

JMTR原子炉施設に係る 廃止措置計画について (審査会合における指摘事項への回答)

令和2年5月12日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
高速炉・新型炉研究開発部門
大洗研究所

No.	指摘事項	回答
10	<p>【添付書類五】 非常用発電機を維持しない考えで、停電時の監視・測定に係るモニタ等の監視については、ソフト的な対応で監視することについて説明すること。</p>	P2～P7
11	<p>【添付書類五】 UCL冷却塔を補修して、第一段階の終わりまでに更新することとしているが、早期に更新したほうが良いと考えている。補修、更新をいつまでに実施するかははっきりと説明すること。</p>	P8～P14

(ヒアリングにおける確認事項)

No.	確認事項	回答
ヒア 3	<p>【添付書類五】 UCL系統の冷却負荷について、内訳を示すこと。(2020.4.15面談時)</p>	P15
ヒア 4	<p>【添付書類五】 UCL系統冷却塔が倒壊した場合について、倒壊しても問題ない理由を記載すること。また、原子炉停止期間中及び廃止措置段階のUCL系統の位置付けについて整理して説明すること。冷却塔を使用しない循環運転とはどういうことか。空気圧縮機の冷却水温度に関することなどを含め説明すること。また、冷却塔を使用しない循環運転が分かる図を資料に入れること。 (2020.4.15面談時)</p>	P16～P19

指摘事項 (添付書類五 廃止措置期間中に機能を維持すべき設備)

非常用発電機を維持しない考えで、停電時の監視・測定に係るモニタ等の監視については、ソフト的な対応で監視することについて説明すること。

□ 原子炉運転又は停止期間中におけるJMTRのディーゼル発電機について

JMTRのディーゼル発電機は、原子炉の運転開始前に起動させ、原子炉運転中の商用電源の喪失に対して、原子炉が安全に停止できるようにするための機器(主循環ポンプ、計測制御設備、制御棒駆動装置、非常用排気設備等)に常時給電を行うものである。原子炉の運転終了後にディーゼル発電機を停止する。

原子炉停止期間中については、JMTRのディーゼル発電機は、商用電源喪失の際に自動で起動するシステムにしていない。このため、原子炉停止期間中のディーゼル発電機の状態は、性能確認のための保守運転を除き、停止状態である。上記、主循環ポンプ、計測制御設備、制御棒駆動装置、非常用排気設備等の運転、各種作業や監視等は商用電源の給電により行っている。

□ 廃止措置段階におけるディーゼル発電機の必要性について

廃止措置段階におけるディーゼル発電機は、原子炉停止期間中と同様に、原子炉を運転することがないため、商用電源の喪失に対して原子炉が安全に停止できるようにするための機器への給電の必要はない。その他、廃止措置段階において商用電源喪失時に以下の維持管理対象設備に給電が可能であるが、次頁に示す措置等により、これら設備・機器への給電の必要はない。

(1) 監視が必要な施設・設備

(2) 気体廃棄物の廃棄設備及び換気設備の非常用排気設備、UCL系統及び空気系統

(3) 液体廃棄物の廃棄設備の第1排水系及び第2排水系のポンプ

(4) 照明設備

(1) 監視が必要な施設・設備

廃止措置段階において、監視が必要な施設・設備は以下である。

- ①放射線管理施設
- ②使用済燃料貯蔵設備(炉プール、カナル等の水位)
- ③液体廃棄物の廃棄設備(貯槽の水位)
- ④火災報知設備
- ⑤施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備

商用電源喪失時の施設・設備の監視は、巡視により施設・設備の状態を目視等で確認する。

また、商用電源の喪失が長期化する場合は、定期的に巡視を行うことで監視する。

なお、商用電源の喪失が長期化する場合のために可搬型発電機を備え、火災報知設備等の設備に給電し、監視を行う。

これら監視項目に対する監視の方法を次に示す。

①放射線管理施設

放射線管理施設の維持対象とその維持機能は以下のとおり(添付五表5-2-1より)。

放射線管理施設	屋内管理用の 主要な設備	エリアモニタ		26台 ^{※1}	放射線監視機能	管理区域を解除するまで
		水モニタ		6台		管理区域を解除するまで
		ガスモニタ		4台		使用済燃料の搬出が完了するまで
		ダストモニタ		6台		管理区域を解除するまで
	屋外管理用の 主要な設備	排水モニタ	水モニタ	1台	放出管理機能	二次冷却設備の解体着手まで
		排気モニタ	ガスモニタ	3台		使用済燃料の搬出が完了するまで
ダストモニタ			2台	管理区域を解除するまで		

