

事前調整（プレコンディショニング）について

「共通事項に係る検査ガイド」の「付録4：事前調整の妥当性確認」（添付参照）に確認の目的として以下のように記載されている。

（共通事項に係る検査ガイドより）
事故・トラブル時において、安全上重要な SSC が許認可図書で定められている機能要求を満足すること、つまり動作可能性を確実なものとするために事業者等が実施している事前調整について、その妥当性を確認する。

「事前調整（プレコンディショニング）」の実施について、現行サーベイランスの実態を踏まえた整理を行い、事前調整の妥当性および対応案は以下の通り。

事前調整（プレコンディショニング）の妥当性および対応案

系統名	実施内容	妥当性・対応案
非常用炉心冷却系（全般） 原子炉格納容器スプレイ系	ポンプ起動前の封水クーラベンディング （メカシールメント）	設備保護の観点（エア溜まりがないことの確認）でポンプ起動前にメカシールメントを実施している。 実際にこれら系統の機能へ影響を及ぼすほどの空気が滞留することはないため、試験合否（判定基準）に影響するものではないと考えているが、定期的な保全活動として実施することとし、起動前の実施は取りやめる。 （サーベイランス手順書から削除する。また、必要により保安規定に除外規定を追加する。）
	格納容器スプレイ弁間ベント・ドレン	弁作動試験を実施する際に弁間内のドレンが格納容器内へ流出することを防止するために実施する。弁作動試験への影響は無いことから現状通り実施する。
非常用炉心冷却系 （原子炉隔離時冷却系：RCIC）	<原子炉起動時のサーベイランスに限る> ① 0.98 MPa 到達にて自主的な確認運転 ② 1.03MPa でのサーベイランス ③ 定格圧力到達後、試運転（試験調整弁の開度調整などテストラインの系統構成確認） ④ サーベイランス（定事検）	RCICサーベイランス（原子炉起動時に限る）については、その試験前に保全活動の一環として試運転を実施している。RCICは原子炉起動時にしか機能が確認出来ない系統であることから、保全活動の最終的な試運転及びサーベイランス双方とも原子炉起動後に実施する必要がある。これらの試運転は自主的な保全活動の一環でありサーベイランスに係る事前調整には該当しないと考えているため現状通り実施する。（詳細は別紙1参照） なお、起動前に係る試運転におけるLCOの扱いについて、保安規定上明確化を図ることとする。

系統名	実施内容	妥当性・対応案
タービン動補助給水ポンプ	タービン、駆動蒸気ラインウォーミング※1	<p>起動前における、駆動蒸気ラインのウォーミングについては、過渡的な温度急変を極力機器に与えないようにするため、及び水分を含んだ蒸気がタービンに与える衝撃力を抑えるために長期的な機器保護の観点から定例試験前に実施しており、メーカー推奨事項である。</p> <p>月例試験においては、ポンプ出口圧力安定後の確認により性能が維持されていることを判定することとしており、また温度は判定基準に含まれないことから、ウォーミングの有無が試験合否（判定基準）に影響するものではない。</p> <p>以上のことから、起動前における、駆動蒸気ラインのウォーミングについては、設備保護の観点からポンプ起動前に実施する事は有益なものであることから、設備の重要性を考慮し、今後も実施することを考えている。</p> <p>なお、定事検においては、事故時と同様の条件（ウォーミングなし）で実施し動作可能性を確認することとする。</p>
ディーゼル発電機	負荷試験前のDGターニング、注油、エアラン	<p>ターニング・注油・エアランは、水分と油分の除去や、ピストン・シリンダに潤滑油を塗布することを目的に実施するものである。（詳細は別紙2参照）</p> <p>ターニング・注油については、定期的な保全活動等で実施していることで十分であるが、設備保護の観点から月例試験における DG 起動前に実施することは有益であり、メーカー推奨事項※2である。</p> <p>月例試験前のターニング中に異常が発生した場合は、試験を中止し、原因を確認（待機除外）することから、試験合否（判定基準）に影響するものではないと考えている。</p> <p>また、米国においても規制ガイドに記載があるとおり、起動試験前の予備潤滑を推奨しており、一部のプラントで予備潤滑運転を実施している。</p> <p>以上のことから、ターニング・注油については、設備保護の観点から計画的なDG起動前に実施することは有益なものであることから、設備の重要性を考慮し、今後も実施することを考えている。*3</p> <p>エアランについては、設計上、月例試験前に実施せずとも起動可能であるが、シリンダ内の水分、油分等の除去等の設備保護の観点から月例試験における DG 起動前に実施することは有益であり、メーカー推奨事項として、月例試験前に実施している。</p> <p>エアラン時に異常が発生した場合は、試験を中止し、原因を確認（待機除外）することから、試験合否（判定基準）に影響するものではないと考えているが、機関起動における主要機器（主始動弁等）を動作させることになり、この操作が試験・検査結果へ与える影響を評価することは困難であるため、保全活動として実施することとし、起動前の実施は取りやめる。（サーベイランス手順書から削除する。）</p>
	空気だめドレン抜き	<p>空気だめドレン抜きについては、実際にDG起動に影響を及ぼすほどのドレンが滞留することはないため、試験合否に影響するものではないと考えているが、定期的な保全活動として実施していることから、起動前の実施は取りやめる。（サーベイランス手順書から削除する。）</p>

