

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0168
提出年月日	平成29年7月31日

## 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

格納容器ベントの一旦停止に係る考え方について

平成29年7月

東京電力ホールディングス株式会社

d. 格納容器ベント停止操作

格納容器ベント停止判断には下記の2つがある。

(a) 炉心損傷前ベント実施中に炉心損傷の徴候が確認された場合

炉心損傷前ベント実施中に、炉心損傷の徴候が確認された場合は格納容器ベントを一旦停止する。格納容器ベントを一旦停止する前には、格納容器ベントで使用する格納容器隔離弁の動作確認及び格納容器冷却設備または除熱設備の状態確認を実施する。原子炉停止後の経過時間で炉心損傷後の放射性物質放出量は減少するが、環境中への放出量を低減させるための対応である。炉心損傷の徴候は、格納容器内雰囲気放射線モニタ又は原子炉水位計により確認する。

格納容器ベントの一旦停止操作は、一次隔離弁（サプレッション・チェンバ側／ドライウェル側）{T31-A0-F022/F019}を中央制御室からの遠隔操作又は二次格納施設外からの遠隔手動弁操作設備にて「全閉」する。

格納容器ベントを一旦停止した後は、原子炉格納容器限界圧力に到達しないように格納容器冷却または除熱を実施する。残留熱除去系による格納容器除熱機能及び格納容器可燃性ガス濃度制御機能が回復するまでは、過度な冷却による格納容器の負圧を防止し、格納容器内酸素濃度が可燃限界濃度に到達する前に格納容器圧力逃がし装置等を用いた可燃性ガス放出を実施する。

(b) 格納容器除熱機能等が回復した場合

格納容器ベント実施中に、格納容器圧力逃がし装置以外の格納容器除熱機能及び格納容器可燃性ガス濃度制御機能が回復し、原子炉格納容器の破損防止のため使用した格納容器圧力逃がし装置を停止できると判断した場合に、格納容器ベントを停止する。

具体的には、残留熱除去系又は代替循環冷却系による格納容器除熱機能が使用可能な状態になり、長期にわたり原子炉格納容器の冷却が可能であること、格納容器内雰囲気放射線モニタが使用可能な状態になり、格納容器内酸素／水素濃度測定が可能であること、及び可燃性ガス濃度制御系が使用可能な状態になり、原子炉格納容器内における水の放射線分解により発生する酸素ガス／水素ガスを可燃限界濃度に到達することなく制御が可能であることが確認された場合に、格納容器圧力逃がし装置以外の格納容器除熱機能の起動前若しくは起動操作直後に格納容器圧力逃がし装置を停止することができる。

格納容器ベントの停止操作は、一次隔離弁（サプレッション・チェンバ側／ドライウェル側）{T31-A0-F022/F019}、二次隔離弁{T31-M0-F070}又は二次隔離弁バイパス弁{T31-M0-F072}を、中央制御室か

らの遠隔操作又は二次格納施設外からの遠隔手動弁操作設備にて「全閉」する。

なお、残留熱除去系による格納容器除熱により原子炉格納容器が負圧になることを防止するため過度な冷却を実施しないように操作するとともに、不活性ガス系統からの窒素ガス供給を実施する。

格納容器ベント停止操作時に設備の故障が発生した場合については、一次隔離弁は「FC」であるため「全閉」すると考えられる。また、二次格納施設外から遠隔手動弁操作設備による操作により確実に「全閉」することができる。二次隔離弁は電動駆動弁であるため、駆動電源喪失時は二次格納施設外から遠隔手動弁操作設備による操作により「全閉」する。

## 別紙 47 炉心損傷前格納容器ベント中に炉心損傷の徴候が発生した場合について

炉心損傷前の格納容器ベント中において、原子炉注水設備の不具合等により炉心損傷の徴候が発生した場合は、格納容器ベントを一旦停止する運用としている。

この運用は、炉心損傷後の放射性物質の閉じ込めを目的とした操作であるが、格納容器ベントで使用する格納容器隔離弁の動作確認及び格納容器冷却または除熱設備の状態確認後に実施する方針である。

