

女川原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS-77 (改3)
提出年月日	2022年9月28日

女川原子力発電所2号炉

復水貯蔵タンク水位の維持管理について

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2022年9月

東北電力株式会社

1. はじめに

設置許可基準規則第五十六条（重大事故等の収束に必要となる水の供給設備）において、重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を供給するために必要な設備として復水貯蔵タンクが対象である。重大事故等の対処において、炉心注水や格納容器スプレイ等を実施する必要がある期間、水源である復水貯蔵タンクの水量を維持管理するため保安規定第66条（重大事故等対処設備）66-11-1（重大事故等収束のための水源）にて、運用上の措置を規定する。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 （重大事故等の収束に必要となる水の供給設備） 第五十六条 設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を有する水源を確保することに加えて、発電用原子炉施設には、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備に対して重大事故等の収束に必要となる十分な量の水を供給するために必要な設備を設けなければならない。
--

表 66-11 重大事故等の収束に必要となる水の供給設備

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	復水貯蔵タンクの水量が所要値以上であること。ただし、地震時を除く。

適用される原子炉の状態	設備	所要値
運転 起動 高温停止	復水貯蔵タンク	948m ³
低温停止 燃料交換 ^{※1}	復水貯蔵タンク	622m ³

※1：原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。

- (1) 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
- (2) 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

2. 保安規定第66条 66-11-1 重大事故等収束のための水源の所要値（規定値）について

2. 1 適用される原子炉の状態が、「運転、起動及び高温停止」の場合

- 設置変更許可申請書添付書類十の重大事故等に対する対策の有効性評価（以下、有効性評価という。）において、運転中の原子炉における重大事故等のうち復水貯蔵タンクの水位低下の観点で最も厳しい事故シーケンス^{※1}では、図1に示すとおり、復水貯蔵タンクの保有水量は初期から最大で約540m³減少する。

※1 原子炉停止機能喪失

- このとき、復水貯蔵タンク水位がポンプ空気吸込防止のための水位を下回り、注水に使用している復水移送ポンプが停止することがないように、復水貯蔵タンクの水位の運転上の制限を948m³とする。

$$408\text{m}^3 + 540\text{m}^3 = 948\text{m}^3$$

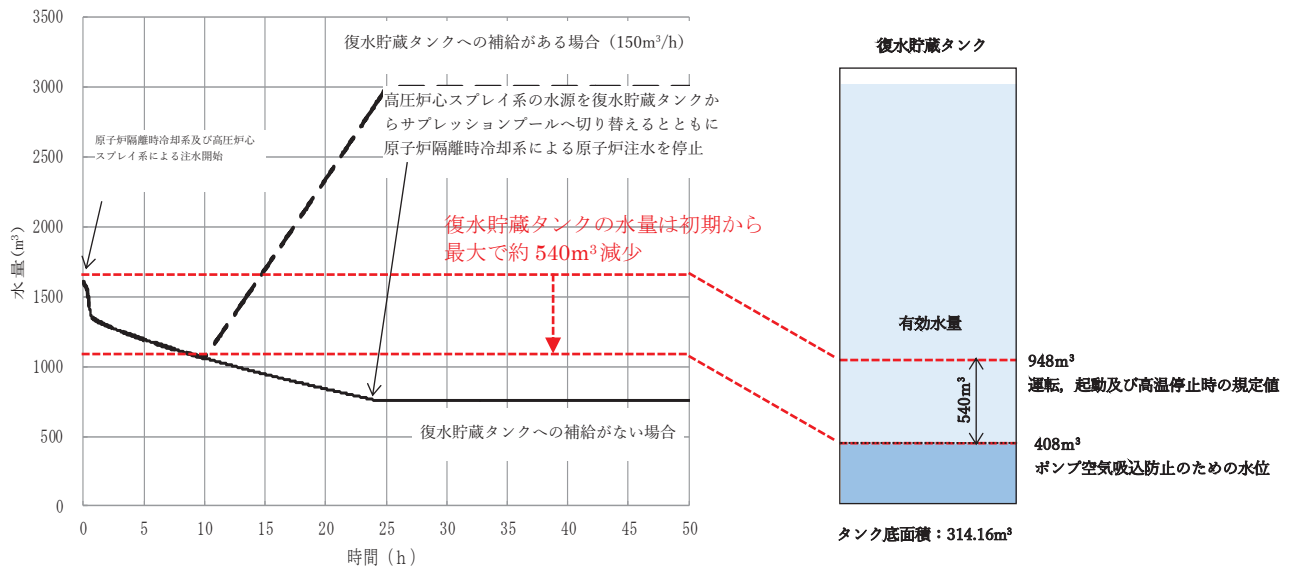


図1 復水貯蔵タンクの水量の変化（原子炉停止機能喪失）

2. 2 適用される原子炉の状態が、「冷温停止及び燃料交換（原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。（1）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（2）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）」の場合

