

柏崎刈羽原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS - 76 (改訂1)
提出年月日	令和2年6月30日

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7号炉

### 高圧代替注水系の運用について

令和2年6月

東京電力ホールディングス株式会社

## 1. はじめに

新たに設置した高圧代替注水系の運用開始にあたり，保安規定第66条（重大事故等対処設備）のほか，以下，保安規定に運用上の措置を規定する。

保安規定	内容	備考
第32条 （非常用炉心冷却系，原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系の系統圧力監視）	高圧代替注水系を系統圧力監視対象に追加。	本資料で説明
第39条 （非常用炉心冷却系その1）	高圧代替注水系の運転確認時において，原子炉隔離時冷却系を動作不能とみなさない旨を追加。	本資料で説明
第45条 （サブレーションプールの平均水温）	高圧代替注水系の運転確認時において，サブレーションプール水温上昇時の措置を追加。	本資料で説明
第46条 （サブレーションプールの水位）	高圧代替注水系の運転確認時において，サブレーションプール水位上昇時の措置を追加。	本資料で説明
第48条 （格納容器内の酸素濃度）	高圧代替注水系の運転確認時において，格納容器酸素濃度上昇時の措置を追加。	T S - 8 1 で説明
第66条 66 - 1 1 - 1 （重大事故等収束のための水源）	高圧代替注水系の運転確認時において，復水貯蔵槽水位低下時の措置を追加。	本資料で説明

次ページ以降に各保安規定の反映内容について説明する。

## 2. 保安規定第32条について

現行の保安規定第32条（非常用炉心冷却系及び原子炉隔離時冷却系の系統圧力監視）では、原子炉の状態が定格圧力到達後から冷温停止に移行するまでの期間において、非常用炉心冷却系及び原子炉隔離時冷却系の系統圧力が「原子炉冷却材の漏えいにより過圧されていないこと」を定めている。

本条文は、原子炉冷却材圧力バウンダリに接続されている配管の圧力隔離弁が漏えいした場合に、非常用炉心冷却系及び原子炉隔離時冷却系の低圧設計部の破損を防止するため、系統圧力の判断基準を定めるとともに、判断基準を満たすことができない場合に講ずるべき措置を定めることを目的とする。

高压代替注水系についても原子力冷却材圧力バウンダリに接続することから、系統圧力監視対象として追加する。

【保安規定記載事項】

(非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系の系統圧力監視)

第32条 原子炉圧力が定格圧力到達後から冷温停止に移行するまでの期間において、非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系<sup>1</sup>の系統圧力は、表32-1で定める事項を運転上の制限とする。ただし、非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系又は高圧代替注水系に関する確認時及び確認後4時間以内を除く。

2. 非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系の系統圧力が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次の各号を実施する。

(1) 原子炉GMは、定検停止時に、供用中の漏えい又は水圧検査を実施し、その結果を当直長に通知する。

(2) 当直長は、原子炉圧力が定格圧力到達後から冷温停止に移行するまでの期間において、非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系の系統圧力に有意な変動がないことを1ヶ月に1回確認する。

3. 当直長は、非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系又は高圧代替注水系の系統圧力が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表32-2の措置を講じる。

1：高圧代替注水系（重大事故等対処設備）は7号炉のみ適用。

表32-1

項目	運転上の制限
非常用炉心冷却系、原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系の系統圧力	原子炉冷却材の漏えいにより過圧されていないこと

表32-2

条件	要求される措置	完了時間
A. 運転上の制限を満足していないと判断した場合	A1. 当該系統内への原子炉冷却材の漏えいを停止させる措置を講じる。なお、講じた措置に応じて当該系統を動作不能とみなす。	4時間
B. 条件Aで要求される措置を完了時間内に達成できない場合	B1. 高温停止にする。	24時間
	及び B2. 冷温停止にする。	36時間

### 3. 保安規定第39条について

現行の保安規定第39条（非常用炉心冷却系その1）では、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止（原子炉圧力が1.03MPa[gage]以上）において、原子炉隔離時冷却系1系列が動作可能であることを定めている。

高圧代替注水系の運転確認中において、何らかの要因で原子炉隔離時冷却系が自動起動信号により起動した場合、高圧代替注水系と原子炉隔離時冷却系は蒸気ラインを共用しているため、原子炉隔離時冷却系が単独で運転する時よりもタービン入口の蒸気圧力の低下等の理由により所定の性能を発揮できない可能性がある。同様に、原子炉隔離時冷却系の運転確認中に高圧代替注水系が起動した場合についても、所定の性能を発揮できない可能性がある。

