

第4回意見交換会 参考資料1 プラント長期停止期間中における
 保全ガイドライン等に関するコメントへの回答

説明依頼事項※	回答
1. 資料2-1 の105ページ「表9の変更案」について説明して下さい。 (1) 「別添A 対象機器・構造物において長期停止期間中に想定される経年劣化（参照：技術ベース資料別紙4）」について (a) 表中の「-」はどういう意味か。	①
(b) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の2及び3は「長期停止期間中の保全活動」の「②劣化の状況を点検」の欄が「○」となっている。これに対し、4は、同欄に「※4」とあり、注釈には「通常保全サイクルで行われている点検を長期停止期間中に限らず再稼働後に実施することも含めて継続する必要がある。」とされている。どちらも「劣化の状況を点検」と読めるが、「○」と「※4」の違いは何か。	②
(c) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の4は「対象機器・構造物及び経年劣化事象」の欄に「クラッド下層部のき裂」及び「腐食（コンクリート埋設部）」とある。これらについても「※4」が該当し、点検が行われるという理解でよいか。	③
(d) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の4及び5の「対象機器・構造物及び経年劣化事象」の欄の「【コンクリート構造物】」の説明内容は、ガイドの説明内容と整合していないのではないか。例えば、「熱」及び「放射線照射」は、表9の変更案では、「保管対策」と「劣化の状況を点検」が共に「-」であるが、資料2-2 のA-23 ページでは「※1」とあり、注記には「 <u>運転中と同様の保全活動（目視点検などの定期的な点検及び必要に応じた補修等）を継続することが有効と考えられる。</u> 」とされている。	④
(2) 「ATENA ガイドライン 別添A の分類」について (a) 表中の「-」はどういう意味か。	⑤
(b) 「(参考) 長期停止中保全活動のPLM 上の扱い」の欄には、国内既設プラントの至近のPLM 評価書において評価されている事象が記載されているが、「分類」と対応がとれていない。ガイドの目的は、「原子力発電所の安全な長期運転に向け、「特別な保全計画」として、各事業者の原子力発電所において保全活動に従事する職員が、 <u>法令及び原子炉施設保安規定に定める施設管理計画に基づき、長期停止期間中の構築物、系統及び機器に対する保全方法及び実施時期を定め、必要な保全活動を実施するにあたり</u> 」活用するという点から、異なる分類を新たに作ることは、現場が混乱するのではないか。	⑥
2. 資料2-2について (1) 11ページの「図2.5-1 「特別な保全計画」策定に係る基本フロー」には「2.3 劣化影響等を踏まえ点検が必要」でYESの矢印と「「特別な保全計画」の策定」の間に「点検」があるが、どのような点検を行うのか説明して下さい。	⑦
3. 資料2-3 について	⑧

※第4回会合（令和2年6月1日）資料2-1「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン」の作成にあたり参考とした現場経験及び知見とその反映について

第 4 回意見交換会 参考資料 1 プラント長期停止期間中における
保全ガイドライン等に関するコメントへの回答

説明依頼事項※	回答
<p>(1) 10 ページには「クラッド下層部のき裂」について「本事象は製作時の溶接施工管理により発生を防止しているものであり、長期停止期間中に、新たにクラッド下層部のき裂を考慮する必要はない」と説明されていますが、発生を防止していることと、実際に発生していないことは同義ではない。また、評価不要欠陥が低サイクル疲労で進展することを考慮して特別点検の対象になっていることとの関係性を明確にすべきではないか。</p>	
<p>(2) 11 ページには「スタビライザ等の摩耗については、プラントの状態（運転中・停止中）によらず地震時のみ発生する事象であり、プラントが長期停止することによって摩耗が発生・進展するものではない」とあるが、長期停止中にも地震は発生するので、摩耗が発生・進展するのではないか。</p>	⑨
<p>4. 資料 2 - 4 について (1) 12 ページには、文献「機械振動 1」の説明の修正案が記載されている。従前は「ここでは、<u>停止中の機械振動の影響が極めて小さい</u>ことを確認した実績例を示す。」とされていたものを「ここでは、停止中の評価対象部位としている非常用ディーゼル発電設備基礎が支持する非常用ディーゼル発電設備の出力、重量、運転時間及び振動測定結果が、<u>タービン発電機と比べて非常に小さい</u>ことの例を示す。」と修正するとしている。タービン発電所に比べて非常に小さいことをもって、非常用ディーゼル発電機基礎について、「影響は極めて小さい」とする技術的妥当性を説明して下さい。</p>	⑩

※第 4 回会合（令和 2 年 6 月 1 日）資料 2 - 1 「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン」の作成にあたり参考とした現場経験及び知見とその反映について

1. 資料2-1の105ページ「表9の変更案」について説明して下さい。
- (1)「別添A対象機器・構造物において長期停止期間中に想定される経年劣化（参照：技術ベース資料別紙4）」について
- (a) 表中の「-」はどのような意味か。

