(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5876263号
(P5876263)
(45)発行日　平成28年3月2日(2016.3.2)　(24)登録日　平成28年1月29日(2016.1.29)

(51)Int.Cl.			F I		
E04H	9/14	(2006.01)	E04H	9/14	K
G21F	7/00	(2006.01)	G21F	7/00	S

請求項の数 4　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2011-222853(P2011-222853)
(22)出願日　平成23年10月7日(2011.10.7)
(65)公開番号　特開2013-83065(P2013-83065A)
(43)公開日　平成25年5月9日(2013.5.9)
審査請求日　平成26年9月29日(2014.9.29)

(73)特許権者　000198307
株式会社ＩＨＩ建材工業
東京都墨田区両国二丁目１０番１４号
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100108578
弁理士　高橋　詔男
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100094400
弁理士　鈴木　三義
(74)代理人　100107836
弁理士　西　和哉
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】筒状構造物の施工方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
外部に放射線が放出されている原子力施設において、内部が通路とされた筒状をなし、通路の延在方向に複数の筒状体が連結されてなる筒状構造物の施工方法であって、
前記筒状体のうち、少なくとも一の筒状体における前記延在方向の両端部を、取り外し可能な防護壁で閉塞するように覆い、
前記一の筒状体の前記延在方向の端部を、他の筒状体の前記延在方向の端部に接近配置した状態で、前記防護壁を取り外し、これら筒状体の通路同士を連通させ、
前記延在方向に隣り合う前記筒状体同士を、前記通路の内部から連結することを特徴とする筒状構造物の施工方法。
【請求項２】
外部に放射線が放出されている原子力施設において、内部が通路とされた筒状をなし、通路の延在方向に複数の筒状体が連結されてなる筒状構造物の施工方法であって、
前記延在方向に隣り合う前記筒状体同士を連結するに際し、前記筒状体は外層と内層を備えていると共に前記外層と内層における延在方向の両端部を予め封止しておき、
前記外層内に内層を挿入して、前記外層に形成されたフランジ部同士と前記内層に形成されたフランジ部同士をそれぞれ連結することで前記筒状体を増設するようにしたことを特徴とする筒状構造物の施工方法。
【請求項３】
請求項１又は２に記載の筒状構造物の施工方法であって、

前記筒状体同士を、建屋の壁部を貫通する開口部を通して、該建屋の外部と内部とで連結することを特徴とする筒状構造物の施工方法。

【請求項４】

請求項１～３のいずれか一項に記載の筒状構造物の施工方法であって、

前記筒状体として、通路ユニット、作業ユニット、操作ユニット、隔離ユニット、放射線量モニタリングユニット、空気調整ユニット、ポンプユニット、給電ユニット、除染ユニット、搬入ユニット及び出入口ユニットのうち少なくとも１つ以上のユニットを設けることを特徴とする筒状構造物の施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、放射線遮蔽性を有する筒状構造物の施工方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

原子力発電所等の原子力施設においては、大規模な地震や津波などの自然災害やテロ攻撃によって多大な損傷を受けることにより、外部に放射線を放出する事故が起こる可能性がある。原子力施設でこのような事故が発生した場合、過酷な放射線状況下（例えば原子炉にあってはメルトダウン状態、核物質施設にあっては臨界状態など）において、作業員が迅速に復旧作業を行う必要がある。

一方、このような過酷な放射線状況下で作業員が作業可能な時間は限られており、また目的地点（例えばメルトダウンした原子炉など）への往復移動の時間等も考慮すると、安全性を確保しつつ、作業時間を十分に確保することは難しい。

【０００３】

そこで、例えば下記特許文献１に示されるような、放射線遮蔽性を有する壁部（中性子遮蔽材からなるもの）に囲まれて室が形成されたシェルターを用いることが考えられる。すなわち、原子力施設内やその近傍にシェルターを設けておき、事故が発生した場合に、このシェルターと目的地点との間を作業員が往復移動することによって、作業時間を確保する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】実用新案登録第３１２３９６０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、前記従来のシェルターでは、該シェルターを介して復旧作業に必要な資材を運搬することは困難であり、また過酷な放射線状況下にある目的地点のみならず、該目的地点とシェルターとの間の移動時に作業員が被爆する可能性なども考えられ、作業性や安全性において改善の余地があった。

【０００６】

そこで、例えば、内部が通路とされた筒状構造物を、作業を行う目的地点に向けて延設する手法が考えられる。すなわち、筒状構造物を用いることにより、通路内部を放射線状況下にある外部から隔離して、この通路を作業員が通行し作業を行うことで、作業性や安全性を確保することが考えられる。

しかしながら、放射線状況下で筒状構造物を延設していく設置時においては、その構成部材の運搬や組立（連結）の際、該筒状構造物の通路内部が外部に開放されることから、該通路内部に放射性物質が入り込むおそれがあり、形成される通路の安全性が十分に確保できるとは言えない。

【０００７】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、筒状構造物の設置時におけ

る通路内部の安全性を確保して、形成された通路内部を通行し作業を行う作業員の安全性を確保でき、これにより復旧作業を効率よく行うことができる筒状構造物の施工方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提案している。

すなわち、本発明は、外部に放射線が放出されている原子力施設において、内部が通路とされた筒状をなし、通路の延在方向に複数の筒状体が連結されてなる筒状構造物の施工方法であって、前記筒状体のうち、少なくとも一の筒状体における前記延在方向の両端部を、取り外し可能な防護壁で閉塞するように覆い、前記一の筒状体の前記延在方向の端部を、他の筒状体の前記延在方向の端部に接近配置した状態で、前記防護壁を取り外し、これら筒状体の通路同士を連通させ、前記延在方向に隣り合う前記筒状体同士を、前記通路の内部から連結することを特徴とする。

【０００９】

この筒状構造物を用いて放射線状況下で作業を行うには、目的地点（例えば、高い放射線量を放出しているメルトダウンした原子炉等）に向けて該筒状構造物を延設するとともに、復旧作業に必要な資材の運搬や作業員の通行が可能な通路を形成する。この筒状構造物の周壁としては、例えば、外部の放射線量に応じて、放射線遮蔽性を有するコンクリート層、水を含む層（好ましくは、例えば軽水、重水又はホウ素水を含む層）、金属層（例えば、鉛、鋼、アルミニウムからなる層）、黒鉛層及び高分子材料層（例えば、プラスチック、合成樹脂からなる層）等を単層で、又は積層させて用いることができる。

このような周壁を用いることによって、該周壁を通して外部から通路内部に到達する放射線を防止することができるが、その一方で、複数の筒状体同士を連結して筒状構造物を延設していく設置時においては、従来では、その運搬や組立の際に筒状体の内部に放射性物質が入り込むおそれがあり、安全性を確保することが難しかった。

尚、本明細書で言う防止とは、抑制を含む概念であり、以下同様である。

【００１０】

本発明の筒状構造物の施工方法によれば、例えば、筒状構造物において端部に位置する他の筒状体に対して、新たに一の筒状体を連結する場合に、少なくとも該一の筒状体の通路の延在方向の両端部に取り外し可能な防護壁を設けておくことにより、たとえ外部の放射線量が高い箇所で設置作業を行う際であっても、該一の筒状体の運搬時や連結時に、筒状体の内部に放射性物質が入り込むことを防止でき、形成される通路内部の安全性が確保される。これにより、形成された通路内部で作業する作業員の被爆を防止できる。

【００１１】

また、筒状体を設置する箇所における外部の放射線量が高い場合や、作業員の安全性をより確保したい場合には、筒状体同士の連結を通路の内部から行うことで、この連結作業を行う作業員の被爆を防止できる。

このように、筒状構造物の設置時における通路内部の安全性が確保されるから、形成された通路内部を通行し作業を行う作業員の安全性を確保でき、これにより復旧作業を効率よく行うことができるのである。

【００１２】

また、本発明の筒状構造物の施工方法において、外部に放射線が放出されている原子力施設において、内部が通路とされた筒状をなし、通路の延在方向に複数の筒状体が連結されてなる筒状構造物の施工方法であって、

前記延在方向に隣り合う前記筒状体同士を連結するに際し、前記筒状体は外層と内層を備えていると共に前記外層と内層における延在方向の両端部を予め封止しておき、

前記外層内に内層を挿入して、前記外層に形成されたフランジ部同士と前記内層に形成されたフランジ部同士をそれぞれ連結することで前記筒状体を増設するようにしたことを特徴とする。

【００１４】
　また、本発明の筒状構造物の施工方法において、前記筒状体同士を、建屋の壁部を貫通する開口部を通して、該建屋の外部と内部とで連結することとしてもよい。
【００１５】
　この場合、例えば、過酷な放射線状況下にある原子炉建屋等の建屋内部に、該建屋の壁部を貫通する開口部（既設の搬出入口など）を通して、建屋外部から筒状構造物を連結できる。尚、開口部として、既設の搬出入口などを使用しない場合には、建設機材用ドリルや線形火薬等を用いて、壁部に新たに開口部を形成すればよい。また、建屋内部に設置する筒状体については、建屋外部から開口部を通して挿入する以外に、例えば、建屋の天井部を取り除くとともに、大型クレーン等の揚重機を用いて建屋内部に設置して、開口部を通して建屋内外の筒状体同士を連結してもよい。
　これにより、前述した効果を、建屋外部のみならず、より過酷な放射線状況下にある建屋内部においても得ることができ、復旧作業の作業性及び安全性をより高めることができる。
【００１６】
　また、本発明の筒状構造物の施工方法において、前記筒状体として、通路ユニット、作業ユニット、操作ユニット、隔離ユニット、放射線量モニタリングユニット、空気調整ユニット、ポンプユニット、給電ユニット、除染ユニット、搬入ユニット及び出入口ユニットのうち少なくとも１つ以上のユニットを設けることとしてもよい。
【００１７】
　この場合、筒状体として、設置する箇所や用途に応じた機能を有するユニットを適宜用いることによって、復旧作業をより効率よく安全に行うことができる。
【００１８】
　尚、前述した各ユニットのうち、
　通路ユニットとは、内部の通路を作業員や車両が通行する目的で用いられるものである。
　また、作業ユニットとは、クレーン等の揚重機、マジックハンド、上下するショベル、削岩ドリル等の各種作業機械が設けられたり、作業員が放射能汚染物質（汚染水など）を排除する作業や、溶接作業、散水作業、がれき処理作業等を行う目的で用いられるものである。尚、作業ユニットは、作業員が通路内部で作業を行う作業場や、通路外部に出て作業を行う場合の退避所としても用いられる。
　また、操作ユニットとは、各種作業機械を用いて作業する場合に、その操作を作業員が通路内部から行う目的で用いられるものである。尚、この場合、各種作業機械は、前記作業ユニット内のみならず、筒状構造物の外部に設置されていても構わない。
【００１９】
　また、隔離ユニットとは、筒状構造物の内部を、放射性物質に汚染された他のユニット（筒状体）から隔離する目的で用いられるものである。具体的に、隔離ユニットは、例えば、その通路の延在方向の両端部に気密ハッチが設けられているとともに、該隔離ユニットを挟んで前記延在方向の両端部に連結される一対のユニットのうち、一のユニットから他のユニットへ放射性物質が流入することを防止可能な構成とされている。
　また、放射線量モニタリングユニットとは、筒状構造物の外部及び内部の少なくともいずれかで検出された各種放射線の線量を監視する目的で用いられるものである。
【００２０】
　また、空気調整ユニットとは、筒状構造物の内部の空気を換気したり、給気フィルターや排気フィルターにより空気を清浄化する目的で用いられるものである。尚、空気調整ユニットは、複数の筒状体の連結を行った後、通路内部の気密性を確認（リーク試験）できる構成を備えることがより好ましい。
　また、ポンプユニットとは、筒状構造物の周壁に水を含む層が設けられる場合に、この層に給水、排水を行ったり、復旧作業に液体を使用する場合に該液体を供給する目的で用いられるものであり、ポンプ等の液体送出手段を備えている。

