

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7699080号
(P7699080)

(45)発行日 令和7年6月26日(2025.6.26)

(24)登録日 令和7年6月18日(2025.6.18)

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 C 13/00 (2006.01)

G 2 1 C 13/00 2 2 0

G 2 1 C 13/024 (2006.01)

G 2 1 C 13/024 2 1 0

G 2 1 C 9/004(2006.01)

G 2 1 C 9/004

請求項の数 5 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-88985(P2022-88985)	(73)特許権者	507250427
(22)出願日	令和4年5月31日(2022.5.31)		日立GEニュークリア・エナジー株式会
(65)公開番号	特開2023-176611(P2023-176611		社
	A)		茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(43)公開日	令和5年12月13日(2023.12.13)	(74)代理人	110000925
審査請求日	令和6年7月10日(2024.7.10)		弁理士法人信友国際特許事務所
		(72)発明者	松尾 憲弥
			茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立
			GEニュークリア・エナジー株式会社社内
		審査官	中尾 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 原子炉格納容器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

鋼板で構成された第1層と、
前記第1層より外側に設けられ、コンクリートで構成された第2層と、
前記第2層より外側に設けられ、鋼板で構成された第3層と、を備えた原子炉格納容器であって、
前記原子炉格納容器の内部にある上部ドライウェルと接する部分の前記第1層と、前記第2層との間に、上部が解放された空間部が存在し、
前記上部ドライウェルと接する部分の前記第1層は、前記空間部が存在していることにより前記第2層とは離間していて、前記第2層とは接しておらず、
前記上部ドライウェルと接する部分以外の部分の前記第1層は、前記第2層と接している
原子炉格納容器。

【請求項2】

前記空間部の下にサンドクッションが接続され、前記サンドクッションに、原子炉格納容器の外部へ延びる排水管が接続されている請求項1に記載の原子炉格納容器。

【請求項3】

前記第3層は、前記第2層と接しており、前記上部ドライウェルと接する部分以外の部分の前記第1層と前記第2層と前記第3層が一体化されている請求項1に記載の原子炉格納容器。

【請求項4】

前記空間部は、前記上部ドライウェルの上方に設けられ冷却水を収容する冷却プールと、通じている請求項 1 に記載の原子炉格納容器。

【請求項 5】

前記冷却プールと前記空間部との間に、開閉可能な接続部が設けられている請求項 4 に記載の原子炉格納容器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、SC 構造を有する原子炉格納容器に関する。

【背景技術】

10

【0002】

次期の原子炉・次世代の原子炉では、鋼板とコンクリートをスタッドで一体化した SC 構造を原子炉格納容器に適用した、SC 構造格納容器 (SCCV) を採用することが、現地工事省力化及び工期短縮の観点から有望視されている。

【0003】

特許文献 1 では、施工時における作業性を向上させるとともに、事故時においても内側鋼板の亀裂や破断の発生を低減して、安全性を確保することができる原子炉格納容器を提供することを目的としている。

特許文献 1 の原子炉格納容器では、具体的には、コンクリート層を内側鋼板と外側鋼板で挟み込み、内側鋼板には溝が形成されている。この溝が変形することによって、内側鋼板に生じる熱ひずみを緩和し、内側鋼板及びコンクリートに生じる亀裂や破断の発生を防止している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2001 - 281379 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

SCCV では、事故時の温度条件が厳しい (200 程度)、上部ドライウェル部の内側の鋼板が、鋼板のスラスト力で座屈する可能性がある。そのため、スタッドのピッチを狭くすること、より強度が高い鋼板を使用する必要があること、及び、内側鋼板と外側鋼板の間のコンクリート層からの蒸気の背圧による内側鋼板の座屈防止のための蒸気抜き機構が必要となる、という課題を有している。

30

【0006】

特許文献 1 の原子炉格納容器では、上述したように、内側鋼板に溝が形成されていることにより、内側鋼板に生じる熱ひずみを緩和することができる。

しかしながら、特許文献 1 の原子炉格納容器では、溝が形成されている内側鋼板とコンクリート層との間の空間部が閉じた空間となっているため、コンクリート層からの蒸気の背圧を開放することができず、蒸気の背圧により内側鋼板に座屈が発生する虞がある。