上記のような状態は、要求される機能を満足しているとは言えないと考えられる。

この場合、保安規定第72条第5項では「運転上の制限を確認するための事項を実施している期間は、当該運転上の制限を満足していないと判断しなくてもよい」としており、この考え方に準じて、高圧代替注水系の運転確認行為を妨げないようにするため、「高圧代替注水系起動準備及び運転中は、原子炉隔離時冷却系を動作不能とみなさない」旨を保安規定に記載する。

#### 【保安規定記載事項】

（非常用炉心冷却系その1）

第39条

〔6号炉及び7号炉〕

原子炉の状態が運転、起動及び高温停止（原子炉隔離時冷却系及び自動減圧系については原子炉圧力が1.03MPa[gage]以上）において、非常用炉心冷却系は表39-1で定める事項を運転上の制限とする。ただし、原子炉停止時冷却系起動準備及び原子炉停止時冷却系の運転中は、当該低圧注水系（格納容器スプレイ冷却系）を動作不能とはみなさない。また、7号炉の高圧代替注水系起動準備及び運転中は、原子炉隔離時冷却系を動作不能とみなさない。

#### 4. 保安規定第45条について

現行の保安規定第45条（サプレッションプールの平均水温）では，原子炉の状態が運転，起動及び高温停止において，サプレッションプールの平均水温が「35 以下」であることを定めている。

高压代替注水系ポンプの運転確認時は，高压代替注水系タービン駆動蒸気がサプレッションプールに排気されるため，サプレッションプール水温は上昇する可能性がある。

現行保安規定において，すでに「原子炉隔離時冷却系の運転確認等により，サプレッションプールの水温が上昇するような時は，確認開始時から確認終了後24時間までを除く」とサプレッションプールの水温が上昇する操作を行う場合の措置を設けており，ここに高压代替注水系を追記し，高压代替注水系運転確認中の扱いを明確にする。

#### 【保安規定記載事項】

（サプレッションプールの平均水温）

第45条 原子炉の状態が運転，起動及び高温停止において，サプレッションプール<sup>1</sup>の平均水温<sup>2</sup>は，表45-1で定める事項を運転上の制限とする。ただし，原子炉隔離時冷却系又は高压代替注水系<sup>3</sup>の運転確認等により，サプレッションプールの水温が上昇するような時は，確認開始時から確認終了後24時間までを除く。

2. サプレッションプールの平均水温が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため，次号を実施する。なお，当直長は，原子炉の状態が運転，起動及び高温停止において原子炉隔離時冷却系又は高压代替注水系の運転確認等により，サプレッションプールの水温が上昇するような場合，サプレッションプールの動作可能な局所水温計の最高温度が47 を超えた時には，5分毎に動作可能な局所水温計の平均水温を計算し，平均水温が47 を超えていないことを確認する。さらに平均水温が47 を超えた場合には，サプレッションプールの水温が上昇するような運転確認等を中止し，24時間以内に平均水温を35 以下に復旧する。

（1）（省略）

3.（省略）

1：（省略）

2：（省略）

3：高压代替注水系は，7号炉のみ適用。

## 5. 保安規定第46条について

### 5.1 経緯

保安規定第46条（サプレッションプールの水位）では、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止におけるサプレッションプールの水位の制限範囲を定めている。

高圧代替注水系ポンプの運転確認は、図1に示す通り、復水貯蔵槽を水源とし、サプレッションプールへ水を排出する系統構成にて行うため、運転確認に伴い、サプレッションプール水位は上昇する。このため、運転確認時における水位上昇対策として、残留熱除去系ポンプにてサプレッションプール水を廃棄物処理建屋のLCW収集槽へ移送する操作を並行して行う。

しかしながら、上記操作を行った場合であっても、サプレッションプール水の移送先のLCW収集槽受入配管の設計容量は [ ] であり、高圧代替注水系ポンプの定格流量運転時（ $182\text{ m}^3/\text{h}$ ）においては、サプレッションプールへの流入量が上回ることから、水位の上昇が生じ、高圧代替注水系ポンプの駆動蒸気（ [ ] ）分が加わると、サプレッションプール水位は約 [ ] 上昇することとなる。

これまでの高圧代替注水系の試験運転実績から、サプレッションプール水位の通常運転範囲内での運転可能時間は [ ] 程度であることが分かっている。一方で、同じ蒸気駆動ポンプである原子炉隔離時冷却系の定例試験の実績から、運転員がポンプの流量調整、運転状態確認、データ採取等を行うためには少なくとも [ ] 程度は掛かると想定され、通常運転範囲内では運転確認を行うための時間を十分に確保できないことが懸念される。また、サプレッションプールの水位調整操作で生じる水位の揺らぎ等の事象により、通常運転範囲内の管理値を逸脱する可能性もある。従って、保安規定第46条について、高圧代替注水系の運転確認行為を妨げないための措置を新たに設ける。