また、給電ユニットとは、筒状構造物の内部や外部における照明、作業に必要な機械及び装置等に電力を供給する目的で用いられるものである。

【００２１】

また、除染ユニットとは、筒状構造物に出入りする作業員が、放射性物質に汚染された場合や、通路内部に放射性物質を持ち込まないように予め除染する目的で用いられるものである。

また、搬入ユニットとは、筒状構造物の内部に、該筒状構造物を延設するための小型の筒状体を搬入したり、資材を搬入する目的で用いられるものである。

また、出入口ユニットとは、筒状構造物に作業員が出入りしたり、資材を出し入れする目的で用いられるものである。

尚、１つの筒状体に対して、上記した各ユニットの機能が複数備えられていても構わない。

【００２２】

また、上記した各ユニット以外のユニットとして、筒状構造物の内部で作業員が事務作業をしたり、会合、食事、休憩等を行う目的で用いられる居室ユニット、他のユニットの上部又は下部に、互いの通路同士を連通させるように積層されて、階段等の上下ユニット間移動手段を備え、立体的な階層を構成する積層（階段）ユニット、筒状構造物の通路を分岐する目的で用いられる分岐ユニット、通路の延在方向が互いに異なる筒状体同士を簡単に連結可能な可撓性のフレキシブルジョイントユニット等が設けられると、復旧作業をさらに効率よく安全に行うことができることから、好ましい。

【発明の効果】

【００２３】

本発明の筒状構造物の施工方法によれば、筒状構造物の設置時における通路内部の安全性を確保して、形成された通路内部を通行し作業を行う作業員の安全性を確保でき、これにより復旧作業を効率よく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】本発明の一実施形態に係る筒状構造物と、この筒状構造物が設置される原子力施設の一例を示す上面図である。

【図２】本実施形態に係る筒状構造物を構成する筒状体の一例を示す正断面図である。

【図３】本実施形態に係る筒状構造物を構成する筒状体の一例を示す正断面図である。

【図４】本実施形態に係る筒状構造物を構成する筒状体の一例を示す側断面図である。

【図５】図４の（ａ）Ａ－Ａ断面図、（ｂ）Ｂ－Ｂ断面図、及び（ｃ）Ｃ部を拡大して示す図である。

【図６】本実施形態に係る筒状構造物の筒状体、及び、筒状体同士の連結手順を説明する側断面図である。

【図７】図６のＤ部を拡大して示す図である。

【図８】本実施形態に係る筒状構造物の一例を示す正断面図である。

【図９】本実施形態に係る筒状構造物の一例を示す正断面図である。

【図１０】本実施形態に係る筒状構造物の一例を示す側断面図である。

【図１１】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。

【図１２】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。

【図１３】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。

【図１４】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。

【図１５】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。

【図１６】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。
【図１７】本実施形態に係る筒状構造物の設置及び使用の一例を説明する側断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
以下、本発明の一実施形態に係る筒状構造物１について、図面を参照して説明する。
図１に示されるように、本実施形態の筒状構造物１は、大規模な地震や津波などの自然災害やテロ攻撃によって多大な損傷を受けたことにより、外部に放射線を放出する事故が起きた原子力発電所等の原子力施設Ｎに設置されて、復旧作業に使用されるものである。
【００２６】
具体的に、この筒状構造物１は、放射線防護上安全な作業通路、作業室、操作室、及び、損傷を受け危険な高放射能（高い放射線量）を放出している設備（例えば原子炉建屋ＲＢやタービン建屋ＴＢ等）に接近し作業する場所（室）等として、地上に設置される放射線防護カルバート（耐放射線カルバート）であり、地上設置型の筒状シェルターである。
尚、本明細書で言う復旧作業とは、事故発生直後の緊急措置的な作業のみならず、例えば、廃炉のための恒久的な作業をも含んでいる。また、メルトダウンした核燃料を取り出すのに用いられるクレーンユニット等の大型機械を、原子炉近傍に設置するための作業等も含まれる。
【００２７】
図１は、原子力施設Ｎの上面図であり、この原子力施設Ｎは、海に臨んで建造されている。本実施形態の筒状構造物１は、港及び内陸から、原子力施設Ｎの原子炉建屋ＲＢ及びタービン建屋ＴＢに向けて延設されている。尚、図１において、符号Ｓ１で示されるものは真水（軽水）を積んだ船、符号Ｓ２で示されるものはポンプ船、符号Ｓ３で示されるものはクレーン船、符号Ｓ４で示されるものは放射性物質に汚染された水（以下、汚染水と省略）を溜める汚染槽船、符号Ｔで示されるものは汚染水を溜める廃液タンクである。
【００２８】
この筒状構造物１は、内部が通路とされた筒状をなしており、その周壁が、外部の放射線量に応じて、厚さ方向に沿ってコンクリート層、水を含む層、金属層、黒鉛層及び高分子材料層の少なくとも１つ以上の層を備えている。すなわち、筒状構造物１の周壁は、放射線遮蔽性を有しており、該周壁を通して通路の内部に放射線が入ることを防止するように形成されている。
尚、ここで言う放射線とは、アルファ線、ベータ線、中性子線などの粒子線や、ガンマ線、Ｘ線などの電磁波を含む各種放射線を指しており、放射線遮蔽性を有するとは、これら放射線のうち少なくとも１つ以上の放射線を遮蔽する性質を有していることを指す。
また、筒状構造物１は、通路の延在方向に複数の筒状体が連結された構成とされている。
【００２９】
図２～図７に示されるものは、筒状構造物１を構成する筒状体のうち、外部の放射線量が低い（原子力施設Ｎ内における放射線量が比較的低い）箇所に設置される筒状体１０の断面図（通路の延在方向に垂直な断面を表す図）である。具体的に、この筒状体１０が設置されるのは、筒状構造物１の設置箇所のうち、例えば、外部の放射線量が低中レベル線量当量（２００ミリシーベルト／ｈ未満）の箇所である。
【００３０】
図２において、筒状体１０は、円筒状をなしており、その周壁１１が単一の鋼の層（金属層）を有している。具体的に、この筒状体１０は、例えば大口径の鋼管を用いて形成されている。筒状体１０の周壁１１の厚さ（鋼の層の厚さ）は、外部の放射線量に応じて設定される。
尚、筒状体１０の周壁１１として、鋼の層の代わりに、アルミニウム層や鉛の層などの金属層、コンクリート層、プラスチックや合成樹脂からなる高分子材料層を用いても構わ

ない。この場合、上記した各材料に対応する大口径の管材を用いることができる。

【００３１】

筒状体１０の外周面には、該筒状体１０を地面等の設置面上に支持する脚部１２と、この筒状体１０を設置面に対して水平移動させるための着脱可能な移動手段１３と、が配設されている。図示の例では、筒状体１０の外周面に複数の脚部１２が互いに間隔をあけて配設されており、これら脚部１２の下端部に、移動手段１３としての車輪がそれぞれ一体に配設されている。尚、移動手段１３として、車輪の代わりに、コロ（ローラ）や鉄板等を用いて、筒状体１０を設置面に対して水平移動可能に構成することがより好ましい。

また、筒状体１０の外周面には、該筒状体１０をクレーン等で吊り上げるためのアイプレート等の吊り上げ手段（不図示）が設けられている。

尚、脚部１２、移動手段１３及び吊り上げ手段は、筒状体１０に配設されていなくても構わない。

【００３２】

筒状体１０の内部には、通路内の照度を確保する照明部材１４と、気体及び液体の少なくともいずれかを通路内に供給又は通路内から排出する流体移送部材１５と、電気配線部材１６と、が配設されている。

【００３３】

具体的に、照明部材１４は、例えば蛍光灯であり、筒状体１０の内周面における天壁部に通路の延在方向に間隔をあけて複数設けられている。また、流体移送部材１５は、例えば給気用エアダクト及び排気用エアダクトなどの気体搬送管や、水及びそれ以外の液体を搬送する液体搬送管であり、筒状体１０の内周面における側壁部に用途に応じて複数設けられているとともに、通路の延在方向に延びている。尚、図２に示される例では、流体移送部材１５のうち気体搬送管については、給気用エアダクト（図の左側下部）が通路内の下方空間に向けてエアを送出し、排気用エアダクト（図の右側上部）が通路内の上方空間からエアを吸引する構成となっている。仮に、通路内に放射性物質が入り込んだ場合においては、該放射性物質は通路内の上方空間に浮遊しやすいことから、この構成によって、通路内の安全性がより高められている。また、電気配線部材１６は、例えば電力供給用ケーブルや電気信号用ケーブルであり、用途に応じて複数設けられているとともに、通路の延在方向に延びている。

【００３４】

また、筒状体１０の内周面における底壁部には、カート等の車両や作業員Ｐが載って通行するための床板１７が配設されており、床板１７には、該床板１７の上面から窪まされて通路の延在方向に延びるとともに、電気配線部材１６等を収容可能な収容部１８が形成されている。また、図２において符号１９で示されるものは、収容部１８を開閉可能に覆う蓋である。

【００３５】

図３に示されるものは、前述した筒状体１０の他の一例である。図３の筒状体１０は、断面多角形（図示の例では四角形）の角筒状をなしており、その周壁１１が単一のコンクリート層を有している。尚、周壁１１として、コンクリート層の代わりに、前述した金属層や高分子材料層などを用いることとしてもよい。

【００３６】

また、図３の筒状体１０では、前述した脚部１２、床板１７、収容部１８及び蓋１９は設けられておらず、電気配線部材１６は、筒状体１０の内周面における側壁部に配設されている。

このような角筒状の筒状体１０として、周壁に所望の放射線遮蔽性を備えたコンクリート製のボックスカルバートや、鋼鉄製の船舶用コンテナ等を用いることができ、この場合、製造費用を削減できることから、好ましい。

【００３７】

図４は、図３で説明した筒状体１０を、通路の延在方向に複数連結した状態を示すものであるとともに、隣接する筒状体１０同士の連結構造を示している。

図４に示されるように、筒状構造物１において、通路の延在方向に隣り合う筒状体１０同士は、通路の内部及び外部のいずれかから連結されている。図示の例では、隣接する筒状体１０同士が、通路の内部から連結されている。

【００３８】

図４及び図５（ａ）（ｃ）に示されるように、筒状体１０における通路の延在方向の端部には、通路内に向けて突出するとともに、該端部の開口周縁の周方向に沿って延びる環状のフランジ部２１が形成されている。また、フランジ部２１には、前記延在方向に貫通する貫通孔が前記周方向に間隔をあけて複数形成されている。