40

【0007】

上述した問題の解決のために、本発明においては、内側鋼板と外側鋼板の間のコンクリート層からの蒸気の背圧による内側鋼板の座屈を防止することができる原子炉格納容器を提供するものである。

【0008】

また、本発明の上記の目的及びその他の目的と本発明の新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の原子炉格納容器は、鋼板で構成された第 1 層と、第 1 層より外側に設けられ、

50

コンクリートで構成された第２層と、第２層より外側に設けられ、鋼板で構成された第３層と、を備えた原子炉格納容器である。

そして、本発明の原子炉格納容器は、原子炉格納容器の内部にある上部ドライウェルと接する部分の第１層と、第２層との間に、上部が解放された空間部が存在し、上部ドライウェルと接する部分の第１層は、空間部が存在していることにより第２層とは離間している、第２層とは接しておらず、上部ドライウェルと接する部分以外の部分の第１層は、第２層と接している。

【発明の効果】

【００１０】

上述の本発明の原子炉格納容器によれば、上部ドライウェルと接する部分の第１層と、第２層との間に、上部が解放された空間部が存在するので、第２層のコンクリートからの蒸気の背圧を空間部から解放することができる。これにより、蒸気の背圧による内側の鋼板の座屈の発生を防止することができる。

10

【００１１】

なお、上述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施の形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】実施例１の原子炉格納容器の模式断面図である。

【図２】図１の要部の拡大断面図である。

20

【図３】実施例２の原子炉格納容器の要部の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

以下、本発明に係る実施の形態及び実施例について、文章もしくは図面を用いて説明する。ただし、本発明に示す構造、材料、その他具体的な各種の構成等は、ここで取り上げた実施の形態や実施例に限定されることはなく、要旨を変更しない範囲で適宜組み合わせや改良が可能である。また、本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【００１４】

本発明の原子炉格納容器は、鋼板で構成された第１層と、第１層より外側に設けられ、コンクリートで構成された第２層と、第２層より外側に設けられ、鋼板で構成された第３層と、を備えた原子炉格納容器である。即ち、本発明の原子炉格納容器は、鋼板とコンクリートと鋼板とから成る、前述したＳＣ構造を有する。

30

【００１５】

そして、本発明の原子炉格納容器は、原子炉格納容器の内部にある上部ドライウェルと接する部分の第１層と、第２層との間に、上部が解放された空間部が存在する。

【００１６】

本発明の原子炉格納容器の構成によれば、上部ドライウェルと接する部分の第１層と、第２層との間に、上部が解放された空間部が存在するので、第２層のコンクリートからの蒸気の背圧を空間部から解放することができる。これにより、蒸気の背圧による内側の鋼板の座屈の発生を防止することができる。

40

【００１７】

上記の原子炉格納容器において、第１層の外側に、空間部の下にサンドクッションが接続され、サンドクッションに、原子炉格納容器の外部へ延びる排水管が接続されている構成とすることができる。

この構成の場合、第１層の鋼板を外側から冷却水で冷却して、使用後の冷却水をサンドクッションと排水管を通じて、原子炉格納容器の外部に排出することができる。

【００１８】

上記の原子炉格納容器において、第１層の外側に、ＣＴ鋼若しくはＦＢ鋼が配置されて、第１層の鋼板が補強されている構成とすることができる。

この構成の場合、第１層の外側に配置されたＣＴ鋼若しくはＦＢ鋼によって、第１層の

50

鋼板を補強して、耐震性能を向上することができる。

【 0 0 1 9 】

上記の原子炉格納容器において、空間部が、上部ドライウェルの上方に設けられ冷却水を収容する冷却プールと、通じている構成とすることができる。

この構成の場合、冷却プールから空間部に冷却水を流して、第 1 層の鋼板を冷却することができる。

【 0 0 2 0 】

上記の構成において、さらに、冷却プールと空間部との間に、開閉可能な接続部が設けられている構成とすることができる。

この構成の場合、接続部の開閉を制御することにより、空間部に流す冷却水の流量や、冷却水による第 1 層の鋼板の冷却の有無を、調整することができる。

10

【実施例】

【 0 0 2 1 】

続いて、原子炉格納容器の具体的な実施例を説明する。

【 0 0 2 2 】

(実施例 1)

