

(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2004-191377

(P2004-191377A)

(43) 公開日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl.⁷

G21C 9/004
G21C 13/00

F I

G21C 9/00 GDBB
G21C 13/00 R

テーマコード(参考)

2G002

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2003-409886(P2003-409886)
(22) 出願日 平成15年12月9日(2003.12.9)
(31) 優先権主張番号 10258354.4
(32) 優先日 平成14年12月12日(2002.12.12)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 501315289
フラマトム アンブ ゲゼルシャフト ミ
ット ベシュレンクテル ハフツング
ドイツ連邦共和国 デー-91058 エ
ルランゲン フライエスレーベンシュトラ
ーセ 1
(74) 代理人 100075166
弁理士 山口 巖
(72) 発明者 ヨハン メゼート
ドイツ連邦共和国 64807 ディーブ
ルク アム フォルスト 57
Fターム(参考) 2G002 AA03 BA01 CA02 DA01 EA02

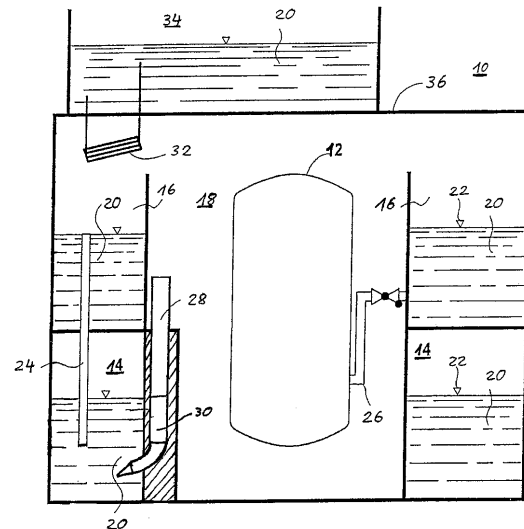
(54) 【発明の名称】 原子力設備のコンテインメント

(57) 【要約】

【課題】ドライウエル(18)と、サブプレッションチャンバ(14)と、ほぼ垂直に延びるベント管(28)とを備え、ベント管の上端がドライウエルに接続され、下端がサブプレッションチャンバにおける冷却液(20)内に浸かっている原子力設備のコンテインメント(10)を、事故発生時にサブプレッションチャンバの底および壁にかかる圧縮荷重がかなり減少するよう改良する。

【解決手段】ベント管の下端が湾曲部分(28c)と流出ノズル(28d)とを有し、湾曲部分が、その下端がサブプレッションチャンバにおける冷却液内に斜めに浸かるような湾曲角(28e)を有し、流出ノズル(28d)が、サブプレッションチャンバの底に向けて閉ざされた流出開口を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ドライウエル(18)と、サブプレッションチャンバ(14)と、垂直に延びるベント管(28)とを備え、ベント管(28)の上端がドライウエル(18)に接続され、下端がサブプレッションチャンバ(14)における冷却液(20)内に浸かっている原子力設備のコンテインメント(10)において、ベント管(28)の下端が湾曲部分(28c)と流出ノズル(28d)とを有し、湾曲部分(28c)が、その下端がサブプレッションチャンバ(14)における冷却液(20)内に斜めに浸かるような湾曲角(28e)を有し、流出ノズル(28d)が、サブプレッションチャンバ(14)の底に向けて閉ざされた流出開口を有することを特徴とする原子力設備のコンテインメント。

10

【請求項 2】

ベント管(28)の流出ノズル(28d)が、サブプレッションチャンバ(14)の底の側がサブプレッションチャンバ(14)の底と反対の側より長くされた管部材により形成されたことを特徴とする請求項 1 記載のコンテインメント。

【請求項 3】

ベント管(28)の湾曲部分(28c)の湾曲角(28e)が70~85°であり、湾曲部分(28c)の下端が、サブプレッションチャンバ(14)における冷却液(20)内に斜め下向きに浸かっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のコンテインメント。