【００３９】

図５（ｃ）において、隣り合う筒状体１０同士は、互いに対向するフランジ部２１同士の間に、ゴム、シリコンパッキン、Ｏリング等からなるパッキン部材２２を前記貫通孔回りに配設した状態で、該貫通孔に挿通されたボルトとナットにより連結されている。また、フランジ部２１において通路内を向く端面には、前記周方向に沿うように枠状に形成された鉄（鋼）、鉛、コンクリート等からなる放射線リーク防止部材２３が当接配置されており、該放射線リーク防止部材２３は、対向するフランジ２１同士の隙間（隣り合う筒状体１０の対向する端部同士の隙間）を塞いでいるとともに、この隙間から通路内に放射性物質が入り込んだり放射線が入り込むことを防止している。

【００４０】

また、図４の右端における筒状体１０同士の連結部分及び図５（ｂ）に示されるものは、前述した連結構造とは異なる連結構造であり、この例では、筒状体１０における通路の延在方向の端部にフランジ部２１が設けられておらず、その代わり、周壁１１の内周面における前記端部に、前記周方向に間隔をあけて締め付け部材２４が複数設けられている。締め付け部材２４には、前記延在方向に貫通する貫通孔が形成されている。隣り合う筒状体１０の端部において対向する締め付け部材２４同士は、前記貫通孔に挿通されるボルトとナットによって連結されており、これにより、隣り合う筒状体１０同士が連結されている。この例では、筒状体１０の周壁１１において前記延在方向を向く端面同士が突き合わされており、放射線リーク防止部材２３は、これら端面同士の隙間を塞ぐように、周壁１１の内周面に当接配置されている。尚、放射線リーク防止部材２３は、前記端面同士の隙間をパテ、シリコンコーキング等のシール材で封止した後、配設されることが好ましい。

【００４１】

また、図４において、通路の延在方向に隣接する筒状体１０の流体移送部材１５同士は、短管及びフランジ等の接続部２５を介して、互いに連結されている。また、特に図示しないが、隣り合う筒状体１０の電気配線部材１６同士は、端子台、ソケット、コネクタ等を介して、互いに連結されている。

【００４２】

尚、図４及び図５では、隣り合う筒状体１０同士を通路の内部から連結する連結構造について説明したが、例えば外部の放射線量が低い場合などには、同様の構成を筒状体１０の外周面に設けるとともに、隣り合う筒状体１０同士を通路の外部から連結する連結構造としても構わない。隣接する筒状体１０同士を通路の外部から連結する場合、筒状体１０の外周面に、前述したフランジ部２１の連結構造を用いることで、気密性と頑健性を確保でき、好ましい。

また、それ以外の連結構造として、例えば、隣り合う筒状体１０の端部同士が通路の延在方向に嵌合される構造（スリーブ継手構造、差し込み継手構造）を用いてもよい。

【００４３】

図６及び図７に示されるように、本実施形態の筒状体１０は、通路の延在方向の両端部を覆う取り外し可能な防護壁２６を有している。

防護壁２６は、例えばアクリル板、ビニル板、鉄板等からなり、筒状体１０の周壁１１の断面形状に対応する形状に形成されている。図示の例では、筒状体１０の周壁１１が断面四角形状に形成されており、これに対応して、防護壁２６は四角形板状に形成されている。

【００４４】
防護壁２６の外周縁部は、通路の延在方向に向かって折り返されており、この折り返し部分が周壁１１の内周面に当接されて、ビス止めされている。また、防護壁２６の前記折り返し部分と周壁１１の内周面との隙間を塞ぐように、該折り返し部分の端面からその対応する周壁１１の内周面部分を覆って、取り外し可能にパテ等の封止部材２７が配設（塗布）されている。
このように、本実施形態においては、筒状体１０の前記延在方向の両端部は、一対の防護壁２６により閉塞されている。尚、防護壁２６は、筒状体１０の両端部を閉塞するように覆っていればよく、例えば、該防護壁２６に逆止弁構造が設けられるとともに、筒状体１０内の圧力が高まった際に、該逆止弁構造を通して通路内の空気を外部に逃がすことができるように形成されていても構わない。
【００４５】
防護壁２６が配設された一の筒状体１０を、他の筒状体１０に連結するには、図６に示されるように、連結する筒状体１０の端部同士を接近配置した状態から、作業員Ｐが筒状体１０の端部同士を連結した後（又は連結する前に）、ビス及び封止部材２７を取り除くとともに、防護壁２６を取り外す。これにより、一の筒状体１０の通路と他の筒状体１０の通路とが、互いに連通させられる。
尚、筒状体１０同士を接近又は当接配置させる手段については、前述した吊り上げ手段及びクレーン等の揚重機を用いたり、移動手段１３やジャッキを用いることができる。
【００４６】
また、防護壁２６を取り外す作業を簡単にして、迅速に筒状体１０の内部同士を連通させる目的で、例えばハンマー等を用いて防護壁２６を破壊することとしてもよい。また、特に図示しないが、筒状体１０の連結作業を行う作業員Ｐは、放射能汚染の可能性を考慮して、放射線遮蔽性を有する防護服や防護マスク等を適宜着用することが望ましい。
【００４７】
また、既設の前記他の筒状体１０の内部に放射性物質が入り込むことを防止する目的で、該他の筒状体１０において先端側を向く端部（通路の延在方向のうち、新たに筒状体１０を連結する方向を向く端部）に防護壁２６を設けておき、この状態から新たな前記一の筒状体１０を接近又は当接配置した後、当該防護壁２６を取り外すこととしてもよい。
本実施形態では、前述の構成により、筒状体１０の内部へ放射性物質が入り込むことを防止できるが、さらに、後述するように筒状体１０として空気調整ユニットを備えているので、筒状体１０同士の連結作業において、仮に通路内に少量の放射性物質が入り込み放射能汚染されるようなことがあっても、汚染除去及びリーク試験を行って安全性を確保できるようになっている。
【００４８】
図８～図１０に示されるものは、筒状構造物１を構成する筒状体のうち、外部の放射線量が高い箇所に設置される筒状体３０、４０の断面図である。尚、筒状体３０、４０において、前述した筒状体１０と同一部材には、同一の符号を付し、その説明を省略する。
【００４９】
具体的に、筒状体３０が設置されるのは、筒状構造物１の設置箇所のうち、例えば、外部の放射線量が高レベル線量当量（１０～５００ミリシーベルト／ｈ程度）の箇所であり、筒状体３０の周壁３１は、主としてガンマ線から通路の内部を防護するように構成されている。筒状体３０は、例えば、核燃料が未臨界の状態にあり、放射される中性子線の線量が比較的少ない場合に用いられる。
【００５０】
また、筒状体４０が設置されるのは、筒状構造物１の設置箇所のうち、例えば、外部の放射線量が中性子線の影響が大きい過酷線量当量（２００ミリシーベルト／ｈ以上）の箇所であり、筒状体４０の周壁４１は、主として中性子線及びガンマ線から通路の内部を防護するように構成されている。筒状体４０は、例えば、再臨界した核燃料から中性子線が大量に放射されている場合に用いられる。

【００５１】
筒状構造物１の筒状体３０（４０）は、内部が通路とされた筒状をなし、その周壁３１（４１）が、厚さ方向に沿って外側から内側へ向けて、外層３２（４２）、水を含む層３３（４３）及び内層３４（４４）を備えている。すなわち、筒状構造物１の周壁３１（４１）は、水を含む層３３（４３）と、放射線遮蔽性を有し、水を含む層３３（４３）を周壁の厚さ方向に沿う両側から挟む一対の防護層３２（４２）、３４（４４）と、を備えている。
【００５２】
図８において、筒状体３０は、角筒状をなしており、その周壁３１の外層３２は、単一のコンクリート層で形成されている。尚、外層３２として、コンクリート層の代わりに、鋼の層やアルミニウム層などの金属層を用いてもよい。
【００５３】
また、周壁３１の内層３４は、該周壁３１の厚さ方向の外側に位置する第１内層３４ａと、厚さ方向の内側に位置する第２内層３４ｂと、を備えている。
第１内層３４ａは、鉛の層（金属層）で形成されており、第２内層３４ｂは、鉄（鋼）の層（金属層）で形成されている。尚、第１内層３４ａとして、鉛の層の代わりに、黒鉛層を用いてもよい。このような第１内層３４ａとして、鉛、黒鉛等からなるブロック材や板材を用いることができる。
【００５４】
また、周壁３１の第１内層３４ａの外周面と、外層３２の内周面との間には、図示しない支持部材が配設されていて、該支持部材により、外層３２の厚さ方向の内側に隙間をあけて、内層３４が固定支持されている。
そして、水を含む層３３は、この隙間に配設されたスポンジ、ウレタン等の水を浸み込みやすい性質を有する多孔性部材に、水（ここで言う水とは、例えば、真水（軽水）、重水及びホウ素水等の放射線（特に中性子線）を遮蔽する性質を有するものを指しており、後述する筒状体４０の水も同様である）を含ませたものを、ビニル材で覆って構成されている。尚、水を含む層３３のうち、外層３２のコンクリート層と当接する領域については、ビニル材を配設しなくても構わない。また、水を含む層３３として、水を含ませた多孔性部材を用いる代わりに、水を含むゲル部材等を用いてもよい。
【００５５】
また、特に図示しないが、周壁３１において通路の延在方向を向く端面のうち、水を含む層３３に対応する部位には、該水を含む層３３を液密に閉塞する閉塞部が設けられている。閉塞部は、例えば、周壁３１の前記延在方向の端部における外層３２と内層３４との間に、水を透過しない性質を有する部材を液密に挿入したり、外層３２（内層３４）における前記延在方向の端部を厚さ方向の内側（外側）に向けて折り返すことで、水を含む層３３を液密に閉塞することにより、設けられている。また、閉塞部は、周壁３１の前記延在方向の端部に、外層３２、水を含む層３３及び内層３４を該延在方向の外側から覆うように形成されていてもよい。具体的には、周壁３１における前記延在方向の端部に、該周壁３１の厚さとされた例えば単一のコンクリート層からなる閉塞部が形成されているとともに、該閉塞部の前記延在方向の内側に、外層３２、水を含む層３３及び内層３４が設けられていて、該水を含む層３３がこの閉塞部により液密に封止されていることとしてもよい。
【００５６】
筒状体３０の周壁３１の厚さ、及び、該周壁３１を構成する外層３２、水を含む層３３及び内層３４の各層の厚さは、外部の放射線量に応じて設定される。
また、外層３２は、内層３４と同様に、厚さ方向に複数の層が積層された構成であってもよい。また、筒状体３０は、円筒状に形成されていてもよい。
また、通路の延在方向に隣り合う筒状体３０同士の連結構造については、前述した筒状体１０と同様の連結構造を用いることができる。
【００５７】

図９及び図１０において、筒状体４０は、円筒状をなしており、その周壁４１の外層４２及び内層４４は、単一の鋼の層（金属層）でそれぞれ形成されている。尚、外層４２及び内層４４として、鋼の層の代わりに、アルミニウム層や鉛の層などの金属層、コンクリート層、プラスチックや合成樹脂からなる高分子材料層を用いても構わない。

