

2.8 原子炉格納容器ガス管理設備

2.8.1 基本設計

2.8.1.1 設置の目的

原子炉格納容器ガス管理設備は、原子炉格納容器内気体の抽気・ろ過等によって、環境へ放出される放射性物質の濃度及び量を達成できる限り低減することを目的とする。また、未臨界状態、水素濃度等の監視のため、原子炉格納容器内のガスを抽気することを目的とする。

2.8.1.2 要求される機能

- (1) 環境へ放出される放射性物質の濃度及び量を達成できる限り低減できること。
- (2) 未臨界状態、水素濃度等の監視のため、原子炉格納容器内のガスの抽気ができること。
- (3) 当該設備内及び放出口近傍において、不活性雰囲気を維持できること。

※：未臨界状態、水素濃度等の監視については、原子炉圧力容器内・原子炉格納容器内監視計測器（Ⅱ.2.9 参照）に、放射性物質濃度及び量の監視については放射線管理関係設備（Ⅱ.2.15 参照）に各々記載。

2.8.1.3 設計方針

(1) 放射性物質の放出抑制及び管理機能

原子炉格納容器の隔離機能または抽気機能によって、想定される事象に対して、環境へ放出される放射性物質の濃度及び量を達成できる限り低減できる設計とする。

(2) 不活性雰囲気の維持機能

原子炉格納容器ガス管理設備は、当該設備内及び放出口近傍において、不活性雰囲気を維持できる機能を有する設計とする。

(3) 構造強度

原子炉格納容器ガス管理設備は、材料の選定、製作及び検査について、適切と認められる規格及び基準によるものとする。

(4) 多重性又は多様性及び独立性

原子炉格納容器ガス管理設備のうち動的機器、フィルタ及び駆動電源は、多重性又は多様性及び独立性を備え、定期的に機能確認が行える設計とする。

(5) 異常時の対応機能

外部電源が利用できない場合においても放射性物質の放出抑制機能を継続できる設計とする。また、地震、津波等の発生を考慮しても、放射性物質の放出抑制機能

が再開可能である設計とする。

(6) 原子炉格納容器に接続する配管に対する考慮

原子炉格納容器に接続する原子炉格納容器ガス管理設備の配管は、水素爆発により、原子炉格納容器に影響を与えないよう、適切に対応するものとする。

(7) 火災防護

火災の早期検知に努めるとともに、消火設備を設けることで初期消火を行い、火災により安全性を損なうことのないようにする。

2.8.1.4 供用期間中に確認する項目

- (1) 排気ファンが運転しており、原子炉格納容器内のガスが抽気されていること。
- (2) フィルタユニットの前後差圧に異常がないこと。

2.8.1.5 主要な機器

(1) 原子炉格納容器ガス管理設備

原子炉格納容器ガス管理設備は、排気ファン、除湿機（1号機：空調機，2・3号機：放熱器），電気ヒータ，フィルタユニット及び流量計等で構成され，原子炉格納容器よりガスを抽気し，フィルタユニットにより放射性物質を除去した後に，一部のガスをタービン建屋脇より大気へ放出する。残りの大部分のガスは，再循環し，再びフィルタユニットを通る。フィルタの湿分対策として，除湿機等により抽出ガス中の水蒸気を凝縮・分離させ，電気ヒータにより相対湿度を低下させる。

原子炉格納容器ガス管理設備によるガス抽出がない場合は，原子炉圧力容器及び原子炉格納容器への窒素封入量分は原子炉格納容器から漏えいしている。一方，原子炉格納容器ガス管理設備からの放出放射エネルギーは，ガス抽出量に比例する。したがって，原子炉格納容器ガス管理設備は，窒素封入量と同程度のガスを抽気することで原子炉格納容器からの大気へ放射性物質の直接の漏えいを抑制するとともに，抽出したガスの放射性物質濃度を 1/100 以下にして放出することで，環境に放出される放射性物質の濃度及び量を低減させることができる。