※1：屋内管理用のエリアモニタのうち、中性子エリアモニタ(3台)は、原子炉建家から使用済燃料の搬出が完了するまで。

商用電源喪失時は、これらのモニタが停止する。

このうち、屋内管理用の主要な設備については、代替措置として、サーベイメータ等による測定を行い、監視を継続する。

また、屋外管理用の主要な設備については、商用電源の喪失により、換気設備が停止し、換気設備の弁を閉止することにより、排気筒から環境への放射性気体廃棄物の放出は停止するため、排気モニタの監視の必要はなくなる。排水モニタについては、二次冷却設備の冷却塔倒壊により、維持の必要がなくなったため、廃止措置計画認可申請書の補正を予定している。

商用電源喪失が長期化した場合、原子炉建家内は負圧から徐々に大気圧へ移行する。原子炉建家内の圧力が大気圧になると、放射性気体廃棄物が環境へ放出する可能性がある。このため、原子炉建家内の放射線の状況が商用電源喪失直後と比較して著しく変動していないことをサーベイメータ等により確認する。

なお、仮に燃料取扱事故で放射性物質が原子炉建家内に保持されることなく、全て環境へ放出されたとしても、添付三で評価しているとおおり、約 3.1×10^{-6} mSvであり、一般公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

②使用済燃料貯蔵設備(炉プール、カナル等の水位)

商用電源喪失時は、使用済燃料貯蔵設備の水位計が停止するが、同設備に設置されている水位尺により水位を目視で確認できる構造となっているため、使用済燃料貯蔵設備の水位が管理基準以下に低下していないことを目視確認する。

③液体廃棄物の廃棄設備

(原子炉建家内の貯槽水位)

商用電源喪失時は、液体廃棄物の廃棄設備の水位計が停止するため、貯槽への排水を禁止する。また、貯槽への流入の有無については、貯槽への流入音確認及び配管に設置されているサイトグラスにより確認する。なお、商用電源喪失が長期化する場合は、現場指示計を可搬型発電機からの給電により復旧し、水位が管理基準以上に上昇していないことを確認する。

(原子炉建家外の貯槽水位)

商用電源喪失時は、液体廃棄物の廃棄設備の水位計が停止するが、排出元からの廃液を受け入れないことから、貯槽に廃液が流入することはないため、監視の必要はない。

④火災報知設備

商用電源喪失時は、火災報知設備による監視の継続ができなくなることから、可搬型発電機から火災報知設備に給電を行い、設備を復旧させる。復旧させるまでの間は、巡視により施設の状態を目視で確認する。

⑤施設への第三者の不法な接近等を防止するための設備

商用電源喪失時は、設備に設けられている無停電電源装置から給電できる構造となっているため、監視は継続できる。また、無停電電源装置からの給電がある間、可搬型発電機による給電に切り替えて監視する。

以上の商用電源喪失時の監視方法については、現行の保安規定で要求される「運転手引」に相当するような、廃止措置期間中における「管理手引」を作成し、その中に記載する。

(2) 気体廃棄物の廃棄設備及び換気設備の非常用排気設備、UCL系統及び空気系統

商用電源喪失時には、気体廃棄物の廃棄設備及び換気設備の非常用排気設備が停止する。これにより、排気筒から環境への放射性気体廃棄物の放出は停止するが、原子炉建家内で作業を実施している場合は、作業を停止し、原子炉建家から作業員を退避させるため、安全上の問題はない。また、UCL系統及び空気系統が停止しても同様である。

(3) 液体廃棄物の廃棄設備の第1排水系及び第2排水系のポンプ

本ポンプは、廃液の移送時に使用するものであり、移送途中に商用電源喪失が発生し、ポンプが停止したとしても、廃液は配管内に封じ込められているため安全上の問題はない。

(4) 照明設備

商用電源喪失時には、ハンドライト等を使用して巡視等を行うため、安全上の問題はない。

以上のことから、廃止措置段階において、商用電源喪失時にディーゼル発電機によりこれら維持管理対象設備に給電を行わなくても、これら設備・機器の機能を維持することができる。そのため、ディーゼル発電機は、廃止措置期間中における維持管理対象設備に含めないものとする。