- 有効性評価において、運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故のうち、復水貯蔵タンクの水位低下の観点で最も厳しい事故シーケンス※²では、復水貯蔵タンクの水位の変化は、以下の通りである。なおここでは、復水貯蔵タンクへの補給が期待できる場合と期待できない場合について、それぞれ評価している。（図2参照）。
 - 復水貯蔵タンクへの補給に期待できる場合、復水貯蔵タンクの保有水量は初期から最大で約 214m³減少する。
 - 復水貯蔵タンクへの補給に期待できない場合、復水貯蔵タンクの水量は初期から最大で約 534m³減少する。

※2 全交流動力電源喪失

2. 2. 1 復水貯蔵タンクへの補給に期待できる場合

- 2. 1と同様に、復水貯蔵タンクへの補給に期待できる場合を考えると、事故時に、復水貯蔵タンク水位がポンプ空気吸込防止のための水位を下回り、注水に使用している復水移送ポンプが停止することがないようにするためには、2. 2にて記載している「214m³の水位低下」を考慮すると、復水貯蔵タンクの水位は622m³必要である。

$$408\text{m}^3 + 214\text{m}^3 = 622\text{m}^3$$

- なお、復水貯蔵タンクへの補給に期待できる場合とは、66-11-2（復水貯蔵タンクへの供給設備）の運転上の制限を満足しており、復水貯蔵タンクへの補給手段が確保されている状態をいう。

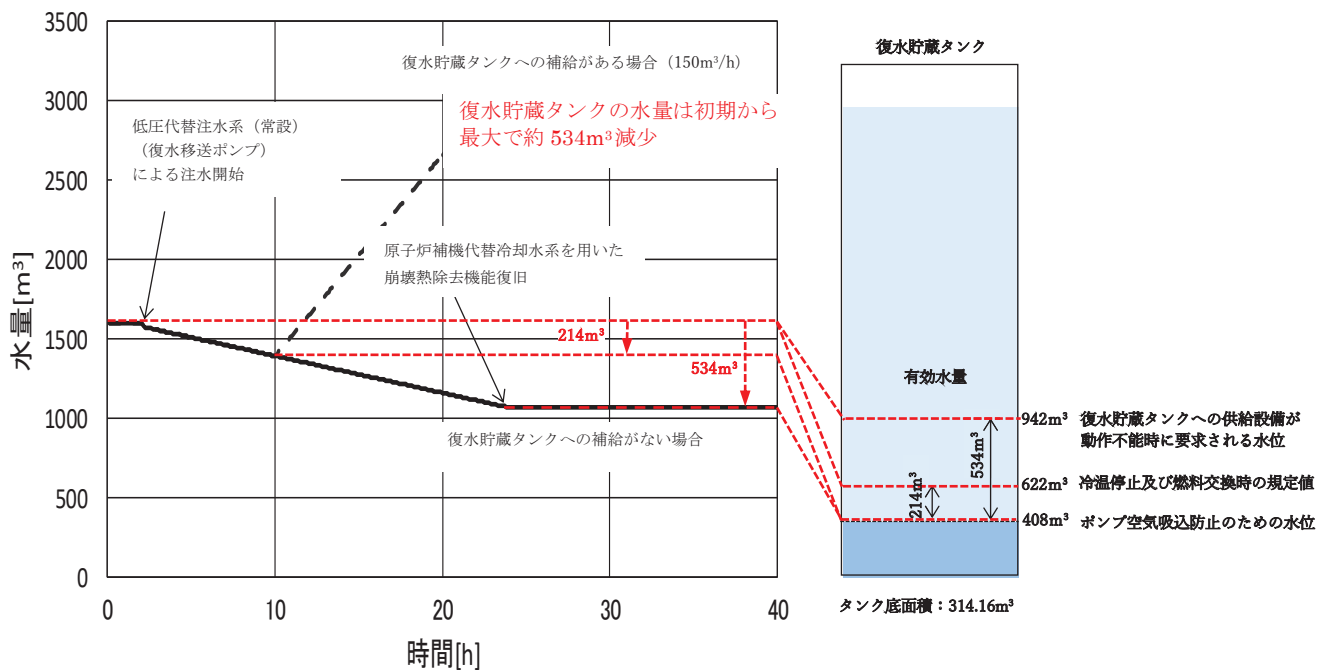


図2 復水貯蔵タンクの水量の変化（運転停止中 全交流動力電源喪失）

2. 2. 2 復水貯蔵タンクへの補給が期待できない場合

- 復水貯蔵タンクへの補給に期待できない場合について、事故時に、復水貯蔵タンク水位がポンプ空気吸込防止のための水位を下回り、注水に使用している復水移送ポンプが停止することがないようにするためには、2. 2にて記載している「534m³の水位低下」を考慮すると、復水貯蔵タンクの水位は 942m³ 必要である。
 $408\text{m}^3 + 534\text{m}^3 = 942\text{m}^3$