【請求項 4】

湾曲部分(28c)の湾曲角(28e)が82°であることを特徴とする請求項 3 記載のコンテインメント。

20

【請求項 5】

ベント管(28)の主要部分がサブプレッションチャンバ(14)の壁(38)に埋設されたことを特徴とする請求項 1 から 4 の 1 つに記載のコンテインメント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は原子力設備のコンテインメントに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に、沸騰水形原子炉に対する革新的な建設・安全構想が開示されている。そこに記載された沸騰水形原子炉では、原子炉圧力容器をコンテインメントの中央に配置している。沸騰水形原子炉を緊急冷却するために、原子炉圧力容器の横に、密閉サブプレッションチャンバとその上に配置された水浸し系水槽を備えている。この水槽は、コンテインメントの原子炉圧力容器が配置された中央部に向けて開き、該部分と共にドライウエルを形成している。水浸し系水槽の上側、即ちドライウエル又はコンテインメントの上部に、所謂建屋凝縮器が配置されている。この凝縮器は、コンテインメントの上側に配置された冷却水槽内の冷却液に接続され、ドライウエルから熱を放出する機能を果たしている。

30

【0003】

建屋凝縮器の効率は、窒素や水素等の非凝縮性ガスの存在に敏感に反応し、非凝縮性ガスは建屋凝縮器の性能を悪くする。その水素は特に最大事故時に発生する。ドライウエル内に万一存在する蒸気の熱は、冷却水槽に放出せねばならない。水素はその小さな比重のためにドライウエルの上部に溜まり、建屋凝縮器の周囲で非凝縮性ガスの濃度が高まり、コンテインメント内の圧力を上昇させる。

40

【0004】

事故発生時にドライウエルから熱を放出する、即ちドライウエルから非凝縮性ガスを放出すべく、ドライウエルを、ベント管を経てサブプレッションチャンバに接続する構想は公知である。事故発生時にドライウエル内に存在する蒸気は、そのベント管を介して、非凝縮性ガスと共に、サブプレッションチャンバに送られる。ベント管がサブプレッションチャンバにおける冷却液内に通常数 m の深さで浸かっているため、蒸気は凝縮され、一緒に運ば

50

れた非凝縮性ガスだけが、サブレーションチャンバ内に留まる。

【0005】

かかる装置は例えば特許文献1で公知である。該文献1に記載のコンテインメントは、サブレーションチャンバと、ドライウエルと、ドライウエルの上部に配置された建屋凝縮器とを有し、更にドライウエルの上部から非凝縮性ガスをサブレーションチャンバ内に直接的経路で的確に導くべく、ドライウエルの上部をサブレーションチャンバに流れ技術的に接続するベント管を備えている。

【0006】

従来のベント管は主に垂直に延びる管から成り、その上端はドライウエルに接続され、下端はサブレーションチャンバの冷却液内に浸かっている。該ベント管は、通常約400 ~ 600 mmの直径を有し、その下端は管軸線に対し直角に切られている。この従来構造の場合、特に大きな流れ開口断面積において、空気ないし窒素が初めて溢流する際の水の押し出しと、溢流過程の最終近くにおける所謂「チャギング(Chugging)」とで、サブレーションチャンバの底並びに側壁を強く荷重する。チャギング時にその圧縮振幅は数パールとなり、チャギングに伴い発生する圧縮荷重が、コンテインメントの建屋構造物に対し設計基準となる。

【特許文献1】独国特許第19809000号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、原子力設備のコンテインメントを、事故発生時にサブレーションチャンバの底および壁にかかる圧縮荷重がかなり減少されるように、改良することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この課題は、本発明に基づき、垂直に延びるベント管の下端が湾曲部分と流出ノズルとを有し、湾曲部分が、その下端がサブレーションチャンバにおける冷却液内に斜めに浸かるような湾曲角を有し、流出ノズルが、サブレーションチャンバの底に向けて閉ざされた流出開口を有することで解決される。