※1：サーベイランス前にライン構成して実施する追加ウォーミング（通常の待機状態で実施している常時ウォーミングを除く）

※2：非常用 DG に対するプレコンディショニングの必要性については、プラント事故時等での通常待機状態からの自動起動において追加要求しているものではなく、プレコンディショニングを行わない場合、急激な温度過渡や摺動部の摩耗等により、徐々に劣化進行していく可能性があり、点

検の部品交換頻度の増加、万が一の場合は機器の損傷に繋がることから、これらの負担を低減するために推奨するもの。

※3：実施の要否については、各事業者判断による。

以 上

別紙1：定検起動時における RCIC サーベイランスについて

別紙2：DG サーベイランス前のターニング、注油、エアランについて

定検起動時における R C I C サーベイランスについて

1. はじめに

BWRプラントにおいては定検起動時において原子炉隔離時冷却系（以後 R C I C）の起動試験を行っている。この行為が、「許容できない事前調整（プレコンディショニング）」に該当するか否かを下記の通り整理した。

2. R C I C の性能確認の必要性について

R C I C は 1 系統の完全配管破断を含むあらゆる冷却材喪失事故時に、他の非常用炉心冷却系と共に作動して炉心の冷却を適切に行い燃料被覆材の劣化を防止する重要な系統であり、重大事故等対処設備にも位置付けられている。そのため、設備の高い信頼性を確保するために適切な保全活動を行うことは重要である。R C I C タービンの駆動源は原子炉から発生する主蒸気であることから、定検時に設備の点検等を行い、点検結果の確認・評価として試運転を行う際、原子炉起動に合わせて実施する必要がある*。

この為、ほとんどの BWR 各社は定検起動の過程で確認運転を行っている。

*一部のプラントは所内蒸気（HS）にて試験可能だが、内部溢水からの要求で所内蒸気系を原子炉建屋内で使用する事が困難な状況

3. サーベイランスと「許容できない事前調整」の位置付け

原子炉運転中に機能が期待される設備に係るサーベイランスとして、基本的には下記 2 通りある。

- ① 定検時（点検等の後）に実施するサーベイランス（定事検を含む）
- ② 運転中（運転上の制限適用期間）に定期的実施するサーベイランス（定例試験）

前者①は設備保守箇所が実施する原子炉起動前の保全活動の最終的な確認行為である。設備の健全性を確認し原子炉起動前点検として完了した後、設備管理箇所（運転）へ引き渡され、運転上の制限が適用された時期以降、②により運転管理として定期的に「動作可能であること」を確認し、設備の機能維持を確認していくこととなる。