【００５８】

また、周壁４１の外層４２の内周面と、内層４４の外周面との間には、支持部材４５が複数配設されていて、該支持部材４５により、外層４２の厚さ方向の内側に隙間をあけて、内層４４が固定支持されている。このように構成された筒状体４０は、二重管構造を呈している。

そして、外層４２と内層４４との間に形成された隙間に、前記水が液密に充填されることによって、水を含む層４３が形成されている。

筒状体４０の周壁４１の厚さ、及び、該周壁４１を構成する外層４２、水を含む層４３及び内層４４の各層の厚さは、外部の放射線量に応じて設定される。

【００５９】

図９において、符号４６で示されるものは、筒状体４０を二重管状に組立後、外層４２と内層４４との隙間に水を供給するための水封入口であり、該隙間に水が充填されるとともに、水を含む層４３が形成された後、この水封入口４６は封止される。

また、符号４７で示されるものは、水を含む層４３の水を通路の内部に取り出し処理した後、再び水を含む層４３に戻すための循環管である。すなわち、この筒状構造物１は、水を含む層４３の水を循環させる循環構造を備えている。

【００６０】

また、符号４８で示されるものは、水を含む層４３から循環管４７に水を取り出す流出管であり、符号４９で示されるものは、循環管４７から水を含む層４３に水を送る流入管である。また、符号５０で示されるものは、防護カバーである。

【００６１】

図１０に示されるように、通路の延在方向に隣り合う筒状体４０同士を連結するには、外層４２内に、前記延在方向から内層４４を挿入する。そして、隣り合う筒状体４０の対向する端部において、外層４２に形成されたフランジ部５１同士、及び、内層４４に形成されたフランジ部５２同士を連結する。順次この工程を繰り返し、筒状体４０を増設して、組立後に、外層４２と内層４４との隙間に水を封入する。

尚、各筒状体４０において、外層４２と内層４４との隙間における前記延在方向の両端部を予め封止し、該隙間を液密に構成するとともに、前述した筒状体１０と同様の連結構造を用いても構わない。この場合、水封入口４６、流出管４８及び流入管４９は、各筒状体４０にそれぞれ設けられることが好ましい。

【００６２】

また、水を含む層４３の水を変質させるほど外部の放射線量が高くない場合には、水を循環させない構成であってもよい。この場合、循環管４７、流出管４８及び流入管４９は設けなくてもよい。

また、筒状体４０において、水を含む層４３の代わりに、外層４２と内層４４との隙間に、溶融した鉛等の金属を注入するとともに該金属を固化させて、固体中間層を形成してもよい。この場合も、循環管４７、流出管４８及び流入管４９は不要である。

【００６３】

図１０において、符号５３で示されるものはホウ素水タンク、符号５４で示されるものはポンプ、符号５５で示されるものは開閉弁、符号５６で示されるものは逆止弁である。また、符号５７で示されるものは端部封止蓋、符号５８で示されるものは注入管継ぎ手である。具体的に、筒状構造物１の先端部（作業する目的地点側の端部）は、原子炉等の過酷な放射線環境の正面近傍に接近する位置に配されるため、該先端部に対して更なる耐放射線防護が必要となり得ることから、注入管継ぎ手５８を通して、筒状体４０の先端部に軽水やホウ素水又はコンクリートを注入・充填できる構成となっている。また、符号５９で示されるものは着脱可能な鉛カバー、符号６０で示されるものはレール、符号６１で示

されるものはアタッチメントである。具体的に、筒状体４０の先端部における上部に設けられたレール６０には、アタッチメント６１として、該レール６０上を前進・後退可能な自走式耐放射線カメラや放射線検出器等が搭載される。また、筒状体４０の先端部において先端側を向く面（先端面）には、アタッチメント６１として、遠隔操作可能な作業ユニット（ここで言う作業ユニットとは、後述する筒状体全体を指すものに限らず、例えば、マジックハンド、シャベル、削岩機、クレーン（放射性物質の遮蔽となる物質又は再臨界や火災を沈静化する砂等の物質を投入するためのもの）等の作業機械を含む）が装着される。

【００６４】

また、本実施形態の筒状構造物１は、筒状体１０、３０、４０（以下、筒状体と省略）として、通路ユニット、作業ユニット、操作ユニット、隔離ユニット、放射線量モニタリングユニット、空気調整ユニット、ポンプユニット、給電ユニット、除染ユニット、搬入ユニット及び出入口ユニットのうち少なくとも１つ以上のユニット（モジュールユニット）を備えている。

【００６５】

前述した各ユニットのうち、通路ユニットとは、内部の通路を作業員Ｐや車両が通行する目的で用いられるものである。

また、作業ユニットとは、クレーン等の揚重機、マジックハンド、上下するショベル、削岩ドリル等の各種作業機械が設けられたり、作業員Ｐが放射能汚染物質（汚染水など）を排除する作業や、溶接作業、散水作業、がれき処理作業等を行う目的で用いられるものである。尚、作業ユニットは、作業員Ｐが通路内部で作業を行う作業場や、通路外部に出て作業を行う場合の退避所としても用いられる。

また、操作ユニットとは、各種作業機械を用いて作業する場合に、その操作を作業員Ｐが通路内部から行う目的で用いられるものである。尚、この場合、各種作業機械は、前記作業ユニット内のみならず、筒状構造物１の外部に設置されていても構わない。

【００６６】

また、隔離ユニットとは、筒状構造物１の内部を、放射性物質に汚染された他のユニット（筒状体）から隔離する目的で用いられるものである。具体的に、隔離ユニットは、例えば、その通路の延在方向の両端部に気密ハッチが設けられているとともに、該隔離ユニットを挟んで前記延在方向の両端部に連結される一対のユニットのうち、一のユニットから他のユニットへ放射性物質が流入することを防止可能な構成とされている。

また、放射線量モニタリングユニットとは、筒状構造物１の外部及び内部の少なくともいずれかで検出された各種放射線の線量を監視する目的で用いられるものである。

【００６７】

また、空気調整ユニットとは、筒状構造物１の内部の空気を換気したり、給気フィルターや排気フィルターにより空気を清浄化する目的で用いられるものである。尚、空気調整ユニットは、複数の筒状体の連結を行った後、通路内部の気密性を確認（リーク試験）できる構成を備えることがより好ましい。

また、ポンプユニットとは、筒状構造物１の周壁に水を含む層が設けられる場合に、この層に給水、排水を行ったり、復旧作業に液体を使用する場合に該液体を供給する目的で用いられるものである。

また、給電ユニットとは、筒状構造物１の内部や外部における照明、作業に必要な機械及び装置等に電力を供給する目的で用いられるものである。

【００６８】

また、除染ユニットとは、筒状構造物１に出入りする作業員Ｐが、放射性物質に汚染された場合や、通路内部に放射性物質を持ち込まないように予め除染する目的で用いられるものである。

また、搬入ユニットとは、筒状構造物１の内部に、該筒状構造物１を延設するための小型の筒状体を搬入したり、資材を搬入する目的で用いられるものである。

また、出入口ユニットとは、筒状構造物１に作業員Ｐが出入りしたり、資材を出し入れ

する目的で用いられるものである。
尚、１つの筒状体に対して、上記した各ユニットの機能が複数備えられていても構わない。
【００６９】
また、上記した各ユニット以外のユニットとして、筒状構造物１の内部で作業員Ｐが事務作業をしたり、会合、食事、休憩等を行う目的で用いられる居室ユニット、他のユニットの上部又は下部に、互いの通路同士を連通させるように積層されて、階段等の上下ユニット間移動手段を備え、立体的な階層を構成する積層（階段）ユニット、筒状構造物１の通路を分岐する目的で用いられる分岐ユニット、通路の延在方向が互いに異なる筒状体同士を簡単に連結可能な可撓性のフレキシブルジョイントユニット等が設けられると、復旧作業をさらに効率よく安全に行うことができることから、好ましい。
【００７０】
図１１～図１７は、前述の筒状体、及び、該筒状体として前記各ユニットを用いた具体例を示している。図１１～図１７において、同一部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。
【００７１】
図１１において、原子炉建屋ＲＢやタービン建屋ＴＢ等の建屋には、壁部を貫通する開口部Ｏが形成されており、筒状構造物１は、この開口部Ｏを通して、建屋の外部と内部とで筒状体同士を連結することにより施工されている。つまり、筒状構造物１は、開口部Ｏを貫通して設置されている。
【００７２】
このような開口部Ｏとして、例えば、建屋に予め設けられた搬出入口を用いることができる。また、このような搬出入口を使用しない場合には、建設機材用ドリルや線形火薬等を用いて、壁部に新たに開口部Ｏを形成すればよい。尚、建屋内部から外部へ向けた放射性物質の漏洩を防止する目的で、開口部Ｏは筒状構造物１の断面積に対応する開口面積とするとともに、必要以上に大きく形成しないことが好ましい。
【００７３】
図１１においては、原子炉建屋ＲＢ又はタービン建屋ＴＢの建屋の内部に、放射性物質に汚染された水（汚染水）が溜まったトレンチ（作業する目的地点）があり、筒状構造物１は、該トレンチに向けて建屋外部から内部に延設されている。
以下の説明では、筒状構造物１の通路の延在方向のうち、目的地点側を先端側と言い、目的地点とは反対側を基端側と言うことがある。
【００７４】
建屋の外部には、通路の延在方向に垂直な断面が比較的大きく形成された筒状体が配列されている。これら筒状体のうち、図１１において、符号７０で示されるものはクレーンユニット（作業ユニット）、符号７１で示されるものは搬入ユニット、符号７５で示されるものは連結・繰り出しユニット（作業ユニット）である。図示の例では、筒状構造物１の先端側へ向けて、クレーンユニット７０、搬入ユニット７１、連結・繰り出しユニット７５が、この順で延設されている。
【００７５】
クレーンユニット７０において、クレーンの支柱は、筒状体の周壁における天壁部を通して、上方に向けて延びている。
また、搬入ユニット７１において、筒状体の周壁における天壁部には、該筒状体内に収容可能な大きさとされた小型の筒状体７２を搬入可能な搬入口７３が形成されている。小型の筒状体７２は、例えばその周壁がアルミニウム層からなり、クレーンユニット７０のクレーンに吊り上げられて、搬入口７３から筒状構造物１の通路内に搬入される。尚、搬入口７３は、筒状体７２の搬入作業時以外は、カバー部材等により開閉可能に閉塞されていることが好ましい。
【００７６】
また、連結・繰り出しユニット７５は、その通路内において、搬入ユニット７１から搬

入された小型の筒状体７２同士を連結し、前記通路から先端側に向けて繰り出す作業を行うものである。尚、小型の筒状体７２同士の連結は、連結・繰り出しユニット７５の通路から先端側に向けてこれら筒状体７２を送り出した後、行っても構わない。図示の例では、これら小型の筒状体７２は、建屋の開口部Ｏに対応する箇所、及び、建屋内部に配設されている。