【0009】

本発明は、空気や窒素が初めて溢流する際の水の押し出し中に、流出空気が本発明に基づいて形成された流出ノズルからほぼ水平に流出するのに伴い広い床面積に分配される故、サブレーションチャンバの底と壁に小さな圧縮荷重しかかからないという考えから出発する。チャギング発生時、僅かな蒸気質量流が流出し、サブレーションチャンバ内に蒸気泡が形成された際、流出ノズルからの流出面が特に冷却液で閉じられている故、サブレーションチャンバ壁の動的圧縮荷重は著しく減少する。これに対し従来の形態では全管断面が常に開いている。本発明者は試験の結果、サブレーションチャンバの底や壁に加わる圧縮荷重が、通常構造のベント管を利用する場合に比べかなり減少することを確認した。

【0010】

本発明の有利な実施態様では、流出ノズルは、サブレーションチャンバの底の側がサブレーションチャンバの底と反対の側より長くされた管部材により形成され、この結果チャギング中に気泡の急激な衰弱に伴い大きな圧力変化が生ずる蒸気と水との局所的な混合領域が、サブレーションチャンバの底に対して遮蔽される。更に、湾曲部分の湾曲角は、好適には約70 ~ 85°、特に約82°であり、これに伴い湾曲部分の下端は、サブレーションチャンバにおける冷却液内に斜め下向きに浸かっている。

【0011】

本発明の有利な実施態様では、ベント管の主要部分をサブレーションチャンバの壁に埋設する。かくしてサブレーションチャンバ壁は、ベント管に生ずる全ての力を受け止め、ベント管が万一破損した際に補助的な保護を保証する。更に、この結果従来でサブレーションチャンバ内に露出して設けていたベント管に対する高価な保持構造物が不要になる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0012】

本発明による利点は、サブレーションチャンバの底や壁への圧縮荷重に関し、非常に良好な結果をもたらすベント管の全く新しい流出幾何学形状を提供できることにある。特殊形状の流出ノズルを備え、サブレーションチャンバの冷却液内に斜めに浸かったベント管により、広い床面積へのほぼ水平の流出が生じ、流出面積が専ら冷却液で塞がれる。かくして、沸騰水形原子炉の事故発生時に初めに水が押し出される間とチャギング中に、サブレーションチャンバの底および壁にかなり小さな圧縮荷重しか加わらない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下図を参照し、本発明の有利な実施例を詳細に説明する。

10

【実施例1】

【0014】

まず、図1と2を参照し、本発明の有利な実施例に係わるコンテインメントの構造を詳細に説明する。次に図3Aと3Bを参照し、本発明のベント管を用いた際にサブレーションチャンバの底にかかる圧縮荷重を、従来のベント管を利用した場合と比べて説明する。

【0015】

図1において、密閉コンテインメント(格納容器)10の中央に原子炉圧力容器12が配置されている。コンテインメント10内において、原子炉圧力容器12の横に、サブレーションチャンバ14とその上に配置された水浸し系水槽16が設けられている。水浸し系水槽16は、コンテインメント10の内室に向けて上向きに開口している。その内室は

20

【0016】

ドライウエル18とも呼ばれ、水浸し系水槽16と共に共通の圧力室を形成している。サブレーションチャンバ14と水浸し系水槽16は、夫々部分的に冷却液20、特に水で充填レベル22迄満たされている。水浸し系水槽16の最大充填レベル22は、オーバーフロー管24の上端で定まる。オーバーフロー管24は水浸し系水槽16をサブレーションチャンバ14に接続し、サブレーションチャンバ14の冷却液20内に開口している。この結果、冷却液20は最大充填レベル22の超過時、水浸し系水槽16からサブレーションチャンバ14に流出する。更に、水浸し系水槽16は、水浸し管26を経て原子炉圧力容器12に接続され、緊急時原子炉圧力容器12に十分な冷却液20を供給する。