高圧代替注水ポンプと類似設計である原子炉隔離時冷却系の過去運転実績を踏まえて推定

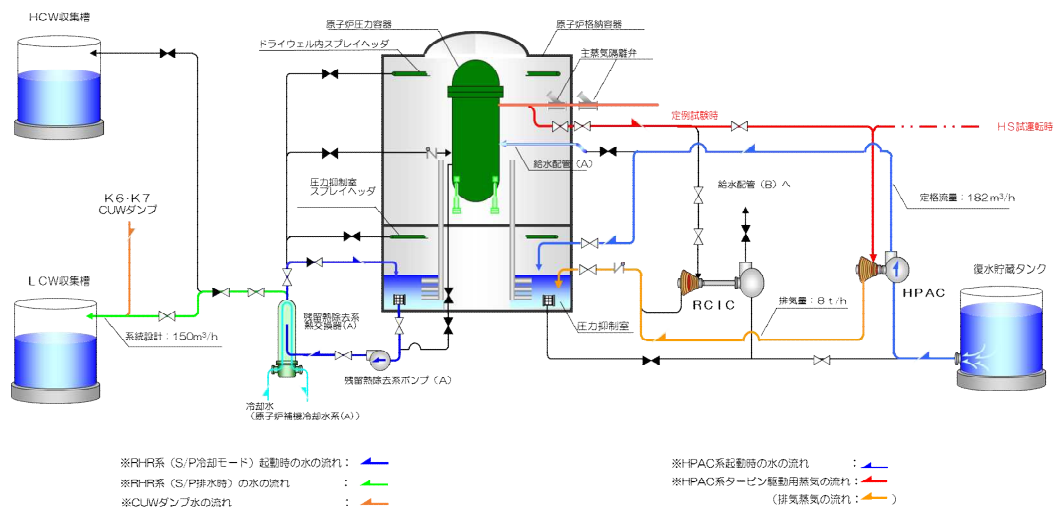


図1 高圧代替注水系の運転確認



## 5.2 保安規定第46条の変更内容について

保安規定第46条を以下のとおり変更する。

高圧代替注水系ポンプ運転確認時は、水位の常時監視及び水位上昇/下降範囲を最小限に抑える措置を実施すると共に、運転確認終了後24時間の制限を設けた上で、通常運転範囲の逸脱(図46の領域Aへの移行)を許容することとする。なお、24時間の制限については、表46-2の条件Aの完了時間を準用した。

また、領域Aを超えて領域Bに近接した場合は、運転確認を中止し24時間以内に水位を制限値内に復旧することとするが、万が一、領域Bに移行した場合(サブプレッションプールの水位調整操作で生じる揺らぎ事象、または高圧代替注水系ポンプの運転確認で生じる波立ち等による一時的な水位の上昇は除く)は、運転上の制限の逸脱と判断し、表46-2の要求される措置に従い、原子炉をスクラムする。

【保安規定記載事項】

(サブプレッションプールの水位)

第46条 原子炉の状態が運転、起動及び高温停止において、サブプレッションプール<sup>1</sup>の水位は、表46-1(図46)で定める事項を運転上の制限とする。ただし、地震時を除く。なお、7号炉において、高压代替注水系の運転確認等により、サブプレッションプールの水位が図46の領域Aに移行した場合、運転確認開始から確認終了後24時間までの間は、運転上の制限を満足していないとはみなさないが、領域Bに移行した場合は、運転上の制限の逸脱と判断する。

2. サプレッションプールの水位が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。なお、7号炉において、高压代替注水系の運転確認等により、サブプレッションプールの水位が図46の領域Aに移行した場合、5分毎にサブプレッションプールの水位を監視するとともに、領域Bに近接した場合は、水位が変動するような運転確認等を中止し、24時間以内に水位を制限値内に復旧する。

(1) 当直長は、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止において、サブプレッションプールの水位を24時間に1回確認する。

3. 当直長は、サブプレッションプールの水位が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表46-2の措置を講じる。

1: 7号炉のサブプレッションプールは、重大事故等対処設備を兼ねる。

表46-1

項目 (サブプレッションプール水位)	運転上の制限
1号炉	+12.0cm(上限値)以下 -10.0cm(下限値)以上
2号炉, 3号炉, 4号炉及び5号炉	+8.0cm(上限値)以下 -8.0cm(下限値)以上
6号炉及び7号炉	+5.0cm(上限値)以下 -5.0cm(下限値)以上