また、連結・繰り出しユニット７５と、搬入ユニット７１との間には、互いの通路同士を連通可能に遮蔽するシート材７４が設けられている。

【００７７】

すなわち、図１１に示される例では、筒状構造物１を構成する筒状体は、大型の筒状体７５と、大型の筒状体７５内に収容可能な小型の筒状体７２と、を有しており、筒状構造物１は、小型の筒状体７２が、大型の筒状体７５の通路の延在方向の端部（先端部）から送り出されることにより、延設されているのである。尚、図１１の例では、大型の筒状体７５が、前述した他の筒状体１０に相当し、該大型の筒状体７５から送り出される小型の筒状体７２が、前述した一の筒状体１０に相当するとともに、該小型の筒状体７２の通路の延在方向の両端部に、取り外し可能な防護壁２６が設けられる。

尚、図１１において説明した各ユニットは、前述した機能を有するのみならず、各ユニット内を作業員Ｐや車両等が通行可能であるから、通路ユニットとしての機能をも兼ね備えている。これについては、後述する筒状構造物１の他の例についても同様である。

【００７８】

図１１において、符号７６は、トレンチ内の放射性汚染水を排出するための水中ポンプ、符号７７は、水中ポンプ昇降装置、符号７８は、作業用防護ハウス、符号７９は、排水用ホース、符号８０は、ポンプ電源ケーブル、符号８１は、踏板兼用ハッチ、符号８２は、放射線線量計を示している。

【００７９】

また、図１２に示される筒状構造物１では、先端側（図１２における右側）から基端側（図１２における左側）へ向けて、デリッククレーンユニット（作業ユニット）９０、隔離ユニット１１０、クレーン操作ユニット（操作ユニット、放射線量モニタリングユニット）１２０、出入口ユニット１４０、除染ユニット１５０が、この順で連設されている。

【００８０】

デリッククレーンユニット９０において、符号９１はデリックコラム、符号９２はデリックコラムシール、符号９３はデリックブーム、符号９４はクレーンワイヤー、符号９５はクレーンフック、符号９６はウィンチ装置、符号９７は電線シール、符号９８は電線、符号９９はホース、符号１００は液体放出ノズル、符号１０１は液体搬送管、符号１０２は液体搬送管シールを示している。

尚、符号１０３で示されるものは、筒状構造物１の各ユニットの車輪又はコロ１３を上面に載置して移動させるレール又は鋼板である。

【００８１】

隔離ユニット１１０において、符号１１１は気密性を有する出入開閉ハッチ、符号１１２は隔離遮蔽ハッチ、符号１１３はアルミニウム製又はコンクリート製の取り外し可能な隔壁を示している。

【００８２】

クレーン操作ユニット１２０において、符号１２１はデリッククレーン電源盤、符号１２２はデリックブーム、カメラ、放射線監視用の操作コンソール、符号１２３はカメラ画面（モニター）、符号１２４はデリックブーム操作盤、符号１２５はカメラ（２台）及び放射線検出器の電源・制御盤、符号１２６はカメラ及び放射線検出器取り付け用の支柱、符号１２７は支柱シール、符号１２８はクレーン操作用のカメラ（高所）、符号１２９はカメラ（低所）、符号１３０はシンチレータ又は中性子検出器等の放射線検出器、符号１３１は筒状をなすアルミニウム等の金属製又はコンクリート製ののぞき塔、符号１３２はハッチ、符号１３３は鉛ガラス製ののぞき窓、符号１３４は梯子を示している。

【００８３】

出入口ユニット１４０において、符号１４１はにじりハッチ、符号１４２はエア供給ダクト、符号１４３はエア排気ダクト、符号１４４はダクト連結管、符号１４５は気密性を有する出入開閉ハッチを示している。

【００８４】

除染ユニット１５０において、符号１５１は扉、符号１５２は防護服ラック、符号１５３は手洗水蛇口、符号１５４は手洗給水管、符号１５５は手洗排水管、符号１５６はシンクを示している。

【００８５】

また、図１３に示される筒状構造物１は、図１２で説明した除染ユニット１５０の基端側に連設されるものである。この筒状構造物１には、先端側（図１３における右側）から基端側（図１３における左側）へ向けて、複数の通路ユニット１６０及びフレキシブルジョイントユニット１７０、搬入・出入口ユニット１８０、給気側フィルタユニット（空気調整ユニット）１９０、排気（吸気）側フィルタユニット（空気調整ユニット）２００、換気機械室ユニット２１０、液体バルブステーションユニット２２０、電気室ユニット（給電ユニット）２３０、ユーティリティユニット２４０が連設されている。

尚、給気側フィルタユニット１９０、排気側フィルタユニット２００、換気機械室ユニット２１０の連結されたユニットは、原子炉建屋ＲＢ、タービン建屋ＴＢ、その他に換気（清浄な空気）を供給したり、これらＲＢ、ＴＢ等の建屋内の空気を循環・浄化する設備として使用することができる。

【００８６】

フレキシブルジョイントユニット１７０は、その周壁が、例えばアルミニウム製の耐震蛇腹構造を呈している。また、フレキシブルジョイントユニット１７０の周壁は、複数の筒状部材が通路の延在方向に沿って互いに気密に嵌合されるとともに、摺動可能とされた構造であっても構わない。また、可撓性のフレキシブルジョイントユニット１７０を用いる代わりに、筒状をなしているとともに、上面視において通路の延在方向が曲線状に延びる筒状体を用いてもよい。

また、搬入・出入口ユニット１８０は、周壁の天壁部に開口する搬入口７３と、周壁の側壁部に開口する出入口（不図示）とを備えている。

【００８７】

給気側フィルタユニット１９０は、エア供給ダクト１４２に連結されるフィルタ・チャンバー１９１を備えている。

排気側フィルタユニット２００は、エア排気ダクト１４３に連結されるチャコールフィルタやＨＥＰＡ（Ｈｉｇｈ　Ｅｆｆｉｃｉｅｎｃｙ　Ｐａｒｔｉｃｕｌａｔｅ　Ａｉｒ）フィルタ等の高性能フィルタ・チャンバー２０１を備えている。

換気機械室ユニット２１０は、メークアップエア取入口２１１と、換気用ブロア装置２１２とを備えている。

液体バルブステーションユニット２２０は、液体バルブステーション２２１を備えている。

尚、給気側フィルタユニット１９０、排気側フィルタユニット２００、換気機械室ユニット２１０及び液体バルブステーションユニット２２０の各周壁における天壁部には、ユニット内に機器を搬入するための搬入口が設けられており、ユニット内の密閉が必要な場合には、該搬入口にはハッチが取り付けられる。

【００８８】

電気室ユニット２３０において、符号２３１は取り外し可能な出入ハッチ、符号２３２は上部搬入ハッチ、符号２３３は電源受電・配電盤、符号２３４は低圧変圧器、符号２３５は電線ケーブルダクト、符号２３６は電線ケーブル用ラダーを示している。

ユーティリティユニット２４０において、符号２４１はケーブルジャンクションボックス、符号２４２は取り外し可能な出入ハッチを示している。

【００８９】

図示の例では、筒状構造物１における基端側の端部にユーティリティユニット２４０が

配設されており、該ユーティリティユニット２４０の基端部は、港（海）に臨んでいる。港には、電源、ポンプ及び貯水槽を備えた例えば１０００ｔクラスのポンプ船Ｓ２が係留されており、該ポンプ船Ｓ２には、真水を積んだ船Ｓ１から真水（軽水）が供給される。そして、ポンプ船Ｓ２からユーティリティユニット２４０に、電力ケーブル２５０及び液体（軽水）母管２５１が連結されている。

【００９０】

また、図１４に示されるものは、筒状構造物１の先端側の端部に、タワークレーン等を有する大型建設用クレーンユニット（作業ユニット）２６０を設けた一例である。大型建設用クレーンユニット２６０を用いることにより、原子炉建屋ＲＢ等の建屋の天井部近傍（上方）から、クレーンによる作業を行うことが可能である。

【００９１】

大型建設用クレーンユニット２６０において、符号２６１は基礎台板、符号２６２は鋼管等からなるクレーン支持台、符号２６３は重錘、符号２６４は注水配管、符号２６５は動力・制御ケーブル、符号２６６はタワークレーンの先端部に取り付けた複数の放水ノズルの取り付け配管装置、符号２６７はトロリー、符号２６８はフックを示している。尚、図１４の右側がトロリークレーンを用いた場合、左側がトンボクレーンを用いた場合を示している。また、フック２６８の代わりに、バケット２６９や鉄球２７０等を用いてもよい。図１４において左側に示されるトンボクレーンは、ウィンチ室２７１を備えている。また、符号２７２は運転室であるが、この筒状構造物１はクレーン操作ユニット１２０からクレーンを操作可能なため、運転室２７２に作業員Ｐは不要である。

【００９２】

図１５に示されるものは、原子炉建屋ＲＢ及びタービン建屋ＴＢ等の建屋における壁部の開口部Ｏを通して、建屋外部から内部に筒状構造物１を延設した一例である。

図示の例では、建屋内に散乱するがれき等の障害物２８０を、筒状構造物１の先端側の端部に配置されたトロリークレーンユニット（作業ユニット）２９０及びマジックハンドユニット（作業ユニット）３００により取り除きつつ、筒状構造物１を延設するようにしている。

【００９３】

マジックハンドユニット３００において、符号３０１はマジックハンド、符号３０２はマジックハンド駆動操作装置、符号３０３は鉛ガラス窓、符号３０４は清浄エア送気ダクトを示している。尚、マジックハンド３０１を用いる代わりに、箒等の棒状部材を用いて、障害物２８０を排除してもよい。また、清浄エア送気ダクト３０４は、送気のみを行い、吸気は行わない構成となっている。

尚、マジックハンド３０１の代わりに、障害物２８０をかきわけることが可能な剛性のある鉄製等の長い棒状部材を用いてもよい。また、マジックハンド駆動操作装置３０２の代わりに、鉛含有素材からなる手袋を用いてもよい。

【００９４】

尚、トロリークレーンユニット２９０のクレーン及びマジックハンド３０１を用いても障害物２８０を取り除くことが困難な場合には、作業員Ｐが時間を限り、出入口ユニット１４０の出入開閉ハッチ１４５から通路の外部へ出て障害物２８０を取り除いても構わない。この場合、作業後はすみやかに出入口ユニット１４０の通路内に退避することが望ましい。

【００９５】

図１６に示されるものは、筒状構造物１の先端側の端部が原子炉建屋ＲＢ及びタービン建屋ＴＢ等の建屋内に配置されるとともに、この先端側の端部に、溶接作業を行うための溶接ユニット（作業ユニット）３１０を設けた一例である。

筒状構造物１を延設して行われる作業の中には、この溶接作業のように、ユニットの一部を外部に開口せざるを得ない作業が考えられる。

【００９６】

溶接ユニット３１０において、符号３１１は溶接する対象物、符号３１２は対象物を覆

うように形成された周壁の作業開口部、符号３１３は溶接ガスボンベを示している。
溶接ユニット３１０は、その基端側（図１６における左側）に離間して配置される他のユニットと、筒状体の周壁の構造を備えたパイプ３２０を介して連結されている。