なお、ディーゼル発電機の撤去については、第2段階以降で実施する予定であるが、その間の取扱いについては、廃止措置段階で作成する「管理手引」に、必要な点検項目や運用方法を定めるものとする。

指摘事項

UCL冷却塔を補修して、第一段階の終わりまでに更新することとしているが、早期に更新したほうが良いと考えている。補修、更新をいつまでに実施するかははっきりと説明すること。

□ UCL系統冷却塔の補修について

UCL系統冷却塔の補修は今年度2回に分けて実施する。1回目の補修は、今年の台風に備えて、応急的な補修を8月中に完了させ、恒久的な措置を今年度中に完了する計画を進めている。応急的な措置としては、前回の審査会合で示した通り、構造計算結果と針貫入試験結果により、最下段の筋かいが風荷重(水平応力)に対して圧縮力が大きく、残存断面積比が小さかったことから、最新の建築基準法で算出した検定比の評価結果に基づいて、交換すべき木材を決定し、交換・補修することとする。恒久的な措置としては、健全性調査で腐朽している木材(筋かい、柱、等)を交換し、更新するまでの間、点検により維持管理する。

□ 小型の冷却塔の更新の考え方について

UCL系統冷却塔の小型化については、廃止措置計画の変更申請、予算措置を含めて、令和6年度(2024年度)に更新工事を行い、令和7年度(2025年度)から運用することを計画する。すなわち、UCL系統設備に接続されている維持管理対象設備の分類及び必要流量の評価に基づき、設備・機器の冷却塔への接続方法、それらの冷却塔の選定と工事方法の決定を行い、廃止措置計画変更申請の認可後に早急に更新工事に着手したい。更新する冷却塔の予算については現在申請している。

健全性調査のまとめ

令和2年3月11日審査会合の説明により、UCL系統冷却塔の健全性調査のまとめは、以下のとおりである。

① UCL系統冷却塔の構造評価

新旧の建築基準法による検定比の評価を行い、最下段の筋かい(東-西方向)が最も厳しい検定比である。

② 木材の健全性評価

最下段筋かいの残存断面積比の評価結果から、残存断面積比の最小は0.6であった。また、冷却塔上部で劣化の激しい個所が一部あった。

③ 気象データの調査

過去10年間に於ける敷地内の風速・風向を調査した結果、最大瞬間風速35m/s(最大風速17m/s)相当の強風が毎年起こる。

UCL系統冷却塔の対応

- ① 巡視点検、月例点検の点検項目の明確化
⇒ 令和2年4月1日より実施
- ② 冷却塔の応急的な措置(木材の交換・修理)
⇒ 令和2年8月までに完了予定
- ③ 冷却塔の恒久的な措置(木材の交換・修理)
⇒ 令和3年3月までに完了予定

原子力機構大洗研究所における過去10年間の風速・風向
(気象観測露場 10m高の風速・風向)

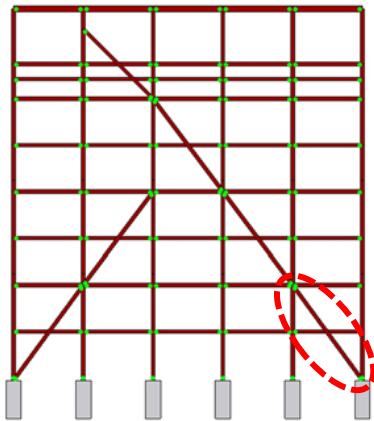
	最大値観測時刻	最大瞬間風速 (m/s)	最大風速 (m/s)	風向
2009年度	2009年10月8日10時20分	26.5	8	SSW
	2009年10月8日10時30分		8.5	SSW
2010年度	2010年4月2日8時00分	26.3	11.4	SW
	2010年4月2日8時10分		11.1	SW
2011年度	2011年9月21日18時50分	31.2	11.1	S
	2011年9月21日19時00分		10.8	S
2012年度	2012年6月20日1時50分	29.3	12.4	SW
	2012年6月20日2時00分		11.9	SW
2013年度	2013年10月16日6時40分	32.9	16.9	NE
	2013年10月16日6時50分		14.4	NE
2014年度	2015年1月15日18時40分	21.1	6.7	NNE
2015年度	2016年1月18日13時20分	25.4	12.4	NE
	2016年1月18日13時30分		6.9	NE
2016年度	2016年8月22日17時10分	28.6	10.1	SSW
	2016年8月22日17時20分		10.6	SSW
2017年度	2017年10月22日24時00分	31.2	11.4	NE
	2017年10月23日0時10分		10.1	NE
2018年度	2018年10月1日3時40分	28.8	11.5	SSW
	2018年10月1日3時50分		11.6	SSW
2019年度	2019年7月7日13時30分	21.3	8.4	NNE
	2019年7月7日13時40分		8.4	NNE
2019年度	2019年9月9日7時00分	30.9	10.3	E
	2019年9月9日7時10分		9.4	
2019年度	2019年10月12日23時10分	29.3	14.0	SSW
2020年度	2020年4月13日15時00分	35.3	16.3	NNE