以下、実施例 1 の原子炉格納容器を、図 1 ~ 図 2 を参照して説明する。

図 1 は、実施例 1 の原子炉格納容器の模式断面図である。図 1 では、原子炉格納容器 3 を含む原子炉建屋の断面図を模式的に示している。

また、図 2 は、図 1 の要部の拡大断面図である。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、本実施例の原子炉格納容器 3 は、炉心 1 が収容された原子炉圧力容器 2 を内部に有しており、内側の第 1 層の内側鋼板 1 1 と、中間の第 2 層のコンクリート 1 2 と、外側の第 3 層の外側鋼板 1 3 との 3 層構造となっている。即ち、この原子炉格納容器 3 は、前述した S C 構造を有している。

第 1 層の内側鋼板 1 1 と、第 3 層の外側鋼板 1 3 とは、図示しないが、それぞれ筒状に形成されている。

【 0 0 2 4 】

原子炉圧力容器 2 と原子炉格納容器 3 との間は、下部のサブレーションプール 4 と、上部の上部ドライウェル 5 とに分かれており、サブレーションプール 4 と上部ドライウェル 5 とは、それらの間に設けられたダイアフラムフロア 6 によって隔離されている。

30

サブレーションプール 4 の底部には、冷却水 7 が収容されている。

【 0 0 2 5 】

上部ドライウェル 5 のさらに上方には、水を収容する冷却プール 8 , 9 , 1 0 が設けられている。隣接する各冷却プール 8 , 9 , 1 0 の間は、コンクリートにより隔離されている。

冷却プール 8 , 9 , 1 0 は、例えば、サブレーションプール、使用済み燃料プール、機器仮置きプール、等として使用される。

【 0 0 2 6 】

本実施例の原子炉格納容器 3 は、特に、図 1 ~ 図 2 に示すように、上部ドライウェル 5 と接する部分の第 1 層の内側鋼板 1 1 と、第 2 層のコンクリート 1 2 との間に、空間部 1 4 が設けられている。

40

空間部 1 4 は、図 2 の拡大断面図に示す範囲の部分では、ほぼ均一の厚さとなっていて、上部では、原子炉格納容器 3 の径の縮小に伴い、上にいくほど厚くなっている。また、空間部 1 4 は、特許文献 1 の構成の閉じた空間部とは異なり、上部が解放されている。

【 0 0 2 7 】

なお、原子炉格納容器 3 のうち、上部ドライウェル 5 と接する部分以外の、サブレーションプール 4 と接する部分では、空間部を設けなくて、第 1 層の内側鋼板 1 1 と第 2 層のコンクリート 1 2 とが接している。

また、第 1 層の内側鋼板 1 1 は、図 1 ~ 図 2 に示すように、上部ドライウェル 5 と接す

50

る部分と、サブレーションプール４と接する部分とが、連続して形成された一体の鋼板となっている。

【００２８】

さらに、本実施例では、上部ドライウェル５の上の冷却プール９の下のコンクリートを貫通して、冷却プール９と空間部１４とを接続する接続部１５が設けられている。この接続部１５は、弁等の開閉可能な構成とされる。この接続部１５により、冷却プール９と空間部１４とが通じている。

【００２９】

そして、接続部１５を開放することにより、矢印Ｗで示すように、冷却プール９内の水を、内側鋼板１１に沿って空間部１４に流すことができ、この水Ｗにより内側鋼板１１を冷却することができる。これにより、事故時に、冷却プール９から水を流して、内側鋼板１１を冷却することができる。

10

また、接続部１５の開閉を制御することにより、空間部１４に流す水Ｗの流量や、水Ｗによる第１層の内側鋼板１１の冷却の有無を、調整することができる。

なお、空間部１４に流入した水を排出するために、図示しない箇所の空間部１４に、排出口を設けることが好ましい。

【００３０】

また、空間部１４に水Ｗを流すことにより、ダイアフラムフロア６よりも上の原子炉格納容器３（内側鋼板１１など）を、図示しない配管が貫通している、所謂ペネトレーション部において、ペネトレーション部を冷却や封水することが可能である。

20

【００３１】

本実施例によれば、内側鋼板１１とコンクリート１２との間に空間部１４が設けられているので、内側鋼板１１がコンクリート１２に対して独立している。これにより、内側鋼板１１は、上部ドライウェルの２００程度の高温に曝されても、熱歪みに対して自由に変形させることができるので、内側鋼板１１の熱変形による座屈の発生を防止できる。