原子炉格納容器ガス管理設備の動的機器及びフィルタユニットは，1系列 100%容量を 2系列とすることで，多重性を有する設計とする。

(2) 電源

動的機器及びフィルタユニットは 2系統を有し，各々異なる系統の所内高圧母線から受電することとする。また，外部電源喪失の場合でも，非常用所内電源から電源を供給することでいずれかの系統が運転可能な構成とする。

(3) 放射性物質除去設備

放射性物質除去設備は、フィルタユニットに取り付けられた高性能粒子フィルタ（HEPA フィルタ）により、セシウム等の粒子状の放射性物質を捕獲する。なお、気体状の放射性物質（希ガス）は、セシウム等の粒子状物質と比べて影響が小さいため、放射能の減衰設備は設けていない。

また、弁開閉操作により、フィルタユニット廻りの再循環量を変更することにより、大気へ放出する放射性物質の濃度を低減できるものとする。

(4) その他

原子炉格納容器ガス管理設備は、窒素を注入できる構成とし、水素濃度が2.5%以上となった場合には、窒素の封入、設備の停止、隔離等の適切な対応をとることとする。原子炉格納容器ガス管理設備の配管等の枝管は、「BWR 配管における混合ガス（水素・酸素）の燃焼による配管損傷防止に関するガイドライン（第3版）」（一般社団法人 日本原子力技術協会）を参考に、水平下り勾配とする等、水素の滞留を防止する。

また、当該設備内に予備座を設けることにより、気体の採取ができる構成とする。

2.8.1.6 自然災害対策等

(1) 津波

津波により、万が一、原子炉格納容器ガス管理設備の複数の系統や機器の機能が同時に喪失した場合には、当該設備の停止、隔離、巡視点検を行い、速やかに機器等の復旧を行う。原子炉格納容器ガス管理設備は、設備停止後は速やかに対応し運転を再開させる。

(2) 火災

現場盤等からの火災が考えられることから、初期消火の対応ができるよう近傍に消火器を設置することとする。

2.8.1.7 構造強度及び耐震性

(1) 構造強度

a. 基本方針

原子炉格納容器ガス管理設備は、既設設備に該当する系統は無いが、その用途から、換気空調系に類似すると考える。当該設備は、技術基準に定められた内包する流体の放射性物質の濃度が $37\text{mBq}/\text{cm}^3$ 以上に該当することから、排気ファン等の機器についてはクラス3機器相当、配管・ダクト等については放射線管理設備に属するダクトとしてクラス4配管相当と位置付けられる。

クラス3機器及びクラス4配管の構造・強度は、「JSME S NC-1 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（以下、設計・建設規格という）」で規定されるものであるが、設計・建設規格は、鋼材を基本とした要求事項を設定したものであり、非金属材料についての基準がない。従って、鋼材を使用している主要設備については、設計・建設規格のクラス3機器相当やクラス4配管相当での評価を行い、非金属材料等については、当該設備が JIS や独自の製品規格等を有している場合や、試験等を実施した場合はその結果などを活用できるものとし、評価を行う。また、溶接部については、耐圧試験、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい等のないことをもって評価を行う。

b. 主要設備の構造強度

(a) 排気ファン

排気ファンは、材料証明書がなく設計・建設規格におけるクラス3機器相当の要求を満足するものではないが、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認することで、必要な構造強度を有するものと評価する。

(b) フィルタユニット

フィルタユニットは、材料証明書がなく設計・建設規格におけるクラス3機器相当の要求を満足するものではないが、耐圧試験、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認することで、必要な構造強度を有するものと評価する。

(c) 除湿機

除湿機は、原子炉格納容器ガス管理設備内ガスを通気する放熱器について評価する。放熱器は、材料証明書がなく設計・建設規格におけるクラス3機器相当の要求を満足するものではないが、耐圧試験、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認することで、必要な構造強度を有するものと評価する。