図46

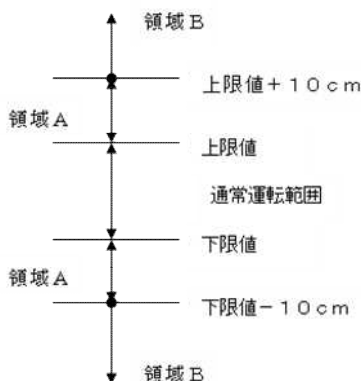


表46-2

条件	要求される措置	完了時間
A. サプレッションプールの水位が図46の領域Aの場合	A1. サプレッションプールの水位を制限値以内に復旧する。	24時間
B. 条件Aで要求される措置を完了時間内に達成できない場合	B1. 高温停止にする。	24時間
	B2. 冷温停止にする。	36時間
C. サプレッションプールの水位が図46の領域Bの場合	C1. 原子炉をスクラムする。	速やかに

5.3. 保安規定変更による原子炉安全上の影響

保安規定第46条の変更により、一時的に通常運転範囲の水位を超えて運転することを許容することとなるが、領域Aに至った場合においても、必要な気相部体積及び水量は確保されており、原子炉安全上の影響は小さく許容可能と考える。保安規定第46条の運転上の制限に対する考え方を以下に示す。

(1) 上限値について

LOCAが発生した場合に、流入する非凝縮性ガスによる原子炉格納容器内圧力の上昇を抑制するためにサブプレッションチェンバ気相部体積を確保することを目的としている。

LOCA時格納容器の最高使用圧力以下で抑えるために必要なサブプレッションチェンバ気相部体積「」に対して余裕を持って設定されており、万が一、領域Aの上限値(+15cm)に達した場合でも気相部体積は「」あり、必要な気相部体積は確保されている。

(2) 下限値について

LOCAが発生した場合に、ベント管から流入する蒸気を凝縮させるために必要なサブプレッションプール水量を確保することを目的としている。

保安規定第45条(サブプレッションプールの平均水温)と相まって、ベント管から流入する蒸気が確実に凝縮されることが実証されたサブプレッションプール水温度「」に対して余裕を持って設定されており、万が一、領域Aの下限値(-15cm)に達した場合でも上記温度を満足するためのサブプレッションプール水量は確保されている。

表1 サブプレッションプール水位の各制限値に相当する「サブプレッションチェンバ気相部体積」・「LOCA発生時のサブプレッションプール水温」

サブプレッション プール水位	サブプレッションチェンバ 気相部体積	LOCA発生時の サブプレッションプール水温 <sup>1</sup>
領域A上限値 (+15cm)	<input type="text"/>	-
通常運転範囲上限値 (+5cm)		-
通常運転範囲下限値 (-5cm)	-	<input type="text"/>
領域A下限値 (-15cm)	-	

1: サブプレッションプール水温が「」においてLOCAが発生した場合について記載。なお、サブプレッションプール水温の運転上の制限は平均水温で「35以下」であるが、高圧代替注水系の運転確認により35を超えて上昇するような場合は、局所水温計から計算した平均水温が「47」を超えた時点で運転確認を中止し、24時間以内に平均水温を35以下に復旧する。

6. 保安規定第66条(66-11-1)について

重大事故等対処設備について、保安規定第66条にて新たに整理しており、同条66-11-1(重大事故等収束のための水源)にて、原子炉の状態が運転、起動、高温停止、冷温停止及び燃料交換(原子炉水位がオーバーフロー水位付近で、かつプールゲートが開の場合又は原子炉内から全燃料が取出され、かつプールゲートが閉の場合を除く)における復水貯蔵槽の水位を定めている。

5.1に示したとおり、高圧代替注水系の運転確認は、復水貯蔵槽を水源としてサブプレッションプールへ移送する系統構成にて行うため、運転確認により復水貯蔵槽の水位は低下する。

高圧代替注水系の定格流量運転が $182\text{ m}^3/\text{h}$ であるのに対し、復水貯蔵槽水位1mあたりの保有水量は約   であることから、運転確認を行うための時間を十分に確保できないことが懸念される。

従って、高圧代替注水系の運転確認等に伴う保有水量減少について、その確認行為を阻害しないために、運転確認開始から運転確認終了後24時間までは運転上の制限を適用しないこととする。24時間の除外期間については、保安規定第46条(サブプレッションプールの水位)で規定されている原子炉隔離時冷却系の運転確認等時の除外期間を準用した。

【保安規定記載事項】

66-11-1 重大事故等収束のための水源		
(1) 運転上の制限		
項 目	運転上の制限	
重大事故等収束のための水源	復水貯蔵槽の水量が所要値以上であること <sup>1</sup>	
適用される 原子炉の状態	設 備	所要値
(省略)		
(2) 確認事項 (省略)		
<u>1: 高圧代替注水系の確認運転開始から確認運転終了後24時間までを除く。</u>		
2:(省略)		

以 上