各確認項目について以下に示す

### (1) 格納容器ベントで使用する格納容器隔離弁の動作確認

格納容器ベントを停止した後、再度格納容器ベントが必要になった場合に、確実に開けられることを確認することが目的である。

格納容器隔離弁の駆動は、電動駆動、空気駆動及び人力駆動という多様性を持っているが、人力駆動以外は電源喪失等により操作不能になるため、動作確認としては人力駆動による操作が可能であることを確認する。

人力駆動による動作確認は以下の点を確認する。

- ・ 中央制御室から操作場所までのアクセスが可能であること
- ・ 伸縮継手による人力操作が可能であること

### (2) 格納容器冷却または除熱設備の状態確認

格納容器ベントを停止した後、格納容器スプレイ等による格納容器冷却または除熱が可能であることを確認することが目的である。

格納容器冷却または除熱は常設・可搬設備により実施することが可能であり、それらの設備が機能維持されていることを確認する。

格納容器冷却または除熱設備が機能維持されていることは以下の点を確認する

- ・ 常設・可搬設備本体が動作可能であること
- ・ 常設設備の電源等のサポート系が健全であること
- ・ 常設設備の水源確保および補給体制が確保されていること
- ・ 可搬設備の水源・給油体制が健全であること
- ・ 格納容器冷却を外部水源により実施する場合はサプレッション・チェンバ・プール水位が「真空破壊弁高さ」に到達していないこと

以上の2項目の確認を終えた後、格納容器ベントを一旦停止する。

以上

参考「格納容器ベントを継続した場合と一旦停止した場合の影響」

炉心損傷の徴候が発生した場合に、格納容器ベントを継続した場合と一旦停止した場合の影響を、以下の観点で整理する

(1) Cs 放出量への影響

Cs 放出量への影響を比較するために、有効性評価「全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 喪失）（蓄電池枯渇後 RCIC 停止）」において、事象発生から約 16 時間後の格納容器ベント後に原子炉隔離時冷却系（RCIC）が停止することを想定し、炉心損傷時に格納容器ベントを継続していた場合及び一旦停止していた場合の Cs 放出量評価を行った。表 1 に主要解析結果及び Cs 放出量を示す。表 1 に示すとおり、格納容器ベントを継続した場合及び一旦停止した場合のいずれにおいても、Cs 放出量には大きな差異はなかった。

なお、解析においては格納容器ベント停止後の格納容器スプレイは考慮していないが、格納容器スプレイを実施した場合は、さらに格納容器ベント再開までの時間は長くなると考えられる。

表 1 格納容器ベントを継続及び一旦停止した場合の Cs 放出量

事象進展	格納容器ベント継続	格納容器ベント一旦停止
格納容器ベント開始(1Pd)	約 16 時間後	同左
RCIC 停止	17 時間後	同左
有効燃料棒頂部(TAF)到達	約 21 時間後	同左
炉心損傷	約 22 時間後	同左
原子炉減圧及び消防車による注水開始	約 24 時間後	同左
格納容器ベント再開(2Pd)	—	約 32 時間後
Cs 放出量(7 日間)	0.32TBq	0.15TBq

(2) 希ガスによる被ばく線量への影響

原子炉停止以降の希ガス核種の炉内インベントリ（0.5MeV 換算値）の減衰曲線を図 1 に示す。図 1 に示すとおり、事象発生から 22 時間後の炉内インベントリは、32 時間後の炉内インベントリの約 1.5 倍となっている。

格納容器ベントを継続した場合に、仮に屋外作業員が待避しないことを仮定すると、原子炉格納容器内の希ガスの大部分は環境中に放出され、格納容器ベント開始から最初の数時間は希ガスからの影響のみで 100mSv/h を超える線量率（屋外作業時におけるクラウドシャイン線）になる可能性がある。このことから、上記の希ガスの時間減衰の効果は作業環境及び作業の継続性に与える影響は大きいものと考えられる。