【0017】

サブレーションチャンバ14はドライウエル18に対し密封されている。サブレーションチャンバ14は1つ又は複数のベント管28だけでドライウエル18と連通している。ベント管28はサブレーションチャンバ14における冷却液20内に浸かり、従ってサブレーションチャンバ14とドライウエル18との間で気体交換は行われぬ。緊急時に、ベント管28はその中の水柱30により閉じられ、事故発生時のみ、ドライウエル18の圧力が上昇した際、蒸気が凝縮すべくベント管28を経てサブレーションチャンバ14内に流入する。次に図2を参照し、ベント管28の詳細な構造と機能を詳述する。

30

【0018】

図1の左半部で、コンテインメント10、従ってドライウエル18の上部に、建屋凝縮器32が配置されている。該凝縮器32は熱交換管付きの熱交換器として形成され、コンテインメント10の外で、その天井36上に配置された冷却水槽34に流れ技術的に接続されている。建屋凝縮器32はコンテインメント10の内部における雰囲気から熱を吸収して冷却水槽34に導き、その結果、コンテインメント10から熱が外気に放出される。

40

【0019】

事故発生時に、例えばコンテインメント10内における蒸気管が破損し、それに伴って蒸気がコンテインメント10内に漏出した場合、或いは冷却材が喪失した場合、コンテインメント10内における温度および圧力が増大する。図1では建屋凝縮器32および水浸し管26付き水浸し系水槽16しか示されていない種々の緊急冷却装置を介して、コンテインメント10内における事故発生時の最終圧力が、確実に許容限界値を超過しないようにされている。これは、まず第1に、蒸気の冷却および凝縮によって達成される。この場

50

合、コンテインメント 10 から熱を外に放出する建屋凝縮器 32 が重要な働きをする。

【0020】

事故の経過中に、事情によっては、例えば水素或いは空気や窒素などの不活性ガスのような非凝縮性ガスが発生される。この非凝縮性ガスは、コンテインメント 10 の上部に、即ちドライウエル 18 の上部に溜まり濃くなる。その非凝縮性ガスは、ドライウエル 18 の上部に集まり、コンテインメント 10 内における圧力を上昇させる。ドライウエル 18 における圧力が所定の圧力に達した際、蒸気が非凝縮性ガスと共に、ベント管 28 を通って、その中の水柱 30 の圧力に打ち勝って、サブプレッションチャンバ 24 内に流入する。一緒に運ばれた蒸気は、サブプレッションチャンバ 14 内で冷却され、凝縮され、他方、非凝縮性ガスはサブプレッションチャンバ 14 内に留まる。

10

【0021】

原則的に非凝縮性ガスは、これが建屋凝縮器 32 の熱交換性を著しく低下させる故、建屋凝縮器 32 の効率を悪くする。建屋凝縮器 32 は、非凝縮性ガスが存在する場合、存在しない場合に比べ、冷却水槽 34 内の蒸気からの単位時間および単位面積毎の吸収熱が非常に少ない。この非凝縮性ガスがベント管 28 を経て建屋凝縮器 32 の周囲から排出されるため、建屋凝縮器 32 は飽和蒸気に対し設計できる。従って建屋凝縮器 32 は、非凝縮性ガスが存在する場合に十分な熱の放出のために必然的に必要な特殊な形状の広い伝熱面が不要となる。従って、建屋凝縮器 32 は、単純、コンパクト且つ安価に形成できる。