「共通事項に係る検査運用ガイド」へ記載のある「許容できない事前調整」とは、運転中（運転上の制限適用期間内）に機能維持されているべき設備の動作可能性を確認するために実施する定例試験において、事前調整を行うことで、本来その設備が維持されている状態であることを正確に把握することが困難となること、すなわち、運転中にこれらの設備が事故時に本来の機能が発揮できるか否かが確認出来なくなる恐れがあることが本質的な問題と考える。

一方で、①のサーベイランスについては、次回定検までの間、機能を維持させるため保全活動を実施し、その結果を確認し、確認した時点が設備の機能維持期間の「起点」となることから、前述の「許容できない事前調整」が引き起こす問題とは関連しないと考える。

なお、同ガイドにおける「分解点検等のメンテナンス直後に実施される試験の直後に保安規定で定められているサーベイランスを実施してはならない。」との記載についても、②のサーベイランスが対象と考えており、定例試験前にメンテナンスを行うことで設備の維持状態が変化してしまい、正確な設備状態の把握を阻害しないようにとの趣旨で記載されているとの認識である。

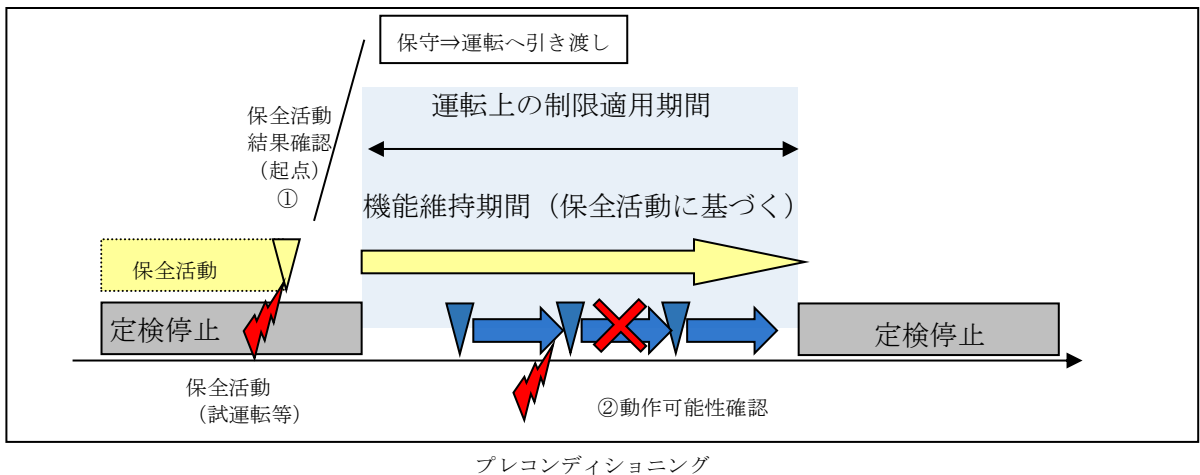


図1：基本的な概念

4. RCICの場合（柏崎刈羽7号炉）

RCICは原子炉起動後のみ試運転が可能となる特殊な系統となる。そのため、保全活動の最終的な確認が原子炉起動後になる。また、サーベイランスとして、原子炉圧力1.03MPaと原子炉圧力定格時に実施することとしている。

柏崎刈羽7号炉の定検起動時のRCICの状態を示す（添付資料1）。原子炉初臨界操作完了後、原子炉圧力上昇を操作するが、原子炉圧力が0.98MPaに到達した段階でタービンバイパス弁（TBV）操作により原子炉圧力を一定に維持する（出力上昇→TBVの開度上昇する為、原子炉圧力は上昇しない）。

RCICの駆動源は主蒸気である為、TBVにより制御可能な範囲まで原子炉出力を上昇させ、RCIC起動による原子炉圧力変動を制御した上で、分解点検等の確認運転を実施している。その後、TBVの開度を調整すると共に出力増の操作を行い、1.03MPa到達及び原子炉定格圧力到達後において、保全活動の最終的な確認となるサーベイランスを実施し、そこが運転上の制限が適用される「起点」となる。