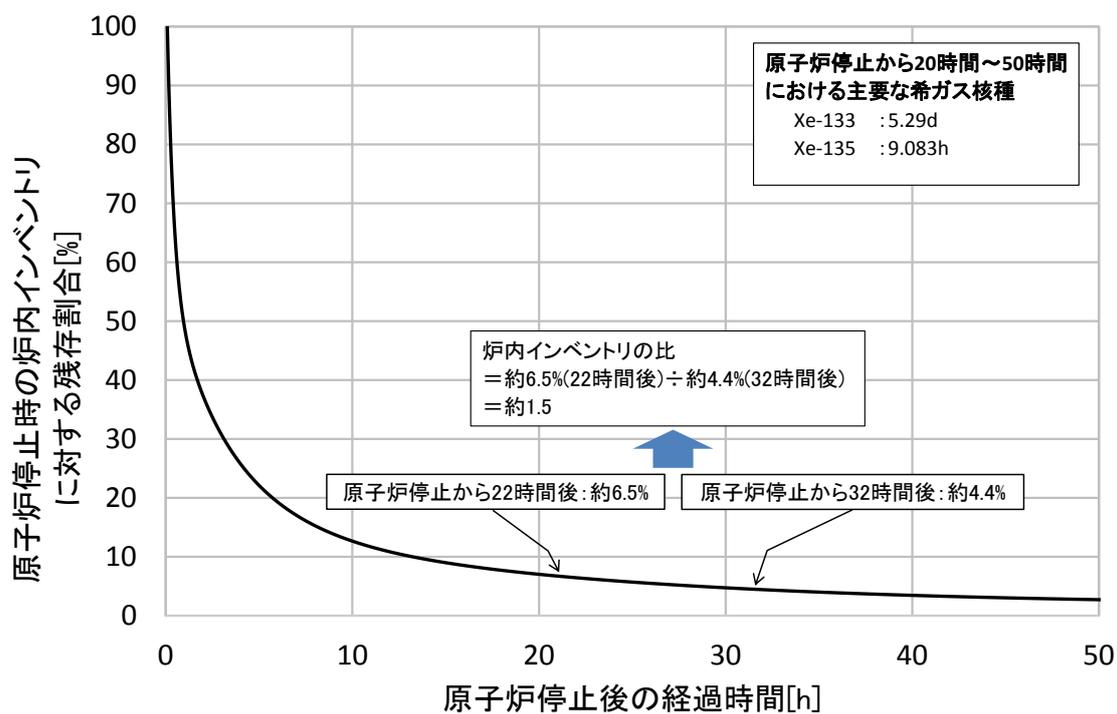


図1 原子炉停止以降の希ガス核種の炉内インベントリ (0.5MeV 換算値)

## 格納容器ベント中に炉心損傷の徴候が発生した場合に想定される作業

	作業内容
屋外	<b>【除熱】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・代替熱交換器運転確認または準備</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【注水】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型代替注水系による原子炉注水状態確認または準備</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【電源】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源の確保</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【水源】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水源の確保（防火水槽・淡水貯水池）</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【拡散抑制】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・拡散抑制対応準備</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【周辺監視】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺モニタリング</li> <li>・給油作業</li> </ul>
	<b>【FCVS】（ベント継続の場合）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フィルタ装置水位調整（水抜き）</li> <li>・フィルタ装置スクラバ水 pH 調整</li> <li>・ドレン移送ライン窒素ガスパージ</li> </ul>
	<b>【FCVS】（ベント停止の場合）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素ガスパージ操作</li> </ul>
屋内	<b>【運転員】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中央制御室及び待避室陽圧化</li> <li>・格納容器薬品注入</li> </ul>
	<b>【注水】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬型代替注水系による原子炉注水準備</li> </ul>
	<b>【電源】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源の確保（交流・直流）</li> </ul>
	<b>【FCVS】（ベント継続の場合）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一次隔離弁開ロック操作</li> </ul>
	<b>【FCVS】（ベント停止の場合）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素ガスパージ操作（サンプリング）</li> <li>・格納容器ベント再操作</li> </ul>