【００９７】
パイプ３２０は、内部の通路を作業員Ｐが手足を底壁部に着けた状態で移動可能な程度に小さな断面積とされている。パイプ３２０の基端側の端部には、作業員Ｐが出入り可能なハッチ３２１と、換気用ブロアモータ２１２からの清浄エアをパイプ３２０内に供給する送気口３２２と、が設けられている。また、パイプ３２０の先端側の端部には、エア排出管３２３が設けられている。

【００９８】
図１６の例においては、作業員Ｐは、ハッチ３２１からパイプ３２０内に入り、パイプ３２０内に入ったら、ハッチ３２１を閉じる。パイプ３２０内には、基端側から先端側に向けて清浄エアが送気されており、当該清浄エアは、溶接ユニット３１０の内部及びエア排出管３２３から排出される。これにより、パイプ３２０内が正圧となり、該パイプ３２０内に外部の放射性物質が流入することが防止されている。また、溶接ユニット３２０の作業開口部３１２を通して、ユニット外部から放射性物質が流入することが防止される。尚、放射性物質を含む塵埃は、建屋内の上部空間に浮遊しやすいことから、作業開口部３１２は下方に向けて開口されていることが好ましい。

【００９９】
図１７に示されるものは、建屋内において放射性物質を含む塵埃が舞い上がらないように水等の液体を撒くためのシャワーユニット（作業ユニット）３３０を設けた一例である。
シャワーユニット３３０において、符号３３１は通路の延在方向に伸縮可能なシャワー管、符号３３２は分配管、符号３３３はシャワー口、符号３３４はキャスターを示している。

【０１００】
以上説明した筒状構造物１を用いて放射線状況下で作業を行うには、目的地点（例えば、高い放射線量を放出しているメルトダウンした原子炉等）に向けて該筒状構造物１を延設するとともに、復旧作業に必要な資材の運搬や作業員Ｐの通行が可能な通路を形成する。この筒状構造物１の周壁としては、前述したように、外部の放射線量に応じて、放射線遮蔽性を有するコンクリート層、水を含む層（好ましくは、例えば軽水、重水又はホウ素水を含む層）、金属層（例えば、鉛、鋼、アルミニウムからなる層）、黒鉛層及び高分子材料層（例えば、プラスチック、合成樹脂からなる層）等を単層で、又は積層させて用いることができる。
このような周壁を用いることによって、該周壁を通して外部から通路内部に到達する放射線を防止することができるが、その一方で、複数の筒状体同士を連結して筒状構造物１を延設していく設置時においては、従来では、その運搬や組立の際に筒状体の内部に放射性物質が入り込むおそれがあり、安全性を確保することが難しかった。

【０１０１】
本実施形態の筒状構造物１の施工方法によれば、例えば、筒状構造物１において端部に位置する他の筒状体に対して、新たに一の筒状体を連結する場合に、少なくとも該一の筒状体の通路の延在方向の両端部に取り外し可能な防護壁２６を設けておくことにより、たとえ外部の放射線量が高い箇所で設置作業を行う際であっても、該一の筒状体の運搬時や連結時に、筒状体の内部に放射性物質が入り込むことを防止でき、形成される通路内部の安全性が確保される。これにより、形成された通路内部で作業する作業員Ｐの被爆を防止できる。
尚、前述したように、他の筒状体の端部にも防護壁２６を設けた場合には、該他の筒状体と一の筒状体との連結作業時における通路内部への放射性物質の進入をより確実に防止でき、好ましい。

【０１０２】

このように、筒状構造物１の設置時における通路内部の安全性が確保されるから、形成された通路内部を通行し作業を行う作業員Ｐの安全性を確保でき、これにより復旧作業を効率よく行うことができるのである。

【０１０３】

また、本実施形態で説明した筒状構造物１によれば、その周壁が、外部の放射線量に応じて、厚さ方向に沿って放射線遮蔽性を有するコンクリート層、水を含む層、金属層、黒鉛層及び高分子材料層の少なくとも１つ以上の層を備えているので、下記の効果を奏する。

すなわち、この筒状構造物１が設置される箇所のうち、例えば、過酷な放射線状況下にある目的地点付近においては、筒状構造物１の周壁として、放射線のうちアルファ線、ベータ線、ガンマ線、Ｘ線及び中性子線などのほぼすべてを遮蔽可能なコンクリート層や水を含む層（好ましくは、例えば軽水、重水又はホウ素水を含む層）を設けることによって、通路内の作業員Ｐの被爆を防止でき、安全性を確保できる。

【０１０４】

一方、目的地点から遠く、放射線量が比較的低い箇所においては、筒状構造物１の周壁として、例えば、放射線のうち少なくともアルファ線、ベータ線、ガンマ線及びＸ線のいずれかを遮蔽可能な金属層（例えば、鉛、鋼、アルミニウムからなる層）、黒鉛層、高分子材料層（例えば、プラスチック、合成樹脂からなる層）を設けることによって、筒状構造物１の構造を複雑にすることなく、通路内の作業員Ｐの被爆を防止でき、安全性を確保できる。

【０１０５】

さらに、筒状構造物１の周壁を、外部の放射線量に応じて、前述した各材料からなる層を厚さ方向に適宜組み合わせて（積層させて）形成することも可能であり、この場合、より安全性が高められることになる。

【０１０６】

このように、筒状構造物１の設置されるそれぞれの箇所において、外部の放射線量に応じて、放射線を遮蔽可能な層を周壁に形成することにより、構造を必要以上に複雑にすることなく、通路内の作業員Ｐの安全性を確保して、該筒状構造物１を例えば過酷な放射線状況下にある目的地点にまで設置でき、復旧作業を効率よく迅速に行うことができる。

【０１０７】

また、筒状構造物１が、複数の筒状体を連結して構成されているので、これら筒状体の周壁の構造を、各筒状体が設置される箇所における外部の放射線量に応じてそれぞれ設定できる。従って、前述した効果を簡単かつ確実に得ることができる。

【０１０８】

また、通路の延在方向に隣り合う筒状体同士を、通路の内部及び外部のいずれかから連結しているので、下記の効果を奏する。

すなわち、例えば、筒状体を設置する箇所における外部の放射線量が高い場合や、作業員Ｐの安全性をより確保したい場合には、筒状体同士の連結を通路の内部から行うことで、この連結作業を行う作業員Ｐの被爆を防止できる。また、筒状体を設置する箇所における外部の放射線量が低い場合などには、筒状体同士の連結を通路の外部から行うことで、連結作業をより迅速に行うことができる。

【０１０９】

また、筒状体における通路の延在方向の両端部に防護壁２６が設けられているので、該筒状体の運搬時や、この筒状体を他の筒状体に連結する際の作業時に、筒状体の内部へ放射性物質が入り込むことを防止でき、通路内の放射能汚染を防止できる。尚、連結作業が終了した後は、防護壁２６を取り外すことができるので、通路内の安全性を確保しつつ、通路を有効に利用できる。

【０１１０】

また、図８～図１０で説明した筒状体３０、４０を用いた筒状構造物１とした場合には、その周壁３１、４１が、水を含む層３３、４３と、放射線遮蔽性を有し、水を含む層３

３、４３を周壁３１、４１の厚さ方向から挟む一対の防護層（外層３２、４２及び内層３４、４４）と、を備えているので、下記の効果を奏する。
すなわち、周壁３１、４１が、水を含む層（好ましくは、例えば軽水、重水又はホウ素水を含む層）３３、４３を備えているので、放射線のうちアルファ線、ベータ線、ガンマ線、Ｘ線及び中性子線などのほぼすべてを遮蔽することができる。さらに、この周壁３１、４１には、水を含む層３３、４３を厚さ方向から挟む一対の防護層（外層３２、４２及び内層３４、４４）が形成されているので、前述のように放射線遮蔽性が高く確保された水を含む層３３、４３を、これら防護層３２、３４、４２、４４が安定して形状維持しつつ、当該防護層自体も放射線遮蔽性を有しているから、周壁全体としての放射線遮蔽性が十分に高められている。よって、通路内の作業員Ｐの被爆を防止でき、安全性を確保できる。

【０１１１】
具体的に、図８を用いて説明した周壁３１の構造によれば、例えば未臨界状態の核燃料から放射される少量の中性子線を、水を含む層３３が確実に防護しつつ、コンクリート層からなる防護層３２と、鉛の層及び鉄（鋼）の層からなる防護層３４とがガンマ線を確実に防護して、通路内の作業員Ｐの被爆を防止できる。
また、図９を用いて説明した周壁４１の構造によれば、例えば再臨界状態の核燃料から大量に放射される中性子線を、水を含む層４３が確実に防護しつつ、該水を含む層４３と、鋼の層からなる防護層４２、４４とがガンマ線を確実に防護して、通路内の作業員Ｐの被爆を防止できる。

【０１１２】
このように、筒状構造物１の周壁３１、４１に、放射線を遮蔽可能な水を含む層３３、４３及びこれを挟む一対の防護層３２、３４、４２、４４を形成することにより、構造を必要以上に複雑にすることなく、通路内の作業員Ｐの安全性を確保して、該筒状構造物１を例えば過酷な放射線状況下にある目的地点にまで設置でき、復旧作業を効率よく迅速に行うことができる。

【０１１３】
また、図９を用いて説明した筒状体４０のように、水を含む層４３の水を循環させる循環構造を備えた場合には、下記の効果を奏する。
すなわち、例えば、筒状構造物１が設置される箇所が過酷な放射線状況下にある場合に、周壁４１において厚さ方向の外側に配置される防護層４２を通して水を含む層４３に達した放射線により、水が放射化されて、放射線遮蔽性能が低下する可能性がある。本実施形態によれば、このような水を循環させて適宜処理（交換又は清浄化）することができ、これにより、水を含む層４３ひいては周壁４１全体の放射線遮蔽性能を安定して確保することができる。

【０１１４】
また、本実施形態の筒状構造物１は、地上に設置されているので、目的地点に向けた延設や各ユニットの構築が簡便であり、該筒状構造物１の設置が簡単であるとともに、通路の形成が容易である。

【０１１５】
また、図１１において、筒状構造物１の筒状体が、大型の筒状体７５と、前記大型の筒状体７５内に収容可能な小型の筒状体７２と、を有し、前記小型の筒状体７２が、前記大型の筒状体７５の通路の延在方向の端部から送り出されることにより、延設される構成である場合には、下記の効果を奏する。
すなわち、この場合、筒状構造物１を延設する際、大型の筒状体７５の通路内部を通して、該大型の筒状体７５の通路の延在方向の端部から、小型の筒状体７２を送り出すことができるので、放射線量の高い通路の外部に作業員Ｐが出るようなことなく、筒状体を延設することができる。また、この構成によれば、例えば、クレーン等の揚重機を設けることのできない建屋内部などにおいても、安全性を確保しつつ、筒状体を目的地点に向けて延設できる。

