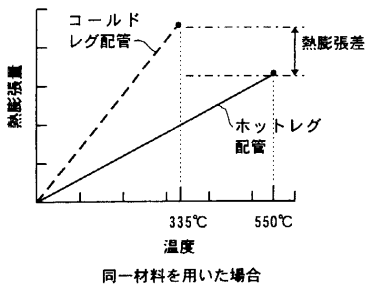
【 図 7 】



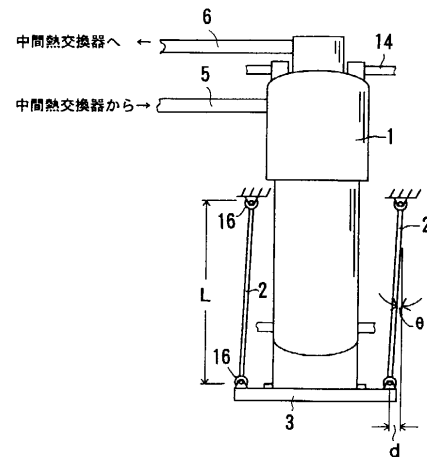
【 図 9 】



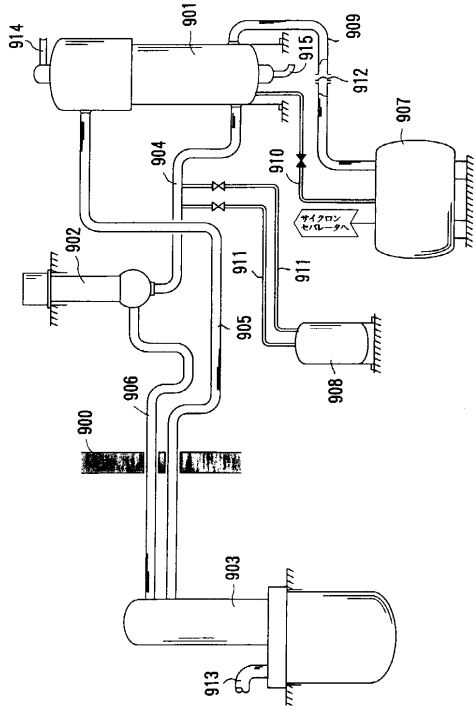
【 図 8 】



【 図 10 】



【図11】



フロントページの続き

- (72)発明者 飯 島 亨
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 大 音 明 洋
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 平 山 浩
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 神 保 雅 一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 白 鳥 廣 藏
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内

審査官 青木 洋平

- (56)参考文献 特開平09-243769(JP,A)
特開平08-166102(JP,A)
特開昭61-149707(JP,A)
特開昭59-120888(JP,A)
特開昭57-129991(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 1/02

G21C 13/04

G21D 1/00