## 1.5.2 重大事故等時の手順

### 1.5.2.1 フロントライン系故障時の対応手順

(1) 最終ヒートシンク（大気）への代替熱輸送（交流電源が健全である場合）

a. 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

残留熱除去系の機能が喪失し、最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合、格納容器圧力逃がし装置により最終ヒートシンク（大気）へ熱を輸送する。

格納容器ベント実施中において、原子炉圧力容器の水位が、有効燃料棒底部から有効燃料棒の長さの50%以下で最長許容炉心炉心露出時間を超過した場合、及びCAMSのガンマ線量率が上昇した場合（以下「炉心の健全性を確認できない場合」という。）は、原子炉格納容器の冷却又は除熱が可能であること及び一次隔離弁の動作状況が良好であることを確認後に、一次隔離弁を全閉し、格納容器ベントを一旦停止する。炉心の健全性を確認できない場合で、原子炉格納容器の冷却又は除熱が不可能、又は一次隔離弁の動作状況が良好でない場合は、格納容器ベントを継続する。

また、残留熱除去系による原子炉格納容器内の除熱機能及び可燃性ガス濃度制御系の機能が回復した場合は、一次隔離弁及び二次隔離弁を全閉し、格納容器ベントを停止する。

(a) 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱

i. 手順着手の判断基準

炉心損傷<sup>※1</sup>前において、原子炉格納容器内の冷却を実施しても、原子炉格納容器内の圧力を規定圧力（279kPa[gage]）以下に維持できない場合。

※1:「炉心損傷」は、格納容器内雰囲気放射線レベル（CAMS）で原子炉格納容器内のガンマ線線量率が、設計基準事故相当のガンマ線線量率の10倍を超えた場合、又は格納容器内雰囲気放射線レベル（CAMS）が使用できない場合に原子炉圧力容器温度で300℃以上を確認した場合。

ii. 操作手順

格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱の手順は以下のとおり。手順対応フローを第1.5.3図に、概要図を第1.5.4図に、タイムチャートを第1.5.5図及び第1.5.6図に示す。

[W/W ベントの場合（D/W ベントの場合、手順⑧以外は同様）]

①当直副長は、手順着手の判断基準に基づき、原子炉格納容器内の水位がサプレッション・チェンバ・プール水位外部水源注水制限（ベントライン-1m）以下であることを確認し、格納容器圧力逃がし装置によるウェットウェル（以下「W/W」という。）側からの格納容器ベントの準備を開始するよう運転員に指示する（原子炉格納容器内の

水位がサプレッション・チェンバ・プール水位外部水源注水制限を越えている場合はドライウエル（以下「D/W」という。）側からの格納容器ベントの準備を開始するよう指示する）。

- ②当直長は，当直副長からの依頼に基づき，緊急時対策本部に格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントの準備開始を報告する。
- ③現場運転員 C 及び D は，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントに必要な電動弁の電源の受電操作を実施する。
- ④中央制御室運転員 A 及び B は，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントに必要な電動弁の電源が確保されたこと，及び監視計器の電源が確保されていることを状態表示にて確認する。
- ⑤中央制御室運転員 A 及び B は，FCVS 制御盤にてフィルタ装置水位指示値が通常水位範囲内であること及びフィルタ装置ドレン移送ポンプの水張りが完了していることを確認する。
- ⑥中央制御室運転員 A 及び B は，格納容器ベント前の確認として，不活性ガス系（以下「AC 系」という。）隔離信号が発生している場合は，格納容器補助盤にて，AC 系隔離信号の除外操作を実施する。
- ⑦中央制御室運転員 A 及び B は，格納容器ベント前の系統構成として，非常用ガス処理系が運転中であれば非常用ガス処理系を停止し，非常用ガス処理系フィルタ装置出