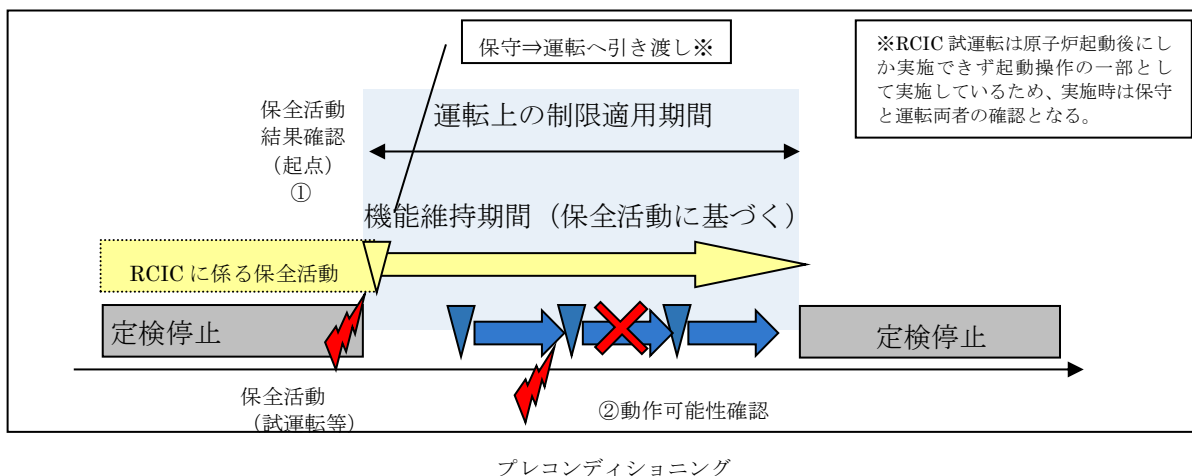


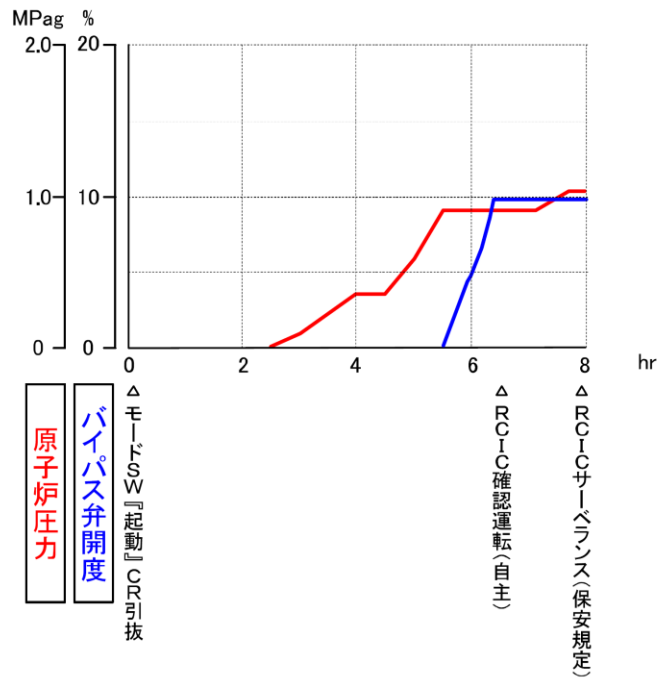
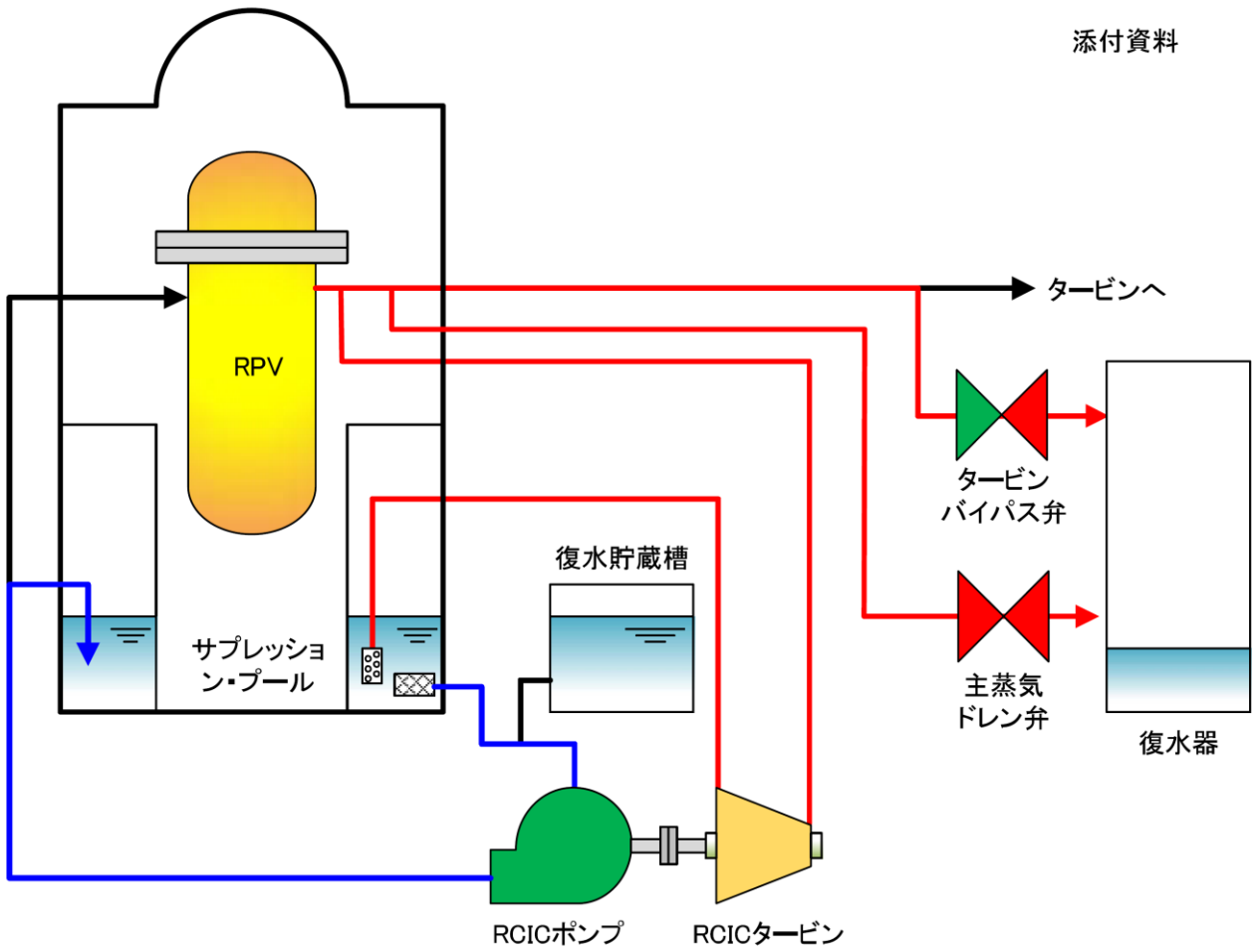
図2：RCICの場合

3. で記載した通り、R C I Cは特殊な系統であることから、保全活動後の試運転を原子炉起動後に実施しているものの、あくまでも1. 0 3 MPa 到達時及び原子炉定格圧力到達後が運転上の制限適用の起点となることから、これらのサーベイランスの位置付けは①である。

5. まとめ

以上により、柏崎刈羽7号炉他BWRプラントの場合、R C I Cは分解点検等の確認運転終了時に保安規定上要求されるサーベイランスを実施しているものの、保全活動後の試運転であることを踏まると「許容できない事前調整」に該当しないと考える。