※ 各年度における最大瞬間風速の最大値(太字)。各年度における最大瞬間風速の最大値を記録した同時間帯の最大風速(10分平均)も記載。

○ UCL系統冷却塔の構造評価及び針貫入試験により、冷却塔の状態を把握。

最新の建築基準法(風速:最大風速(10分間の平均値))に基づき、腐朽を考慮した検定比評価(例)

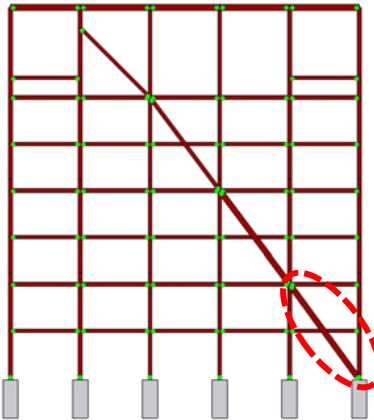
(1) Main Bent : 東-西4/E~F(最下段部筋かい・中央部/接合部)



風速	残存 断面積比	①発生軸力 (kN)	評価基準値(短期許容圧縮力)		検定比	
			②腐朽無 (kN)	③腐朽有 (kN)	腐朽無 (①/②)	腐朽有 (①/③)
基準風速 34m/s	0.740	21.80	36.96	18.81	0.59	1.16
最大風速 20m/s※	0.740	7.54	36.96	18.81	0.20	0.40

※:大洗研の気象観測露場で観測した過去10年間の最大風速16.9m/sに対し、裕度を見て、最大風速20m/sとした概略計算結果。

(2) End Bent : 東-西5/E~F(最下段部筋かい・接合部)



風速	残存 断面積比	①発生軸力 (kN)	評価基準値(短期許容圧縮力)		検定比	
			②腐朽無 (kN)	③腐朽有 (kN)	腐朽無 (①/②)	腐朽有 (①/③)
基準風速 34m/s	0.604	16.90	58.86	13.04	0.29	1.30
最大風速 20m/s※	0.604	5.85	58.86	13.04	0.10	0.45

※:大洗研の気象観測露場で観測した過去10年間の最大風速16.9m/sに対し、裕度を見て、最大風速20m/sとした概略計算結果。

- 最新の建築基準法による評価(基準風速34m/s(大洗町))から、木材の劣化状態を考慮した場合、東-西方向の筋かいで検定比が「1」を超える箇所があることを確認。
- 昨年の台風15号と同等の強風では、現状のUCL系統冷却塔の木材の劣化状態を考慮しても、検定比は「1」未満であることを確認し、倒壊はしないと考えられる。



応急的な措置として、東-西方向の最下段筋かいを令和2年8月までに全数交換。

1. 木材の交換・補修 (南-北方向は検定比「1」未満※1)

2. 交換・補修後の対応

- (1) Main Bent (東-西方向) : 最下段筋かい 2か所×3構面=6本
- (2) End Bent (東-西方向) : 最下段筋かい 1か所×2構面=2本

	筋かい位置	対象筋かい	検定比「1」以上となる残存断面積比の目安	検定比「1」以上の本数	補修後の「1」未満の割合
Main Bent	最下段	6本	0.80	3本	100%
	2段目	6本	0.78	—※2	—※2
	3段目	3本	0.73	—※2	—※2
	4段目	3本	0.66	—※2	—※2
End Bent	最下段	2本	0.69	1本	100%
	2段目	2本	0.71	—※2	—※2
	3段目	2本	0.68	—※2	—※2
	4段目	2本	0.48	—※2	—※2