口隔離弁及び非常用ガス処理系出口 U シール隔離弁の全閉操作，並びに耐圧強化ベント弁，非常用ガス処理系第一隔離弁，換気空調系第一隔離弁，非常用ガス処理系第二隔離弁及び換気空調系第二隔離弁の全閉，及びフィルタ装置入口弁の全開を確認する。

⑧<sup>a</sup> W/W ベントの場合

中央制御室運転員 A 及び B は，一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側）操作用空気供給弁を全開とすることで駆動空気を確保し，一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側）の全開操作を実施する。

⑧<sup>b</sup> D/W ベントの場合

中央制御室運転員 A 及び B は，一次隔離弁（ドライウエル側）操作用空気供給弁を全開とすることで駆動空気を確保し，一次隔離弁（ドライウエル側）の全開操作を実施する。

⑨現場運転員 C 及び D は，格納容器ベント前の系統構成として，フィルタベント大気放出ラインドレン弁を全閉とし，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント準備完了を当直副長に報告する。

⑩当直長は，当直副長からの依頼に基づき，格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベント準備完了を緊急時対策本部に報告する。

⑪当直副長は，原子炉格納容器内の圧力に関する情報収集を適宜行い，当直長に報告する。また，当直長は原子炉格納容器内の圧力に関する情報を，緊急時対策本部に報告

する。

⑫当直長は、当直副長からの依頼に基づき、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントの開始を緊急時対策本部に報告する。

⑬当直副長は、格納容器ベント開始圧力（310kPa[gage]）に到達する時間、原子炉格納容器内の圧力上昇率を考慮し、中央制御室運転員に格納容器ベント開始を指示する。

⑭中央制御室運転員 A 及び B は、二次隔離弁を調整開（流路面積約 70%開）とし、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントを開始する。二次隔離弁の開操作ができない場合は、二次隔離弁バイパス弁を調整開（流路面積約 70%開）とし、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントを開始する。

なお、原子炉格納容器内の圧力に低下傾向が確認されなかった場合は、二次隔離弁又は二次隔離弁バイパス弁の増開操作を実施する。

⑮中央制御室運転員 A 及び B は、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントが開始されたことを格納容器内圧力指示値の低下及びフィルタ装置入口圧力指示値の上昇により確認し、当直副長に報告する。また、当直長は、格納容器圧力逃がし装置による格納容器ベントが開始されたことを緊急時対策本部に報告する。

⑯中央制御室運転員 A 及び B は、FCVS 制御盤にてフィルタ装置水位指示値を確認し、水位調整が必要な場合は当直

副長に報告する。また、当直長は、フィルタ装置の水位調整を実施するよう緊急時対策本部に依頼する。

- ⑰中央制御室運転員 A 及び B は、格納容器ベント開始後、炉心の健全性を確認できない場合は、原子炉格納容器の冷却又は除熱が可能であること及び一次隔離弁の動作状況が良好であることを確認後に、一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）の全閉操作を実施する。
- ⑱残留熱除去系による原子炉格納容器内の除熱機能及び可燃性ガス濃度制御系の機能が回復し、格納容器圧力逃がし装置を停止できると判断した場合は、一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウエル側）の全閉、その後二次隔離弁又は二次隔離弁バイパス弁の全閉操作を実施する。

### iii. 操作の成立性

上記の操作は、1ユニット当たり中央制御室運転員 2 名（操作者及び確認者）及び現場運転員 2 名にて作業を実施した場合、作業開始を判断してから格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱開始まで約 40 分で可能である。

格納容器ベント開始後、炉心の健全性を確認できない場合の一次隔離弁の動作確認は、1ユニット当たり中央制御室運転員 2 名（操作者及び確認者）及び現場運転員 2 名にて作業を実施した場合、約 60 分で可能である。

（添付資料 1.5.3-1）