以上



DGサーベイランス前のターニング、注油、エアランについて

1. はじめに

DGのサーベイランス前には設備保護を目的にシリンダ内の水分、油分等の除去やシリンダ全域へ潤滑油を塗布するため、ターニング、注油、エアランを実施することが推奨されている。この行為が、「許容できない事前調整（プレコンディショニング）」に該当するか否かを下記の通り整理した。

2. DGターニング、注油、エアランの必要性について

(1) ターニング、注油

機関停止中は、プライミングポンプにより機関に潤滑油を供給しているものの、ピストン・シリンダの潤滑油は、DGを待機状態で放置した場合に、油膜切れするため、適度な間隔でターニング（注油機構による注油含む）を実施し、潤滑油を塗布する必要がある。これを実施しない場合には、非計画的な「S I / B O信号による非常用DGの急速起動」が発生した場合に、ピストン・シリンダの潤滑油が油膜切れしている場合があり、結果的に機関の損害を引き起こす可能性がある。

これを踏まえ、定期的なターニングに加え、機関起動前のターニング（注油機構による注油含む）はメーカー推奨事項となっている。

(2) エアラン

エアランについては、燃料を遮断した状態で内燃機関を数秒間低回転させることにより、運転開始前に摺動部位（ピストン、シリンダ、クランク、軸受等）の異常の有無を確認できる行為、およびターニング・注油行為と同様にシリンダ他に潤滑することより油膜切れを防止する等、設備故障があった場合の影響は最小限に抑えることができ、安全上のリスク（大事故※の可能性や設備故障による長期停止リスク）を避けることが可能となる。また、通常の起動と同様の圧力で機関を回転させ主軸、ピストンに潤滑油を供給させることができるため、機関前の予備潤滑としては有効な手段である。

これを踏まえ、機関起動前のエアランはメーカー推奨事項となっている。

※ 引火爆発事故・連接棒飛び出し事故・クランクへの吹き抜け事故等

3. 動作可能性の確認への影響

(1) ターニング、注油

ターニング時には以下の項目を確認しており、不具合が確認されれば、その行為を停止し、待機除外とし原因を確認（DG機能喪失）することとしており、動作可能性（試験可否）に影響するものではなくプレコンには該当しないと考えている。

なお、ターニング、注油については、起動を目的としているものでなく、低速で回転させることにより、ピストン・シリンダの油膜切れを防止するものであり、定期的な保全活動によりターニング・注油を実施すれば、油膜切れを起こすことはない。仮に油膜切れを起こしていた場合は、起動前のターニングにより検知できることから、機関起動における主要機器の状態変化による動作可能性（試験可否）に影響しない。

(ターニング時の確認項目例)

- ・インジケータ弁からの水、油漏れがないこと
- ・機関、発電機の異音の有無 など

(2) エアラン

エアラン時には以下の項目を確認しており、不具合が確認されれば、その行為を停止し、待機除外とし原因を確認（DG機能喪失）することとしている。

一方で、エアランを実施するにあたっては、主始動弁等を動作させ、機関回転数を上昇させる操作であるが、この操作が試験・検査結果への与える影響を評価することは困難であり、動作可能性（試験可否）に影響を及ぼす可能性を否定できない。

(エアラン時の確認項目例)

- ・インジケータ弁からのガス、水、油が噴出しないこと
- ・機関の回転が円滑であること など

4. 米国におけるDGプレコンディショニングの実施状況

米国においては、Tech spec、準用規格である規制ガイド(Regulatory Guide 1.9)にも記載がある通り、起動試験前の予備潤滑を推奨しており、かつ、検査マニュアルで容認されるプレコンディショニング例として挙げられている。

また、標準審査指針(SRP) 9.5.7 項「EDG lubricant system」に、予備潤滑の時間は手動起動の前に3～5分、それ以外はDGメーカーの推奨によると記載されており、種類としては、電動で起動するものの他、常時運転あるいは間欠運転のシステムがあると記載されている。