- 復水貯蔵タンクへの補給手段の確保に関する要求は、66-11-2（復水貯蔵タンクへの供給設備）にて整理しており、当該条文中にて、復水貯蔵タンクへの供給設備が動作不能の場合は、復水貯蔵タンクへの補給に期待しなくても注水に使用している復水移送ポンプが停止することがないように、速やかに復水貯蔵タンクの水位が 942m³ 以上であることを確認するよう要求している。
- 以上より、適用される原子炉の状態が燃料交換及び冷温停止の場合における復水貯蔵タンクへの補給が期待できない場合の対応は、66-11-2（復水貯蔵タンクへの供給設備）にて担保することとする。

- 以下に、66-11-2（復水貯蔵タンクへの供給設備）の条文案（抜粋）を示す。

66-11-2 復水貯蔵タンクへの供給設備			
(3) 要求される措置			
適用される原子炉の状態	条件	要求される措置	完了時間
冷温停止 燃料交換 ^{※7}	A. (省略)	A2. 防災課長は、復水貯蔵タンクの水量が <u>942m³以上となるように補給する</u> 、または発電課長は、 <u>942m³以上であることを確認する</u> 。	速やかに

補足 1

表 1 復水貯蔵タンク水位の運転上の制限等

CST 水位	CST 有効保有水量 ^{※3} (m^3)	備考
408 m^3	0	ポンプ空気吸込防止のための水位
622 m^3	214 m^3	冷温停止及び燃料交換時の規定値 (第 66 条 66-11-1)
690 m^3	282 m^3	冷温停止及び燃料交換時の規定値 (第 40 条)
942 m^3	534 m^3	冷温停止及び燃料交換時の復水貯蔵タンクへの供給設備が動作不能時に要求される措置 (第 66 条 66-11-2)
948 m^3	540 m^3	運転, 起動及び高温停止時の規定値 (第 66 条 66-11-1)