そして、本実施例では、内側鋼板１１に対して、特許文献１の構成の溝部のような加工を施す必要がないため、内側鋼板に溝部を設けた特許文献１の構成と比較して、内側鋼板１１の製造コストを低減することができる。

【００３２】

また、本実施例によれば、内側鋼板１１とコンクリート１２との間に、空間部１４が設けられているため、コンクリート１２からの蒸気の背圧は、内側鋼板１１には直接作用しないことから、蒸気の背圧による内側鋼板１１の座屈を防止できる。

30

特に、空間部１４が、特許文献１の構成の閉じた空間部とは異なり、上部が広がっていて解放されているため、コンクリート１２からの蒸気の背圧を上部へ逃すことができる。

【００３３】

また、本実施例によれば、上部ドライウェル５の上方に設けられ、冷却水を収容する冷却プール９と、空間部１４とが、接続部１５で通じているため、接続部１５を通じて冷却プール９の水Ｗを空間部１４に流して、内側鋼板１１を冷却することができる。

【００３４】

以上述べた作用効果が得られるので、本実施例によれば、耐熱性能、耐圧性能、冷却性能をすべて備えた原子力格納容器３を提供することができる。

40

【００３５】

（実施例２）

次に、実施例２の原子炉格納容器を説明する。

図３は、実施例２の原子炉格納容器の要部の拡大断面図を示す。

図３において、実施例１の原子炉格納容器３と同様の構成要素には、同一の符号を付している。

【００３６】

本実施例の原子炉格納容器３は、図３に示すように、空間部１４に流入した水Ｗを排出するために、空間部１４の下にサンドクッション１８が設けられ、サンドクッション１８

50

から原子炉格納容器 3 の外部へ排水管 19 が延びている。

また、図 2 に示した実施例 1 の原子炉格納容器 3 と同様に、空間部 14 は、図 2 の拡大断面図に示す範囲の部分では、ほぼ均一の厚さとなっている。

その他の構成は、図 1 ~ 図 2 に示した実施例 1 の構成と同様であるので、重複説明を省略する。

【0037】

本実施例によれば、実施例 1 と同様に、上部ドライウエル 5 と対向する部分において、内側鋼板 11 とコンクリート 12 との間に空間部 14 が設けられ、空間部 14 が接続部 15 を介して図 1 に示した冷却プール 9 と通じている。

これにより、本実施例によれば、実施例 1 と同様に、耐熱性能、耐圧性能、冷却性能をすべて備えた原子力格納容器 3 を提供することができる。

10

【0038】

また、本実施例によれば、空間部 14 の下にサンドクッション 18 が設けられ、サンドクッション 18 から原子炉格納容器 3 の外部へ排水管 19 が延びているので、空間部 14 に入った水を、サンドクッション 18 及び排水管 19 を通じて容易に排出できる。

【0039】

(変形例)

上述した実施例に対する一変形例として、第 1 層の内側鋼板の外側に C T 鋼若しくは F B 鋼を設けて、内側鋼板を補強する構成を採用することもできる。

この構成の場合、第 1 層の内側鋼板の外側に設けた C T 鋼若しくは F B 鋼と、第 2 層のコンクリートとの間に、空間部を有する。

20

C T 鋼若しくは F B 鋼は、内側鋼板と接していても、内側鋼板との間に空間部を有していてもよい。

内側鋼板の外側を C T 鋼若しくは F B 鋼で補強することにより、原子炉格納容器の耐震性を向上することができる。

【0040】

また、実施例 1 及び実施例 2 では、図 2 及び図 3 の拡大断面図の範囲の部分において、空間部 14 の厚さがほぼ均一であったが、空間部の厚さはほぼ均一である構成に限定されない。

例えば、上方が厚くて下方が薄くなるように、空間部とコンクリートとの境界面が斜面となっている構成を採用することも可能である。この構成の場合、空間部の上方が厚いので蒸気が逃げやすくなる。また、境界面が斜面であるため、境界面が水平面に垂直な面である実施例 1 及び実施例 2 の構成と同様に、冷却水の流れを妨げない。