【回答】

「-」の意味については、表9の注釈をご参照ください。

(b) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の2及び3は「長期停止期間中の保全活動」の「②劣化の状況を点検」の欄が「○」となっている。これに対し、4は、同欄に「※4」とあり、注釈には「通常保全サイクルで行われている点検を長期停止期間中に限らず再稼働後に実施することも含めて継続する必要がある。」とされている。どちらも「劣化の状況を点検」と読めるが、「○」と「※4」の違いは何か。

【回答】

「②劣化の状況を点検」の欄は、それぞれの点検の目的を踏まえ、以下の主旨で◎・○に分類しています。詳細は、表9の注釈をご参照ください。

◎：長期停止期間中において、劣化が進行する要因が存在している劣化事象であり、その状況（保管対策により劣化進展の抑制等を行っているものは、その効果）を確認するために点検を実施する必要があるもの。

○：長期停止期間中において、劣化が進行する要因が存在していたとしても、その進展は無視できる程度に小さいものであると推定される劣化事象であり、劣化がないことを確認するために通常保全サイクルで行われている点検を継続して実施する必要があるもの。

(c) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の4は「対象機器・構造物及び経年劣化事象」の欄に「クラッド下層部のき裂」及び「腐食（コンクリート埋設部）」とある。これらについても「※4」が該当し、点検が行われるという理解でよいか。

【回答】

これらの事象に関し、具体的に行う点検については、表9の※8に記載しましたので、こちらをご参照ください。

(d) 「長期停止中の経年劣化の発生・進展の程度」の4及び5の「対象機器・構造物及び経年劣化事象」の欄の「【コンクリート構造物】」の説明内容は、ガイドの説明内容と整合していないのではないか。例えば、「熱」及び「放射線照射」は、表9の変更案では、「保管対策」と「劣化の状況を点検」が共に「－」であるが、資料2-2のA-23ページでは「※1」とあり、注記には「運転中と同様の保全活動（目視点検などの定期的な点検及び必要に応じた補修等）を継続することが有効と考えられる。」とされている。

【回答】

他の劣化事象との整合およびご指摘の分類4及び5の「対象構造物・構造物及び経年劣化事象」欄の「【コンクリート構造物】」との整合の観点で、別添Aガイド（コンクリート）の熱、放射線照射の備考欄の「※1」の記載を削除します。

分類4については、経年劣化の発生・進展が想定されない又は極めて小さいことを確認するために必要な点検を行うものです。これは、通常保全サイクルで行われている点検を長期停止期間中に限らず再稼働後に実施することも含めて継続する点検です。

一方、分類5については、長期停止期間中に経年劣化事象の要因がなくなるため、追加の点検は必要ないと整理できるものです。

分類4及び5の「対象構造物・構造物及び経年劣化事象」欄の「【コンクリート構造物】」とガイドの説明内容の整合に関して、例示された「熱」及び「放射線照射」については、表9において長期停止中に劣化要因がなくなるため、上記の分類5としております。

一方で、ガイドの表4. 2-1において、A-23ページの備考欄で「※1」としており、注記に「運転中と同様の保全活動（目視点検などの定期的な点検及び必要に応じた補修等）を継続することが有効と考えられる。」としております。これは、分類5ではあるものの、ガイド上は前広に長期停止中においても運転中と同様の保全活動を推奨する趣旨で記載していたものです。

(2)「ATENA ガイドライン 別添 A の分類」について
(a)表中の「-」はどのような意味か。

【回答】

「-」の意味については、表9の注釈をご参照ください。

(b) 「(参考) 長期停止中保全活動の PLM 上の扱い」の欄には、国内既設プラントの至近の PLM 評価書において評価されている事象が記載されているが、「分類」と対応がとれていない。ガイドの目的は、「原子力発電所の安全な長期運転に向け、「特別な保全計画」として、各事業者の原子力発電所において保全活動に従事する職員が、法令及び原子炉施設保安規定に定める施設管理計画に基づき、長期停止期間中の構築物、系統及び機器に対する保全方法及び実施時期を定め、必要な保全活動を実施するにあたり」活用するという点から、異なる分類を新たに作ることは、現場が混乱するのではないか。

【回答】

「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン(案)」の16~18ページのとおり、保全計画の策定においては、高経年化に伴う技術評価結果も踏まえた点検計画を策定しており、発電所では、現業務において高経年化技術評価結果の内容を把握し保全を展開しております。

また、現場の点検計画は、高経年化技術評価だけではなく、トラブルの水平展開や新たな知見の反映等、さまざまな技術情報をインプットとして点検計画を策定し運用しています。