【0022】

次に図 2 の概略図を参照して、サブプレッションチャンバ 14 に通じる本発明に基づくベント管 28 の構造とその機能について詳細に説明する。

20

【0023】

事故の発生に伴いドライウエル 18 内の圧力が上昇した際、該ドライウエル 18 から非凝縮性ガスと共に蒸気がベント管 28 を経てサブプレッションチャンバ 14 に流入する。この際、従来のベント管、即ち垂直に伸び下端を管軸線に対し直角に切ったベント管を用いると、図 3 B に示す如く、サブプレッションチャンバ 14 の底と壁に、空気の溢流開始時に水を押し出す際、2 パール迄の圧力がかかり、所謂「チャギング (Chugging)」時、即ち空気溢流過程の終了近くでサブプレッションチャンバ 14 内に蒸気泡が生じた際、10 パール迄の圧力がかかる。前記チャンバ 14 の底と壁へのこの大きな圧縮荷重を減少すべく、本発明に基づくコンテインメント 10 のベント管 28 は、次のように構成されている。

30

【0024】

ベント管 28 は垂直に伸びる主要部分 28 a を有し、その上端にドライウエル 18 の内部に位置する流入開口 28 b を備えている。ベント管 28 の垂直部分 28 a の下端に、湾曲部分 28 c が続く。該部分 28 c は、好適には約 70 ~ 85 °、特に約 82 ° の曲率角 28 e を持つ湾曲管部分である。ベント管 28 はこの部分 28 c により、サブプレッションチャンバ 14 における冷却液 20 の充填レベルの下側で、冷却液中に僅か斜め下向に突出している。湾曲部分 28 c の下端に、流出ノズル 28 d があり、該ノズル 28 d は、図示の実施例では、サブプレッションチャンバ 14 の底の側における長さがサブプレッションチャンバ 14 の底と反対側における長さよりかなり長い真っ直ぐな管部分からなっている。

【0025】

ベント管 28 がこのように湾曲部分 28 c と特別な流出ノズル 28 d を備えることで、事故発生時、それに続く水の押し出し中と後続のチャギング中に、サブプレッションチャンバ 14 の底と壁にかなり低い圧縮荷重しかかからないことが予期される。これは実験により、その結果が図 3 A の線図で示すように確認されている。発生する圧縮荷重は、全時間にわたり、約 1 パールより低い範囲にある。即ち従来のベント管の場合における最初の最大 2 パールおよび最終近くの 10 パール迄の圧縮荷重 (図 3 B 参照) よりかなり低い。

40

【0026】

従来のコンテインメント 10 と異なり、ベント管 28 はまたサブプレッションチャンバ内に保持構造物によって保持されていない。その代わり、ベント管 28 の主要部、特に垂直に伸びる部分 28 a と湾曲部分 28 c の大部分が、サブプレッションチャンバのコンクリー

50

ト壁に埋設されている。この結果、サプレッションチャンバ14の壁38は、ベント管に生ずる全ての力を受け止め、万一ベント管28が破損した際に補助的に保護する。

【0027】

全体として本発明は、従来のベント管の場合よりもサプレッションチャンバの底および壁にかなり低い圧縮荷重しか与えないベント管を有する原子力設備のコンテインメント10を提供する。この結果、コンテインメントの安全性が高まり、コンテインメントの建屋構造物についての要件が緩和される。

【産業上の利用可能性】

【0028】

以上、本発明の有利な実施例について説明したが、本発明は、勿論、当該技術者によって、種々に変更された形態で実施でき、その形態も本発明の従属請求項で規定された保護範囲にある。特に、流出ノズルの形成は、上述した両側面の長さが異なった真っ直ぐな管による形成に限定されない。流入ノズルの形成にとって重要なことはただ、流出ノズルによって得られるベント管を通して流れる媒体の流出作用にある。更に、垂直の主要部分と湾曲部分と流出ノズルとから成るベント管は、一体で構成されるか、或いは別個に作られ続いて互いに気密に結合される複数の部品から構成される。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明に基づく沸騰水形原子炉のコンテインメントの概略断面図。