30

【0041】

また、上述した実施例に対する他の変形例として、冷却プール 9 と接続部 15 を通じて空間部 14 へ水 W を流す構成の代わりに、他の構成によって空間部へ水を流す構成を、採用することも可能である。例えば、他の冷却プールや給水設備から給水管を通じて、空間部に水を供給する構成も可能である。

上述した実施例のように、冷却プール 9 と接続部 15 を通じて空間部 14 へ水 W を流す構成を採用した場合には、水 W の速度や流量を大きくできる利点を有する。

40

【0042】

なお、本発明は、上述した実施の形態及び実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した各実施の形態及び実施例は、本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

【符号の説明】

【0043】

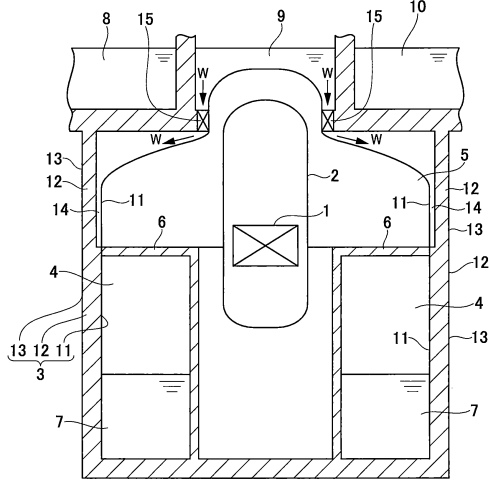
1 ... 炉心、2 ... 原子炉圧力容器、3 ... 原子炉格納容器、4 ... サプレッションプール、5 ... 上部ドライウエル、6 ... ダイアフラムフロア、7 ... 冷却水、8, 9, 10 ... 冷却プール、11 ... 内側鋼板、12 ... コンクリート、13 ... 外側鋼板、14 ... 空間部、15 ... 接続部、

50

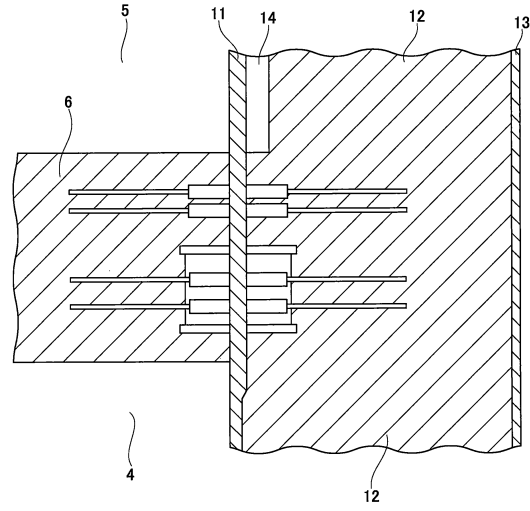
１８…サンドクッション、１９…排水管、W…水

【図面】

【図１】



【図２】



10

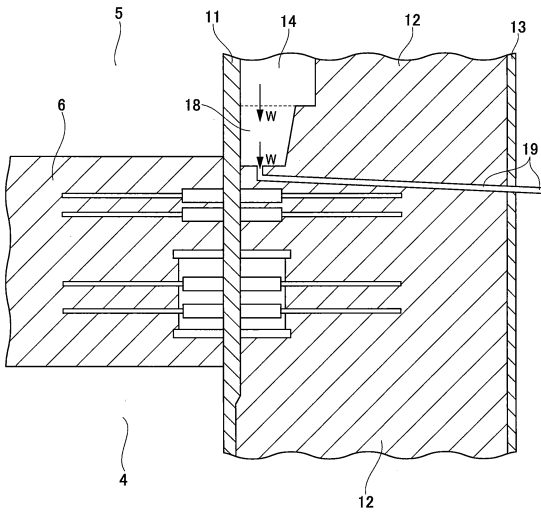
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭 6 1 - 0 6 5 3 9 8 (J P , U)
特開平 0 5 - 1 5 7 8 7 2 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 3 2 2 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 8 1 3 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 5 7 6 8 7 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 0 8 5 7 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 1 9 3 3 3 9 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 2 1 C 1 3 / 0 0
G 2 1 C 1 3 / 0 2 4
G 2 1 C 9 / 0 0 4