(d) 配管類（鋼管、鋼板ダクト、ダクトホース、フレキシブルホース）

配管類は、材料証明書がなく設計・建設規格におけるクラス4配管相当の要求を満足するものではないが、系統機能試験等を行い、有意な変形や漏えい、運転状態に異常がないことを確認することで、必要な構造強度を有するものと評価する。

(2) 耐震性

a. 基本方針

原子炉格納容器ガス管理設備は、既設設備に該当する系統が無いが、その用途から、換気空調系であるCクラス相当と位置付けられることから、一般構造物と同等の耐震性を有する設計とする。

b. 主要設備の耐震構造

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」等を準用し、静的震度 (1.2Ci) に基づく主要機器の転倒等の評価を行い、Cクラス相当の耐震性を有するものと評価する。この他、フレキシビリティを有する材料を用いるなどして耐震性を確保する。

2.8.1.8 機器の故障への対応

2.8.1.8.1 機器の単一故障

(1) 排気ファン、フィルタユニット等の故障

排気ファン、フィルタユニット等の機器が故障した場合は、予備機への切替を行う。

(2) 電源喪失

原子炉格納容器ガス管理設備の電源は多重化されており、受電中の電源が喪失した場合には他系統の電源に切替えを行う。

(3) 配管類の損傷

配管類が損傷した場合については、排気ファンの上流は負圧であること及びフィルタユニットが排気ファンの上流側に設置されていることから、放射性物質の濃度の高いガスの系統外への漏えいの可能性は低い。

配管類の損傷が大きく復旧が困難な場合は、原子炉格納容器ガス管理設備を停止し、速やかに配管類の取替を行う。

2.8.1.8.2 複数の設備が同時に機能喪失した場合

地震、津波により、万が一、原子炉格納容器ガス管理設備の複数の系統や機器の機能が同時に喪失した場合には、当該設備の停止、隔離、巡視点検を行い、速やかに機器等の復旧を行う。原子炉格納容器ガス管理設備は、設備停止後は速やかに対応し運転を再開させる。

2.8.2 基本仕様

2.8.2.1 1号機 主要仕様

(1) 排気ファン (完成品)

種 類	遠心式
容 量	250 m ³ /h (1台あたり)
台 数	2
負荷容量	3.7 kW (1台あたり)

(2) フィルタユニット

種 類	高性能粒子フィルタ
効 率	単体 99.97% (粒径 0.3 μm) 以上 総合 99.9% (粒径 0.3 μm) 以上
基 数	4

(3) 凝縮配管室空調機

冷却能力	28 kW (1台あたり)
台 数	4
負荷容量	A系 15.5 kW (1台あたり) B系 15.8 kW (1台あたり)

(4) 電気ヒータ

種 類	電気式
容 量	約 4 kW (1台あたり)
台 数	2
負荷容量	4 kW (1台あたり)

(5) 流量計

種 類	オリフィス式
計測範囲	0~40 m ³ /h
台 数	1

表 2. 8 - 1 1号機 主要配管仕様

名 称	仕 様	
【1号機 原子炉格納容器ガス管 理設備】 (鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A／Sch. 40 100A／Sch. 40 80A／Sch. 40 50A／Sch. 80 25A／Sch. 80 STPT370 0.35 MPa 100 °C
(鋼管)	呼び径／厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	150A／Sch. 40 STPT410 0.35 MPa 100 °C

2.8.2.2 2号機 主要仕様

(1) 排気ファン (完成品)

種 類	遠心式
容 量	1000 m ³ /h (1 台あたり)
台 数	2
負荷容量	5.5 kW (1 台あたり)

(2) フィルタユニット

種 類	高性能粒子フィルタ, 活性炭フィルタ
効 率	単体 (HEPA) 99.97% (粒径 0.3 μm) 以上, (活性炭) 99% (I ₂ ガス) 以上 総合 99% (粒径 0.3 μm) 以上
基 数	2

(3) 放熱器

種 類	空冷式
容 量	24.94 kW (1 基あたり)
材 料	銅チューブ (C1220T)、アルミフィン
基 数	4
負荷容量	0.4 kW (1 基あたり)