なお、米国での運転中 WH-PWR プラントの FSAR にも、ほとんどのプラントで、予備潤滑または常時運転のシステムを導入している。(添付資料参照)

5. まとめ

以上により、DGの予備潤滑（ターニング、注油）は、メーカー推奨による設備保護のための事前調整であること、動作可能性に影響するものではないこと、米国においてもDGの予備潤滑は容認されていることから、「許容できない事前調整」に該当しないと考える。

エアランにおいては、メーカー推奨による設備保護のための事前調整であるものの、動作可能性（試験可否）への影響、米国の実施状況を踏まえ、保全活動として実施することとし、起動前の実施は取りやめる。

米国 WH-PWR のディーゼル発電機の予備潤滑に関する FSAR の記載内容

原子炉名	予備潤滑のシステム／予備潤滑の方法
Beaver Valley-1/2	非常用ディーゼル発電機潤滑システムには、電動保温／予備潤滑ポンプ、ロッカーアーム交流電源駆動予備潤滑ポンプがある。 ディーゼルエンジンの電動保温／予備潤滑ポンプは、エンジンの停止時に連続運転し、ロッカーアーム部品を除く他の重要な部品に潤滑油を循環する。 ロッカーアームの予備潤滑ポンプは、 <u>ディーゼルエンジンの起動時（非常時の起動を除く）に、メーカーが推奨する 5～30 分間、手動で運転する。</u>
Braidwood-1/2	エンジン停止時及び起動中、電動循環ポンプで潤滑油を供給し予備潤滑する。 ポンプはエンジンの回転数が 280rpm 以下で常時運転する。
Byron-1/2	(Braidwood と同じ)
Callaway	ロッカーアーム潤滑システムには電動予備潤滑ポンプがあり、 <u>試験開始前に手動で運転する。</u> 予備潤滑ポンプは毎週 1 回、5～30 分間運転する。運転時間は内臓タイマーにより 5～30 分の間で調整が可能。
Catawba-1/2	ディーゼルエンジンの停止時に、電動予備潤滑油ポンプを連続運転する。
Comanche Peak-1/2	ディーゼルエンジンの手動起動前の、予備潤滑は要求しない。 エンジンの停止時に、電動予備潤滑ポンプは自動で起動する。 潤滑油の再循環は、エンジンの起動信号を受けるまで継続される。
D.C.Cook-1/2	(明記なし)
Diablo Canyon-1/2	ディーゼルエンジンの停止時に、小型の予備循環ポンプにより潤滑油は継続的に循環される。
Farley-1/2	<u>電動予備潤滑ポンプを使用して、エンジンの起動前（自動起動以外）にメーカーの推奨に従ってロッカーアームシステム、エンジンベアリング等を予備潤滑する。</u>
Ginna	ディーゼル発電機エンジンの潤滑は、予備潤滑ポンプとエンジン駆動潤滑油ポンプによって行われる。エンジンを速やかに起動するために、予備潤滑及び予熱をしておく必要がある。 エンジンが起動した後は、予備潤滑ポンプと予熱ヒーターの電源が切れ、エンジン駆動潤滑油ポンプが潤滑油を提供する。
Indian Point-2/3	(2号機) 非常用電源ユニットの停止時に、予備潤滑ポンプにより潤滑油を循環させる。 (3号機) エンジンの停止時に、各ディーゼルエンジンの予備潤滑ポンプにより潤滑油を循環させる。
McGuire-1/2	ディーゼルエンジンの潤滑油システムには、潤滑油ポンプがあり、エンジン駆動ポンプが最高速度に達するまで、及びエンジンの停止後に、潤滑油を自動的に循環させる。
Millstone-3	<u>各ディーゼルエンジンには、エンジンを手動で起動する前にエンジンを潤滑するための電動予備潤滑ポンプがある。</u> ディーゼルエンジンの停止時に、電動予備潤滑油ポンプと潤滑油加熱器により、潤滑油を加熱した状態で提供される。
North Anna-1/2	ディーゼル発電機潤滑システムにより、運転中の適切な潤滑を確保し、エンジン停止時には潤滑油を連続的に循環させる。
Point Beach-1/2	各ディーゼルユニットには、エンジンの停止時に、エンジン冷却水を加熱するための加熱器がある。潤滑油冷却器を通して暖められた潤滑油は、潤滑油循環ポンプにより、エンジンとターボチャージャーを循環する。
Prairie Island-1/2	非常用ディーゼル発電機の迅速な起動を確保するために、各ディーゼル発電機には、エンジンの停止時にエンジン冷却水とエンジン潤滑油を加熱するための電気加熱器がある。エンジンの冷却水と潤滑油用の電動駆動循環ポンプは、エンジンの停止時に、連続的に運転する。