【０１１６】
　また、筒状構造物１の筒状体として、通路ユニット、作業ユニット、操作ユニット、隔離ユニット、放射線量モニタリングユニット、空気調整ユニット、ポンプユニット、給電ユニット、除染ユニット、搬入ユニット及び出入口ユニットのうち少なくとも１つ以上のユニットを設けているので、下記の効果を奏する。
　すなわち、筒状体として、設置する箇所や用途に応じた機能を有するユニットを適宜用いることによって、復旧作業をより効率よく安全に行うことができる。
【０１１７】
　尚、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。
　例えば、前述の実施形態では、筒状構造物１が地上に設置されることとしたが、これに限定されるものではなく、筒状構造物１は、地中に設置されていてもよい。この場合、下記の作用効果が得られる。
【０１１８】
　すなわち、この筒状構造物１を用いて放射線状況下で作業を行うには、目的地点に向けて地中に該筒状構造物１を延設するとともに、復旧作業に必要な資材の運搬や作業員Ｐの通行が可能な通路を形成する。尚、地中に筒状構造物１を延設するには、例えば、推進・牽引工法や開削トンネル工法などのトンネル施工方法を用いることができる。また、ここで言う地中とは、地下のみならず、例えば周壁の外面の一部（天壁部の上面部分など）が地上に露出された半地下をも含む概念である。尚、筒状構造物１を地中に埋設した後で外部の放射線量が高まった場合などには、周壁の内部から新たな放射線遮蔽層を形成することが好ましい（例えば図８～図１０を用いて説明した積層構造を参照）。また、筒状構造物１を地中に設置する場合は、前述した脚部１２及び移動手段１３は設けなくてもよい。
　尚、開削トンネル工法を用いる場合は、図６における右側が筒状構造物１の延設方向の先端側となるとともに、防護壁２６を装着した状態の新たな前記一の筒状体１０が、筒状構造物１の先端側の端部に連設される。また、推進・牽引工法を用いる場合は、図６における左側がシールド掘削機の前進方向となるとともに、防護壁２６を装着した状態の新たな前記一の筒状体１０が、発進立坑内から筒状構造物１の基端側（図６における右側）の端部に連設される。
【０１１９】
　この筒状構造物１は、地中に設置されているから、地上から該筒状構造物１に向けて放射された放射線が、地中の水分などにより遮蔽、低減されて、通路内への放射線の到達を防止する効果がより顕著に得られるようになっている。また、地中に設置するため、土壌の重量などに対する強度を確保する目的で周壁の厚さが予め十分に確保されているから、該周壁の放射線遮蔽性が十分に確保されることになる（例えば周壁がコンクリート層からなる場合、少なくとも厚さ２０ｃｍ以上）。
【０１２０】
　具体的に、筒状構造物１の周壁が地表に露出することなく地下に埋設された場合には、前述の効果が確実に得られやすくなる。特に、推進・牽引工法を用いる場合においては、一の筒状体と他の筒状体との連結を地中で行うことができ、この連結作業時に、これら筒状体同士の連結部位の隙間を通して、外気から通路内部に放射性物質が入り込むようなことが防止される。また、例えば周壁のうち天壁部のみが地表に露出するように半地下に設置されるとともに、該天壁部に開閉可能な出入口・搬出入口を有する構成とされた場合には、通路内への放射線の到達を防止しつつも、作業員Ｐの出入りや資材及び機器の搬出入が効率よく行える。
　また、原子力施設Ｎの地下水の放射能汚染を防止する目的で、この筒状構造物１の通路内に地下水の流路を形成することとしてもよい。
【０１２１】
　このように、筒状構造物１の設置される地中のそれぞれの箇所において、外部の放射線量に応じて、放射線を遮蔽可能な層を周壁に形成することにより、構造を必要以上に複雑

にすることなく、通路内の作業員Ｐの安全性を確保して、該筒状構造物１を例えば過酷な放射線状況下にある目的地点直下にまで設置でき、復旧作業を効率よく迅速に行うことができる。

【０１２２】

また、筒状構造物１を地中に設置する場合において、周壁の外部の地中に水分を保持させるための水分保持手段を備えることとしてもよい。

具体的に、前記水分保持手段として、例えば通路の内部から周壁の外部へ向けて液体を放出する液体放出管を用いることができる。液体放出管は、周壁を厚さ方向に貫通して設けられ、内部に液体窒素や水ガラス（ケイ酸アルカリガラスの水溶液）等の液体が流通されるとともに、該液体を周壁周囲の地中に放出可能とされる。そして、この液体放出管により、周壁の外部へ向けて、例えば液体窒素を放出して地中の水分を凍結させたり、水ガラスを放出して地中に水分を保持させることにより、該周壁まわりの地中における放射線遮蔽性を高めることができる。これにより、筒状構造物１の周壁の放射線遮蔽性のみならず、該周壁の外部の地中における放射線遮蔽性をも安定して確保でき、通路内の安全性がより向上する。

【０１２３】

またこの場合、周壁外部における地中の流体の流動が規制されるので、例えば汚染された地下水が筒状構造物１の周壁に到達するようなことが防止される。

尚、液体窒素を用いる場合には、筒状構造物１の周壁周囲のみならず、その延設方向の先端側の地中にも液体窒素を放出することにより、土壌や岩盤が凍結して、掘削をより効率よく安全に行うことができる。

また、水分保持手段として、前記液体放出管を用いる代わりに、例えば周壁の壁内に流路を形成するとともに、その一部を周壁外部に向けて開口したり、周壁の外面に管材を沿わせるように設けるとともに、通路の延在方向に間隔をあけて複数開口したりしてもよい。

【０１２４】

また、本発明の前述の実施形態で説明した構成要素を、適宜組み合わせても構わない。また、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、前述の構成要素を周知の構成要素に置き換えることも可能である。

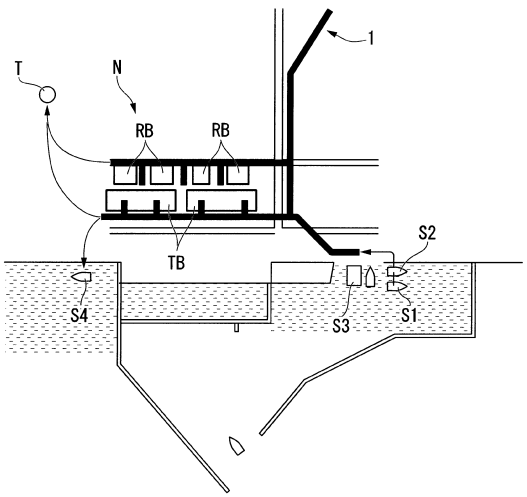
【符号の説明】

【０１２５】

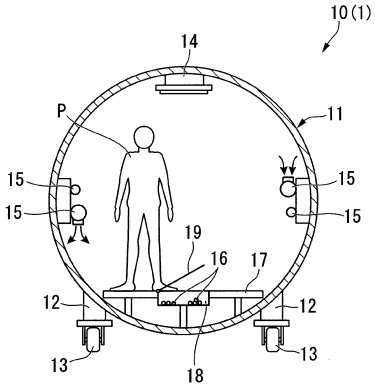
１　筒状構造物
１０、３０、４０　筒状体
２６　防護壁
７０　クレーンユニット（作業ユニット）
７１　搬入ユニット
７５　連結・繰り出しユニット（作業ユニット）
９０　デリッククレーンユニット（作業ユニット）
１１０　隔離ユニット
１２０　クレーン操作ユニット（操作ユニット、放射線量モニタリングユニット）
１４０　出入口ユニット
１５０　除染ユニット
１６０　通路ユニット
１８０　搬入・出入口ユニット（搬入ユニット、出入口ユニット）
１９０　給気側フィルタユニット（空気調整ユニット）
２００　排気側フィルタユニット（空気調整ユニット）
２１０　換気機械室ユニット（空気調整ユニット）
２３０　電気室ユニット（給電ユニット）
２６０　大型建設用クレーンユニット（作業ユニット）
２９０　トロリークレーンユニット（作業ユニット）

３００　マジックハンドユニット（作業ユニット）
３１０　溶接ユニット（作業ユニット）
３３０　シャワーユニット（作業ユニット）
Ｏ　開口部
ＲＢ　原子炉建屋（建屋）
ＴＢ　タービン建屋（建屋）