※3 ポンプ空気吸込防止を考慮した保有水量としている。

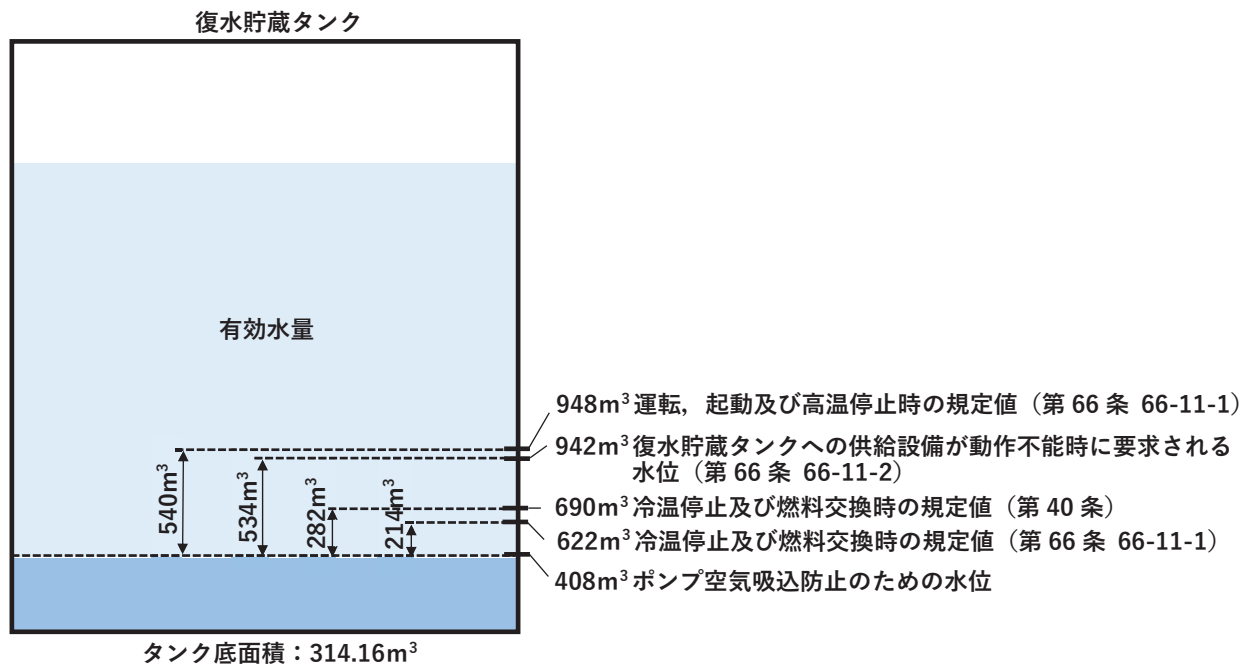


図 3 復水貯蔵タンク水位及び保有水量

補足 2

表 2 復水貯蔵タンク水位計及び計器誤差

名称	Tag No	計測範囲	確認計器	ループ誤差	
				%	m ³
復水貯蔵タンク水位	P13-LT005	0～ 3200m ³	P13-LR605（記録計）	±0.52	±16

※ 保安規定の規定値は要求値とし、計器誤差は含めない。なお、運用としては計器誤差を考慮した管理目標値を定め管理する（従前のおり）。

補足3

第40条及び第66条(66-11-1)の要求される措置の成立性について

1. はじめに

本補足では、復水貯蔵タンク水量の所要値を第40条と第66条で異なる値で管理しても、運用上問題ないことを確認する。

2. 各条文の記載内容

第40条及び第66条(66-11-1)の復水貯蔵タンク水量の所要値及び要求される措置は、下表のとおりである。

第40条	第66条					
<p>(非常用炉心冷却系その2)</p> <p>第40条 原子炉の状態が冷温停止および燃料交換において、非常用炉心冷却系は表40-1で定める事項を運転上の制限とする。ただし、原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。また、原子炉停止時冷却系起動準備および原子炉停止時冷却系の運転中は、低圧注水系の動作不能とはみなさない。</p> <p>(1) 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</p> <p>(2) 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</p> <p>2. 非常用炉心冷却系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。</p> <p>(1) 発電課長は、原子炉の状態が冷温停止および燃料交換において、表40-2に定める事項を確認する。ただし、原子炉が次に示す状態となった場合は適用されない。</p> <p>①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</p> <p>②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</p> <p>3. 発電課長は、非常用炉心冷却系が第1項に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40-3の措置を講じる。</p>	<p>表66-11 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備</p>					
	<p>66-11-1 重大事故等収束のための水源</p>					
	<p>(1) 運転上の制限</p>					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1133 753 1482 801">項目</th> <th data-bbox="1500 753 2009 801">運転上の制限</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1133 801 1482 962">重大事故等収束のための水源</td> <td data-bbox="1500 801 2009 962">復水貯蔵タンクの水量が所要値以上であること。</td> </tr> </tbody> </table>	項目	運転上の制限	重大事故等収束のための水源	復水貯蔵タンクの水量が所要値以上であること。	
項目	運転上の制限					
重大事故等収束のための水源	復水貯蔵タンクの水量が所要値以上であること。					

第40条

第66条

表40-1

項目	運転上の制限（動作可能であるべき系列数）※1
非常用炉心冷却系	(1) 非常用炉心冷却系※2（自動減圧系を除く。） 2系列 または (2) 非常用炉心冷却系※2（自動減圧系を除く。） 1系列および復水補給水系※3 1系列※4

※1：本条における1系列とは、ポンプ1台および必要な弁ならびに主要配管をいう。

※2：2号炉の低圧炉心スプレイ系、低圧注水系および高圧炉心スプレイ系は、重大事故等対処設備（設計基準拡張）を兼ねる。

※3：2号炉の復水補給水系は、重大事故等対処設備を兼ねる。動作不能時は、第66条（66-4-1および66-4-3）の運転上の制限も確認する。

※4：復水補給水系1系列とは、ポンプ1台および注水に必要な弁ならびに配管をいう。

表40-2

1. 2号炉

項目	頻度
1. 動作可能であるべき系統がサプレッションプールを水源とする場合は、サプレッションプール水位が-5.0cm以上あることを確認する。 または 動作可能であるべき系統が復水貯蔵タンクを水源とする場合は、復水貯蔵タンク水位がタンク底部から690m ³ 以上（復水補給水系ポンプを期待する場合は1,270m ³ 以上）あることを確認する。	12時間に1回
2～5. (略)	

適用される原子炉の状態	設備	所要値
運転 起動 高温停止	復水貯蔵タンク	948m ³
冷温停止 燃料交換※1	復水貯蔵タンク	622m ³

※1：原子炉が次に示す状態となった場合は適用しない。
(1) 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
(2) 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