原子炉名	予備潤滑のシステム／予備潤滑の方法
Robinson-2	(明記なし)
Salem-1/2	ディーゼル発電機が停止すると、電動駆動予備潤滑ポンプが自動的に起動する。 予備潤滑ポンプは、潤滑油を運転温度程度に保ち、可動部の潤滑を維持する。
Seabrook-1	ディーゼルエンジンの試験時は、エンジンの起動前の約5分間、ロッカーアームの電動潤滑油ポンプが運転する。 エンジンメーカーは、ロッカーアームの予備潤滑ポンプを毎週1回、5～30分間運転することを推奨している。 この要件はプラントの運転手順書に含まれている。 実際の非常時には、ロッカーアームの予備潤滑ポンプを起動する必要はない。 ディーゼル発電機の停止時は、電動エンジン予備潤滑／フィルターポンプは連続的に運転する。
Sequoyah-1/2	ディーゼル発電機潤滑システムのエンジン潤滑油システムは、エンジンを予備潤滑し、エンジンの様々な可動部に加圧した油を供給する。
Shearon Harris-1	(明記なし)
South Texas Project-1/2	ディーゼル発電機潤滑システムには、エンジンを迅速に起動できる状態に維持するための予備潤滑及び予熱システムがある。 エンジン回転数が280rpmを下回ると、循環ポンプが起動する。
Summer-1	ディーゼル発電機潤滑システムには、補助潤滑システムがあり、エンジンの停止時に保温状態で連続的に予備潤滑する。 ロッカー潤滑システムには、予備潤滑用の小型電動ポンプがあり、毎週1回、5分間、自動的に運転される。
Surry-1/2	(明記なし)
Turkey Point-3/4	(明記なし)
Vogtle-1/2	ディーゼル発電機潤滑システムに、エンジン停止時に、潤滑油をロッカーアームとターボチャージャーを除くエンジン全体に循環させる電動保温ポンプがある。ポンプは、エンジン停止時のみ連続的に運転する。
Watts Bar-1/2	ディーゼルエンジン潤滑システムには、2つの電動補助潤滑油システムがあり、各ディーゼル発電機に、電動の循環ポンプとソークバック(潤滑)ポンプがある。 電動潤滑ポンプにより、エンジンの起動信号を受信した数秒以内に、ベアリングが完全に潤滑されるように、ターボチャージャーのベアリング領域を予備潤滑する。またポンプは連続的に運転し、エンジン下部の予備潤滑を行う。
Wolf Creek	非常用ディーゼルエンジン潤滑システムは、主潤滑油システムとロッカー潤滑油システムの2つの独立したシステムで構成されている。 主潤滑油システムには、電動予備潤滑／保温ポンプがあり、エンジンの停止状態で連続的に運転し、保温された潤滑油で主要なエンジン部品を予備潤滑する。 ロッカー潤滑油システムには、電動予備潤滑ポンプがあり、エンジンの停止時に、エンジンメーカーの推奨に従ってロッカーアームを定期的に潤滑する。 ロッカーアームの予備潤滑ポンプは、手動での運転、及び試験前の使用を目的とする。ポンプは毎週1回、5～30分間、運転し、事前に設定された時間で運転した後、自動停止する。

下線部は機関起動前に予備潤滑を実施しているもの