台風等の強風の対策として行っている4方向からのワイヤーロープによる固定は継続

※1:南-北方向 最下段部の筋かいの検定比は全て0.75未満(検定比「1」以上の本数:0本/10本)であり、裕度があることを確認。
 ※2:2~4段目の筋かいについては、恒久的な措置の際に評価(二次冷却塔の倒壊事象より、腐朽の激しい最下段部を重点的に実施)


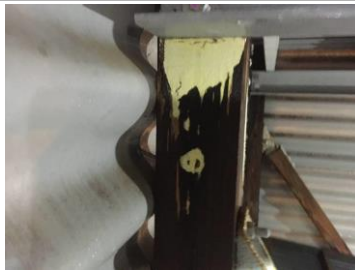
- 今年度の台風シーズン後、UCL系統冷却塔の木材（筋かい、柱など）を交換し、小型冷却塔に更新するまで維持管理する。



恒久的な措置として、劣化が激しい木材を令和3年3月までに実施。

1. 木材の交換・補修

- (1) 冷却塔の2～4段目の筋かいの検定比を評価し、検定比「1」を超えるものについては、交換・補修を行う。
- (2) 冷却塔の中上部の劣化している木材は交換・補修する。

(上部)	桁材部	柱頂部	柱上部
写真			

2. 交換・補修後の対応

点検は、「視診、触診、打診」を行うとともに、木材の腐朽状況を測定する。前述の評価方法に基づいて、検定比が「1」を超える筋かいについては、交換・補修をする。

小型冷却塔の更新に係る基本方針 (UCL系統冷却塔と同様なシステムを想定した場合)

- ① 廃止措置計画認可後、維持する設備に必要な冷却能力を有する設備とする。
- ② 冷却塔は既製品とし、既製品に合わせた循環ポンプによる循環方式とする。
- ③ 廃止措置に合わせて、既存UCL系統設備である高架水槽、ポンプ等は撤去する。

項目 \ 年度	R1 2019	R2 2020	R3 2021	R4 2022	R5 2023	R6 2024	R7 2025	R8 2026	R9 2027	R10 2028	R11 2029	R12 2030	
原子力機構・中期計画	第3期中長期計画			第4期中長期計画						第5期中長期計画			
廃止措置計画	審査段階	第1段階								第2段階			
			認可							認可			
				変更認可申請 (UCL系統の撤去等に係る変更)						変更認可申請 (第2段階に係る変更)			
二次冷却塔倒壊に係る水平展開の対応	UCL冷却塔の運用												
1) UCL冷却塔の補修							(交換・補修後、約4年間維持管理する)						
① 補修時の構造評価	(応急的な措置、恒久的な措置)												
② 交換・補修工事													
2) 小型冷却塔の更新	小型冷却塔の運用 (第4段階の管理区域解除まで維持)												
① 基本設計			設計*										
② 更新工事					工事								
	※:基本設計は、R2前倒して起票												
UCL冷却塔取替えに係る関連設備の検討													
1) 高架水槽の撤去	取纏め												
2) ポンプ室の撤去													
							撤去工事						
							ポンプ・配管等の撤去工事						
	(ポンプ室建家は有効活用)												

小型冷却塔の更新及び廃止措置に係る検討項目

小型冷却塔の更新に係る基本方針に加え、廃止措置に向けた冷却塔の位置づけについて検討。

① 廃止措置期間中の維持管理対象設備に基づく冷却系の構築 ⇒ **2系統の冷却系**

	UCLシステムに接続されている設備・機器		必要流量 (m ³ /h)	維持管理 対象設備	維持期間
	現在 (廃止措置計画認可前)	廃止措置計画認可後			
(1)	ループの終段冷却系※ ¹	—	(200)	—	—
(2)	炉外試験設備※ ¹	—	(120)	—	—
(3)	ディーゼル発電機	(ディーゼル発電機)	(50)	無	第2段階以降撤去
(4)	空気圧縮機	空気圧縮機	10	有	管理区域解除まで
(5)	制御棒駆動装置※ ¹	—	(5)	—	—
(6)	ターボ冷凍機※ ²	(ターボ冷凍機)	(450)	無	(管理区域解除まで)