(4) 電気ヒータ

種 類	電気式
容 量	1.95 kW/h (1 台あたり)
台 数	2
負荷容量	2 kW (1 台あたり)

(5) 流量計

種 類	超音波式
計測範囲	2.5~150 m ³ /h
台 数	2
負荷容量	電池式

表 2. 8 - 2 2号機 主要配管仕様

名 称	仕 様	
【2号機 原子炉格納容器ガス管理設備】 (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	250A/Sch. 20S 250A/Sch. 10S 200A/Sch. 20S 125A/Sch. 20S 125A/Sch. 10S 50A/Sch. 20S SUS304TP 1.0 MPa 180 °C
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125Su SUS304TPD 1.0 MPa 180 °C
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 20A SGP 1.0 MPa 180 °C
(ダクト)	外径 肉厚 材質 最高使用圧力 最高使用温度	260.0 mm 角 5.0 mm SUS304 5.8 kPa 180 °C
(ダクト)	外径 肉厚 材質 最高使用圧力 最高使用温度	257.8 mm 角 1.4 mm 合成ゴム 5.2 kPa 100 °C
(フレキシブルチューブ)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A 相当 SUS304 1.0 MPa 95 °C
(ダクトホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	250A 相当 合成ゴム 5.2 kPa 100 °C
(ダクトホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	60A 相当 テフロン 5.2 kPa(100°Cにおいて) 100 °C

2.8.2.3 3号機 主要仕様

(1) 排気ファン (完成品)

種 類	遠心式
容 量	1000 m ³ /h (1 台あたり)
台 数	2
負荷容量	5.5 kW (1 台あたり)

(2) フィルタユニット

種 類	高性能粒子フィルタ, 活性炭フィルタ
効 率	単体 (HEPA) 99.97% (粒径 0.3 μm) 以上, (活性炭) 99% (I ₂ ガス) 以上 総合 99% (粒径 0.3 μm) 以上
基 数	2

(3) 放熱器

種 類	空冷式
容 量	24.94 kW (1 基あたり)
材 料	銅チューブ (C1220T)、アルミフィン
基 数	4
負荷容量	0.4 kW (1 基あたり)

(4) 電気ヒータ

種 類	電気式
容 量	1.95 kW/h (1 台あたり)
台 数	2
負荷容量	2 kW (1 台あたり)

(5) 流量計

種 類	超音波式
計測範囲	2.5~150 m ³ /h
台 数	2
負荷容量	電池式

表 2. 8 - 3 3号機 主要配管仕様

名 称	仕 様	
【3号機 原子炉格納容器ガス管理設備】 (鋼管)	呼び径/厚さ 材質 最高使用圧力 最高使用温度	250A/Sch. 20S 250A/Sch. 10S 200A/Sch. 20S 125A/Sch. 20S 125A/Sch. 10S 50A/Sch. 20S SUS304TP 1.0 MPa 180 °C
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125Su SUS304TPD 1.0 MPa 180 °C
(鋼管)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	50A, 20A SGP 1.0 MPa 180 °C
(ダクト)	外径 肉厚 材質 最高使用圧力 最高使用温度	260.0 mm 角 5.0 mm SUS304 5.8 kPa 180 °C
(ダクト)	外径 肉厚 材質 最高使用圧力 最高使用温度	257.8 mm 角 1.4 mm 合成ゴム 5.2 kPa 100 °C
(フレキシブルチューブ)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	125A 相当 SUS304 1.0 MPa 95 °C
(ダクトホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	250A 相当 合成ゴム 5.2 kPa 100 °C
(ダクトホース)	呼び径 材質 最高使用圧力 最高使用温度	60A 相当 テフロン 5.2 kPa(100°Cにおいて) 100 °C

2.8.3 添付資料

添付資料—1 系統概略図

添付資料—2 構造強度及び耐震性について

添付資料—3 原子炉格納容器ガス管理設備からの放出放射エネルギーについて

添付資料—4 原子炉格納容器ガス管理設備に係る確認事項