第40条

第66条

2. 3号炉 (略)

(2) 確認事項 (略)

表40-3

(3) 要求される措置

条 件	要求される措置	完了時間
A. 1系列が動作不能の場合	A1. 動作可能な状態に復旧する。	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. 有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している配管について、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する。	速やかに
C. 2系列が動作不能の場合	C1. 有効燃料頂部以下の高さで原子炉圧力容器に接続している配管について、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止する。 および C2. 1系列を動作可能な状態に復旧する。	速やかに 4時間
D. 条件Cで要求される措置を完了時間内に達成できない場合	D1. 原子炉建屋大物機器搬入口および原子炉建屋原子炉棟の二重扉の各々において、少なくとも1つの閉鎖状態を確保するための措置を開始する。 および	速やかに
	D2. 原子炉建屋給排気隔離弁機能を確保するための措置を開始する。 および	速やかに
	D3. 非常用ガス処理系1系列を動作可能な状態とするための措置を開始する。	速やかに

適用される原子炉の状態	条 件	要求される措置	完了時間
運 転 起 動 高 温 停 止		(略)	
冷 温 停 止 燃 料 交 換 ^{※5}	A. 復水貯蔵タンクの水量が所要値を満足していない場合	A1. 発電課長は、当該設備の水量を復旧する措置を開始する。 および	速やかに
		A2. 発電課長は、第40条で要求されるサプレッションチェンバを水源とした非常用炉心冷却系について1系列を起動し、動作可能であることを確認する ^{※3} とともに、残りの非常用炉心冷却系が動作可能であることを確認する ^{※6} 。 および	速やかに
		A3. 防災課長は、当該機能と同等な機能を持つ重大事故等対処設備 ^{※4} が動作可能であることを確認する。	速やかに

※3～6 (略)

3. 要求される措置の成立性

第 40 条及び第 66 条(66-11-1)の運転上の制限を満足しない場合に要求される措置について、相互に関連性のある措置は、次の(1)及び(2)である。

- (1) 第 40 条の要求される措置 A1. 及び C2. と第 66 条(66-11-1)の要求される措置 A1. (前頁青枠部)
- (2) 第 40 条の要求される措置 B1. 及び C1. と第 66 条(66-11-1)の要求される措置 A2. (前頁赤枠部)

(1)について、第 40 条の要求される措置 A1. 及び C2. は、復水貯蔵タンクの水位低下に起因して動作不能となった場合には、復水貯蔵タンクの水位を 690m³ (復水補給水系ポンプを期待する場合は 1,270m³) 以上とすることを意味している。これは、第 66 条(66-11-1)の要求される措置 A1. と同様の措置であるため、相反することはない。

(2)について、第 66 条の要求される措置 A2. にてサプレッションチェンバを水源とした非常用炉心冷却系が動作可能であることを要求しており、仮にサプレッションチェンバを水源とした非常用炉心冷却系の注入配管が、有効燃料頂部以下の高さで原子炉压力容器に接続している場合、第 40 条の要求される措置 B1. 及び C1. と相反する。すなわち、第 40 条の要求される措置 B1. 及び C1. を満足しようとするならば、サプレッションチェンバを水源とした非常用炉心冷却系の注入隔離弁の開操作が禁止されるため、同系統は動作不能となり第 66 条の要求される措置 A2. を満足させることができなくなる。しかし、非常用炉心冷却系の原子炉压力容器への注入配管は、有効燃料頂部以上の高さで原子炉压力容器に接続しているため(下図)、第 40 条の要求される措置 B1. 及び C1. は、第 66 条(66-11-1)の要求される措置 A2. と相反することはない。

また、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)については、原子炉再循環系の配管を経由して有効燃料頂部以下の高さで原子炉压力容器に接続しているため、第 40 条の要求される措置 B1. 及び C1. の対象となるが、第 66 条の要求される措置 A2. は残留熱除去系(低圧注水モード)が対象となるため、相反することはない。

なお、有効燃料頂部以下の高さで原子炉压力容器に接続している系統は、原子炉再循環系その他、原子炉冷却材浄化系、ほう酸水注入系等である(下図)。非常用炉心冷却系については、上述したように、有効燃料頂部上の高さで原子炉压力容器に接続していることから、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する隔離弁の開操作を禁止することにより、非常用炉心冷却系が動作可能であることの確認に影響を及ぼすことはない。

4. まとめ

復水貯蔵タンク水量の所要値を第 40 条と第 66 条で異なる値で管理しても、運用上問題ないことを確認した。



図 原子炉圧力容器全体組立図

以 上

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。