※¹：廃止措置計画認可後、UCL冷却システムから切り離す予定。 ※²：原子炉建家内の冷房・除湿のために使用している機器。

② 冷却系の設計・設置・運用に係る考え方の検討

空気圧縮機

- 設計・設置 ⇒ 設計及び工事の方法の認可（設工認）相当に基づいた技術基準で実施。
- 運用 ⇒ 「管理手引」に基づき、点検項目、運用方法を定める。

ディーゼル発電機、ターボ冷凍機

- 設計・設置 ⇒ 産業規格（JIS）等に基づいて実施。
- 運用 ⇒ 機構の定める要領に基づき、運用方法を定める。

確認事項（2020.4.15面談時）

UCL系統の冷却負荷について、内訳を示すこと。

原子炉設置変更許可申請書では、UCL系統からの冷却水の供給先は、ループの終段冷却系、炉外試験設備、ディーゼル発電機、空気圧縮機、制御棒駆動装置と記載されており、原子炉運転期間中に必要な設備・機器への供給量は $385\text{m}^3/\text{h}$ である。また、上記設備以外に、原子炉建家の空調設備であるターボ冷凍機の冷却水もUCL系統から冷却水を供給しており、冷却水の供給量は最大 $835\text{m}^3/\text{h}$ である。

廃止措置期間中においては、ディーゼル発電機、空気圧縮機、ターボ冷凍機への供給を行い、供給量は $510\text{m}^3/\text{h}$ である。原子炉運転期間中の供給量を100%とした場合、廃止措置期間中は約60%の供給量があれば、必要な機器の冷却を行うことができる。

P14 【No.11】 審査会合における指摘事項の回答（補足説明）
5. UCL系統の更新計画(案)（2/2）

参照



確認事項 (2020.4.15面談時)

UCL系統冷却塔が倒壊した場合について、倒壊しても問題ない理由を記載すること。また、原子炉停止期間中及び廃止措置段階のUCL系統の位置付けについて整理して説明すること。冷却塔を使用しない循環運転とはどういうことか。空気圧縮機の冷却水温度に関することなどを含め説明すること。また、冷却塔を使用しない循環運転が分かる図を資料に入れること。

□ 原子炉停止期間中において冷却塔が倒壊した場合

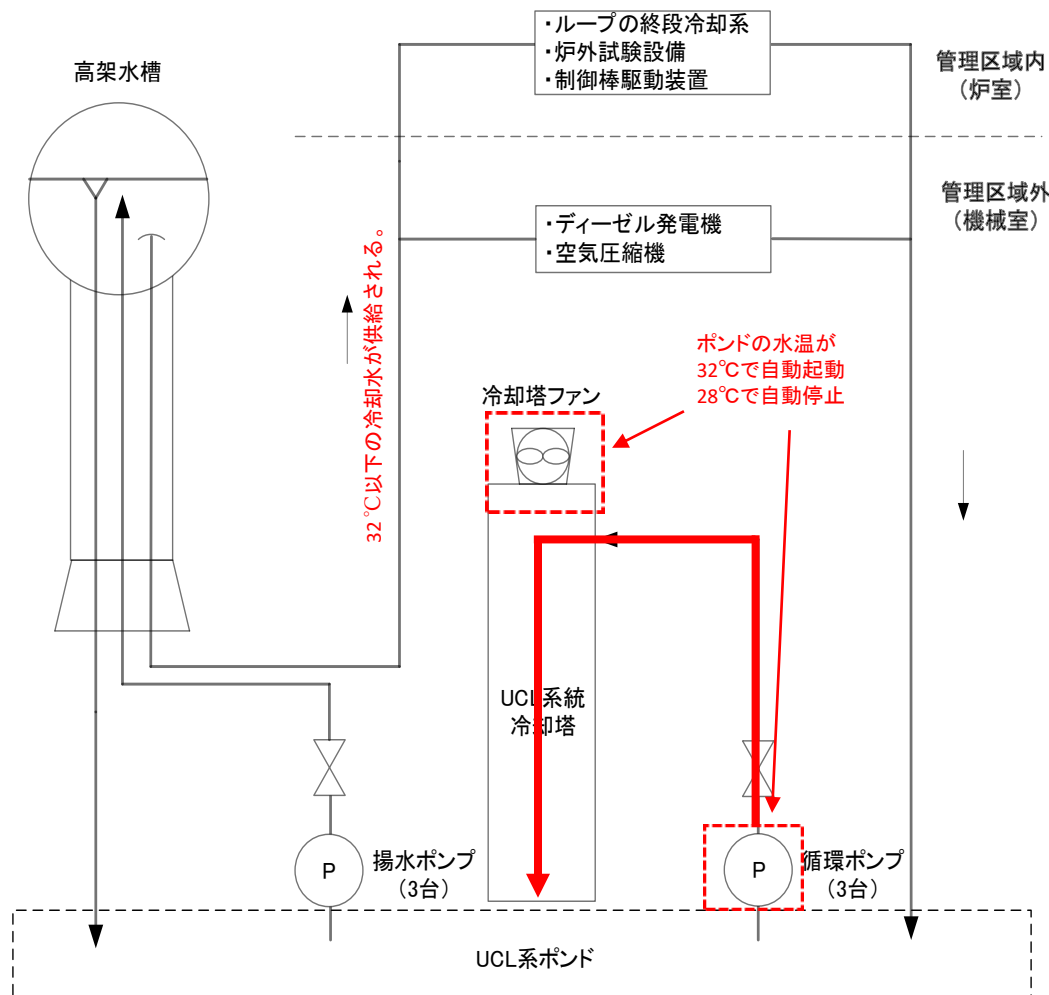
原子炉停止期間中では、原子炉の運転はないため、UCL系統に接続されている設備のうち、常時運転しているものは空気圧縮機のみである。冷却塔が倒壊した場合、UCL系統をすべて停止させ、接続されている設備も停止させるため、空気圧縮機も停止し、関連する換気設備が停止することになる。この場合、原子炉建家内での作業は停止し、作業員は退避するため、作業上は問題はない。また、仮に燃料取扱作業を行っていたとしても、燃料取扱作業は水中かつ手動で移動することから、速やかに所定の位置に戻すことが可能であるため、UCL系統の停止に影響されず、問題はない。これらのことから、冷却塔が原子炉停止期間中に倒壊したとしても問題はない。