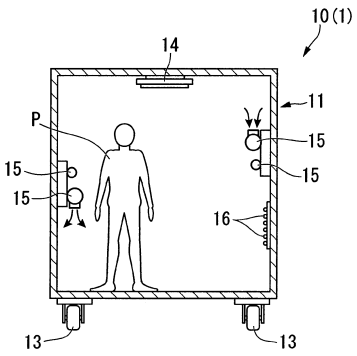
【図１】



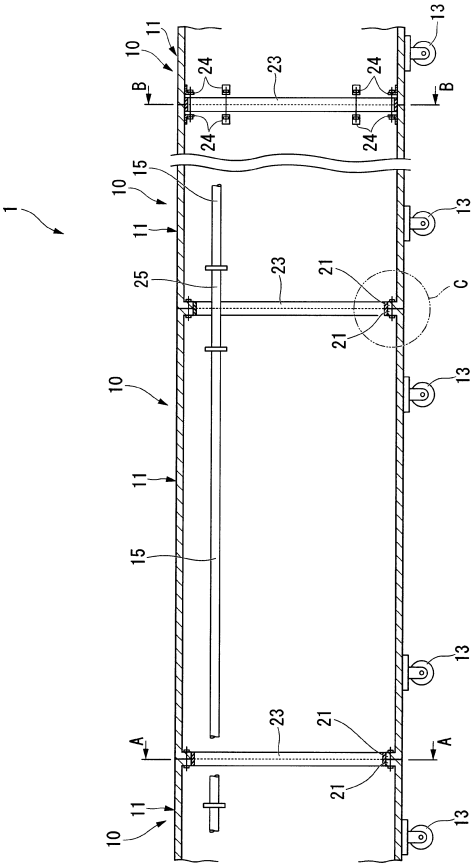
【図２】



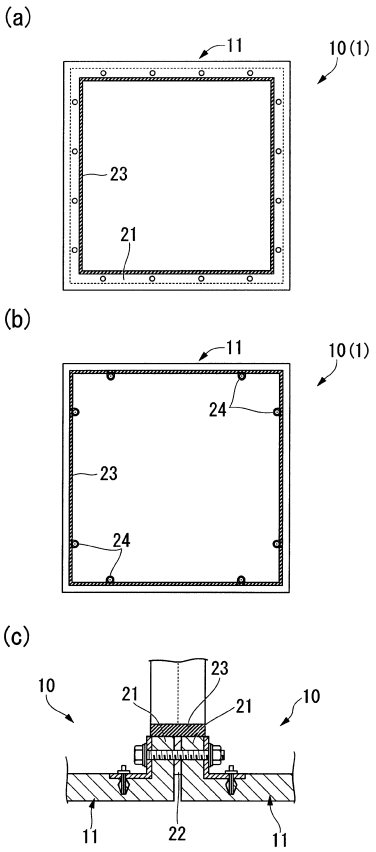
【図３】



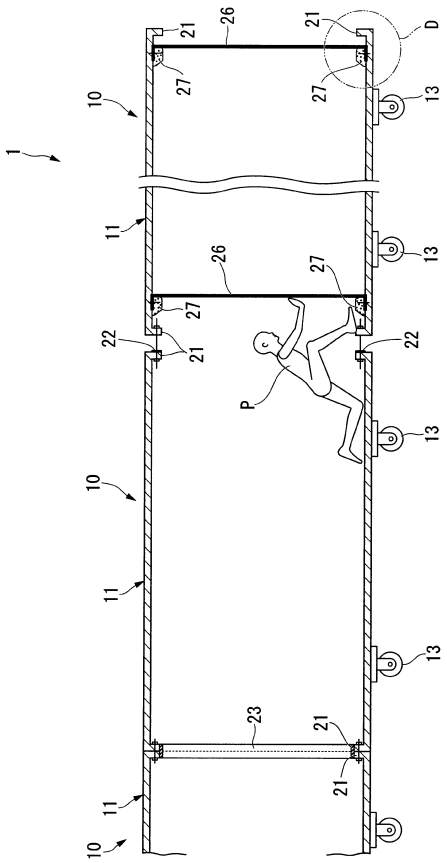
【図４】


1
10
11
13
15
21
22
23
24
25
A
B
C

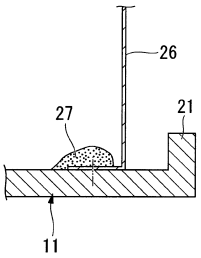
【図５】


(a)
(b)
(c)
10(1)
10
11
21
22
23
24

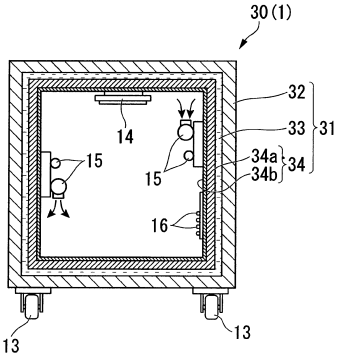
【図６】


1
10
11
13
21
22
23
26
27
D
P

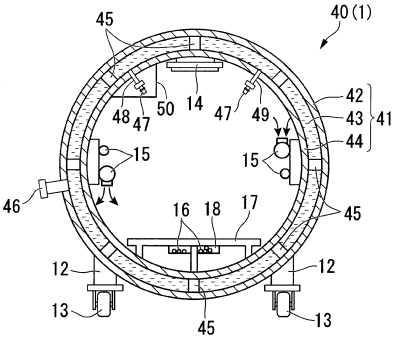
【図７】


11
21
26
27

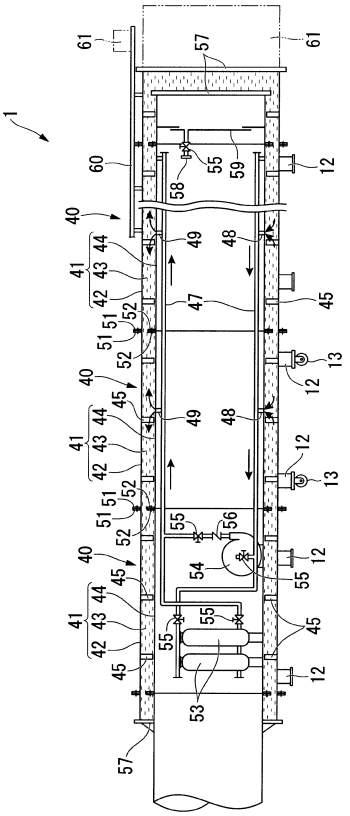
【図８】


13
14
15
16
30(1)
31
32
33
34
34a
34b

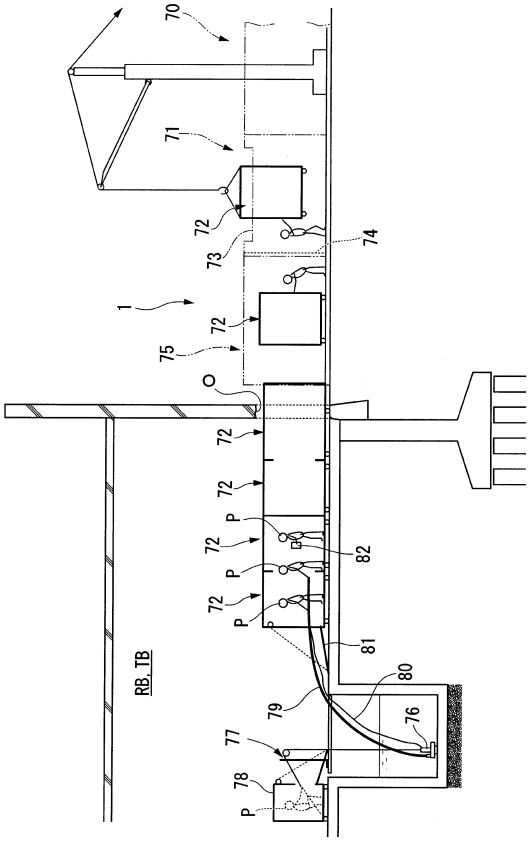
【図９】



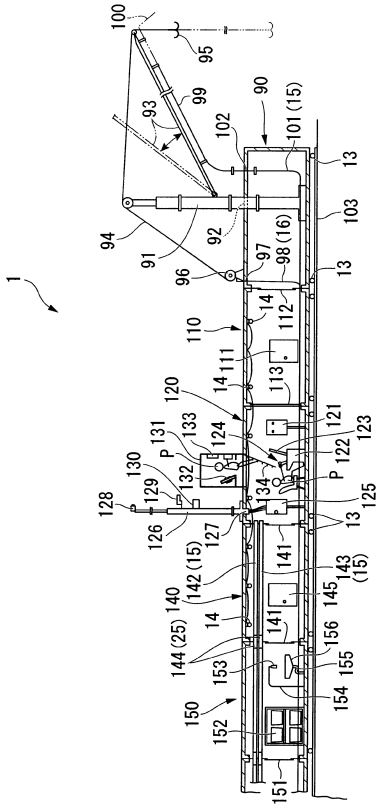
【図１０】



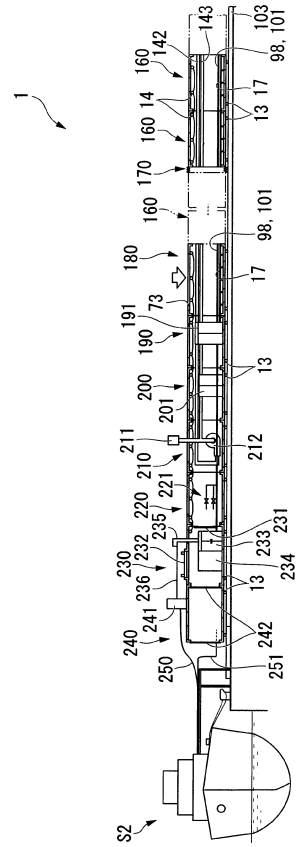
【図１１】



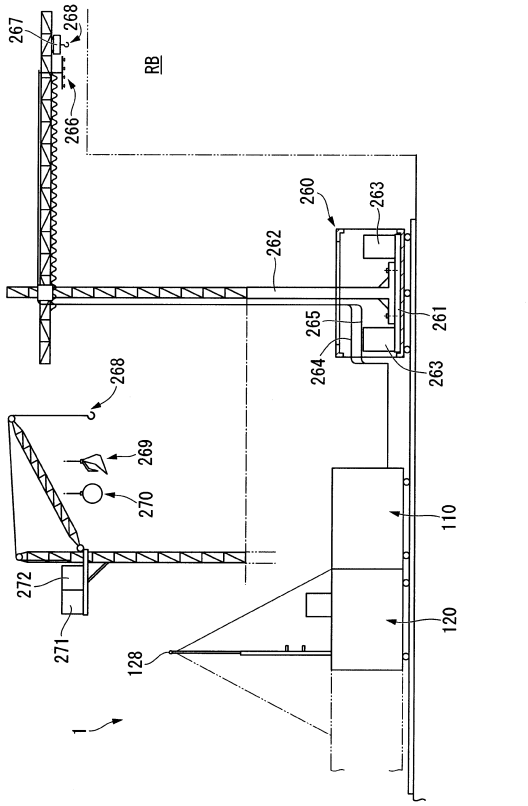
【図１２】



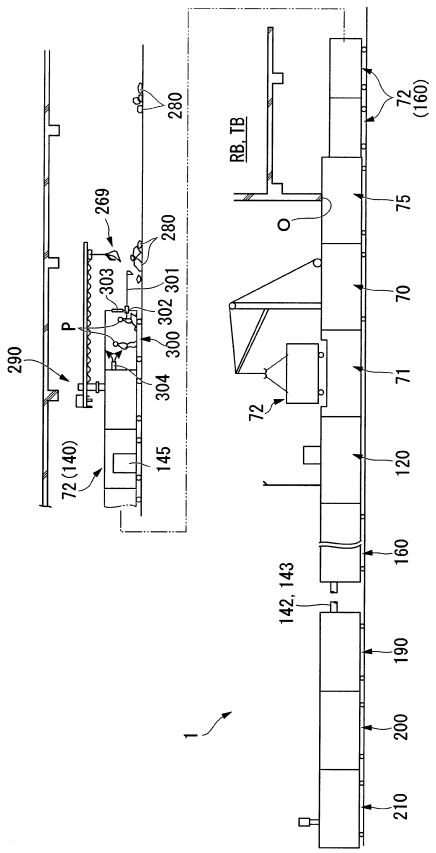
【図１３】



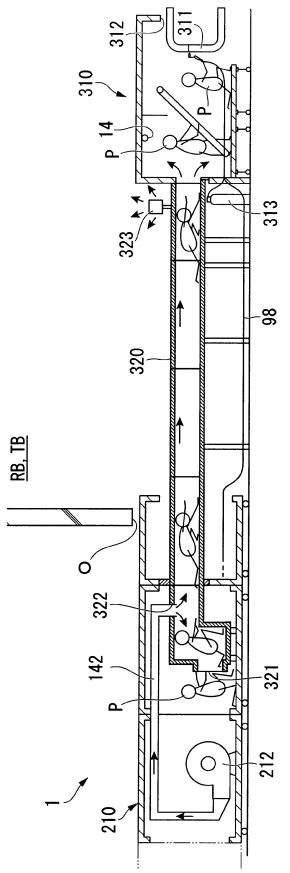
【図１４】



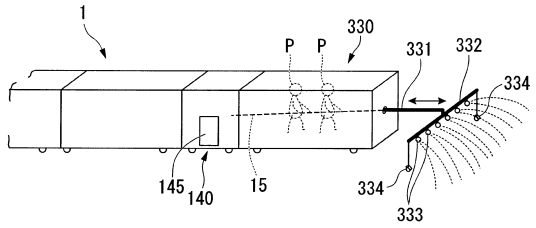
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(72)発明者　上原　正勝
兵庫県神戸市東灘区深江南町１丁目１５番２５－１０４号
(72)発明者　宮橋　一朗
東京都墨田区両国二丁目１０番１４号　石川島建材工業株式会社内
(72)発明者　池田　孝行
東京都墨田区両国二丁目１０番１４号　石川島建材工業株式会社内
(72)発明者　伊藤　孝三
東京都墨田区両国二丁目１０番１４号　石川島建材工業株式会社内

審査官　佐藤　美紗子

(56)参考文献　特開昭６４－００６４９６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｅ０４Ｈ　　９／００－９／１６
Ｅ２１Ｄ　　１／００－９／１４
Ｅ２１Ｄ　１１／００－１９／０６
Ｅ２１Ｄ　２３／００－２３／２６
Ｇ２１Ｆ　　１／００－７／０６