【図2】コンテインメントのサプレッションチャンバおよびベント管の詳細断面図。

20

【図3A】事故発生時にサプレッションチャンバの底にかかる圧縮荷重の測定結果を表す線図。

【図3B】従来通常のベント管を利用した場合の事故発生時においてサプレッションチャンバの底にかかる圧縮荷重の測定結果を表す線図。

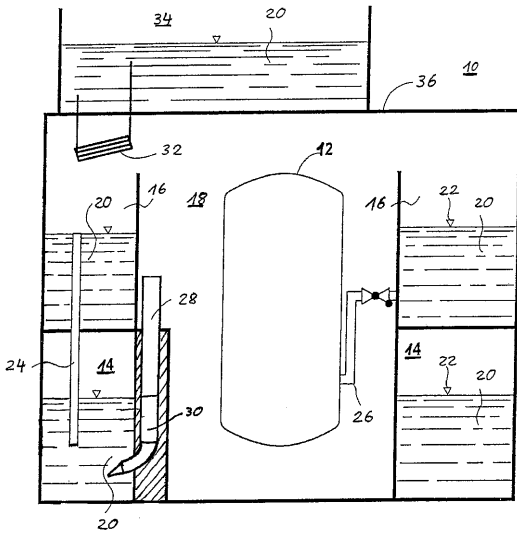
【符号の説明】

【0030】

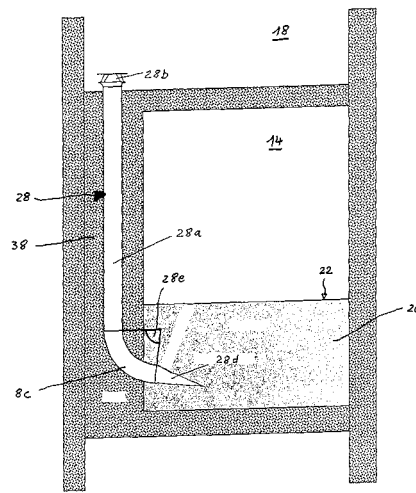
10 コンテインメント、12 原子炉圧力容器、14 サプレッションチャンバ、16 水浸し系水槽、18 ドライウエル、20 冷却液、22 充填レベル、24 オーバーフロー管、26 水浸し管、28 ベント管、28a ベント管の主要部分、28b ベント管の流入開口、28c 湾曲部分、28d 流出ノズル、28e 湾曲角、30 水柱、32 建屋凝縮器、34 冷却水槽、36 コンテインメントの天井、38 サプレッションチャンバのコンクリート壁

30

【 図 1 】

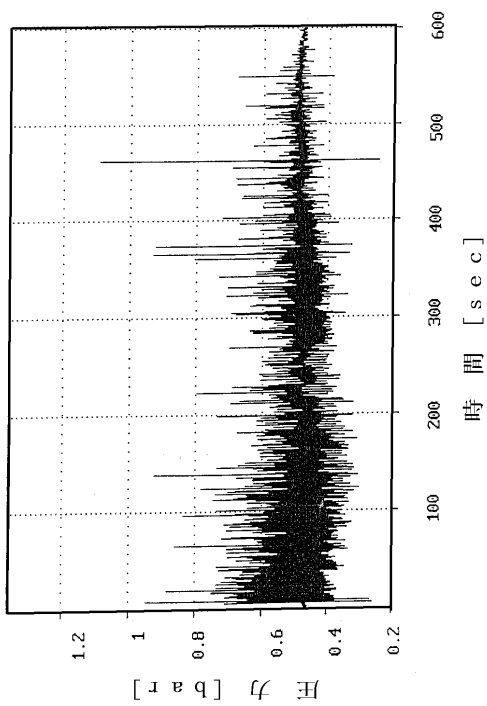


【 図 2 】



【 図 3 A 】

本発明に基づくベント管を利用した場合に、サブプレッションチャンバの底にかかる圧力



【 図 3 B 】

従来のベント管を利用した場合に、サブプレッションチャンバの底にかかる圧力