□ UCL系統の冷却塔を使用しない運転について

UCL系統には、参考図の通り、空気圧縮機等の負荷設備を冷却する配管ラインと、冷却塔を使いポンドの水を冷却する配管ラインがある。

UCL系統運転中は、揚水ポンプは常に起動している。冷却塔へは、ポンドの水温が32℃になると循環ポンプが起動し、連動して冷却塔ファンが起動し、ポンドの水温を下げ、設備・機器に冷却水を供給する。一方、ポンドの水温が28℃になると循環ポンプ及び冷却塔ファンは停止し、冷却塔への循環は停止する。この運転条件は、UCL系統に接続されている各設備・機器への供給温度が32℃を超えないことと設工認書で指定されていることから設定されている。

もし、冷却塔が倒壊した場合、揚水ポンプを使用した循環のみで、空気圧縮機への冷却水の供給は可能である。しかし、揚水ポンプによる循環のみでは水温の制御ができないことから、外気温が上昇する夏季(7月中旬～9月中旬の約2ヶ月間)については、供給温度である32℃を超える場合は循環運転ができない可能性が生じる。この期間については、空気圧縮機は停止し、関連する換気設備も停止することになり、原子炉建家内での作業等は行わない。



【冷却塔の概要】

UCL系統ポンドの温度が32℃になると、循環ポンプ及び冷却塔ファンが自動起動し、ポンドの水温を下げる。

ポンドの水温が28℃まで下がると、循環ポンプ及び冷却塔ファンが自動停止する。

これによりUCL系統の冷却水の温度を制御している。

参考図 UCL系統概要図

□ UCL系統の位置付け

UCL系統は、現行の保安規定に基づき、「原子炉運転開始前に正常な状態にしているべき系統及び設備」として、原子炉運転中及び原子炉停止中の巡視を行っているが、保安規定に基づく定期自主検査の対象外として、機構が自主的に行う点検により維持管理している。

廃止措置段階においては、「発電用原子炉施設及び試験研究用原子炉施設の廃止措置計画の審査基準」に基づき、維持管理対象設備を選定した結果、「その他の安全確保上必要な設備」に該当するものとして、保安規定に基づく巡視及び「管理手引」等により維持管理する。なお、現行の保安規定と同様に、定期自主検査の対象外とする。