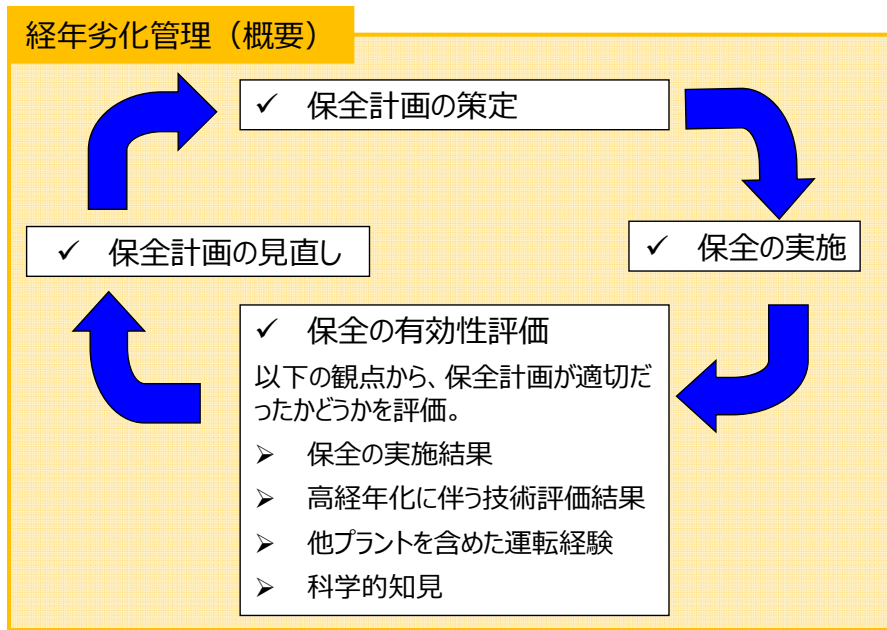
これは、保全計画は、資料2-2「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン(案)」の16ページに示す通り、保全のPDCAを回し計画を適切に見直しながら保全活動を行っております。「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン」で推奨される保全活動内容は、発電所において現状の保全内容で対応できているかを確認し、現状保全が十分でない場合は保全の見直しを行うこととなります。

今回のATENAガイド別添Aの保全ポイントについても、現場において、新たなインプット情報として他の技術情報と同様に取り扱われてQMSに基づいて処理され、点検計画に反映されていきますので、現場が混乱することはないと考えています。

また、今回の表9では、停止中に特に留意が必要な点検として「◎」と、従来の点検を継続する必要がある「○」を書き分けています。

ATENAは、特に「◎」について、留意が必要な点検として明確化し、事業者の「特別な保全計画」への反映を求めています。

通常の点検継続(○)と差別化し、特に停止中に注意が必要な点検(◎)として明確化されていることは、現場の注意を喚起するためにも有意義であると考えています。



参考: ATENA ガイドライン 図 5.2-1 通常保全サイクルにおける経年劣化管理の全体像

2. 資料2-2について

(1) 11ページの「図2.5-1 「特別な保全計画」策定に係る基本フロー」には「2.3 劣化影響等を踏まえ点検が必要」でYESの矢印と「特別な保全計画」の策定」の間に「点検」があるが、どのような点検を行うのか説明して下さい。

【回答】

図2.5-1の基本フローの「点検」の枠は、個々の構築物、系統及び機器（以下「SSC」という。）に対する「特別な保全計画」について、「点検」を選択した上で特別な保全計画を定めることを意図して記載しているものであり、特別な保全計画を定める前に点検を行うことを意図しているものではありません。

このフローの読み方について、例として「使用済燃料プール水の冷却機能」を以下に示します。

- ・ 使用済燃料プール水の冷却機能は、長期停止期間中に機能確保が必要であるため、「2.1 長期停止期間中に使用する」がYesと判断されます。
- ・ また、「2.3.1 使用する構築物、系統及び機器に対する点検計画の検討」において、各発電所における使用環境や想定される劣化事象等を総合的に勘案し、点検対象のSSCを検討します。
- ・ その上で、当該機能を構成する機器・部位別に見て、「2.3 劣化影響等を踏まえ点検が必要」について、必要（Yes）と判断される場合は、具体的な点検部位や、分解・開放点検、機能・性能確認といった具体的な保全項目が検討され、発電所全体の特別な保全計画としてまとめられます。

3. 資料2-3 について

(1) 10ページには「クラッド下層部のき裂」について「本事象は製作時の溶接施工管理により発生を防止しているものであり、長期停止期間中に、新たにクラッド下層部のき裂を考慮する必要はない」と説明されていますが、発生を防止していることと、実際に発生していないことは同義ではない。また、評価不要欠陥が低サイクル疲労で進展することを考慮して特別点検の対象になっていることとの関係性を明確にすべきではないか。

【回答】

ご指摘のとおり、発生を防止することと、実際に発生していないことは同義ではないと認識しています。

クラッド下層部のき裂については、製作時に適切な発生防止のための管理を行っており、き裂が存在している可能性は小さいと考えているものではありませんが、き裂の発生・進展の有無を確認するために、運転期間延長認可申請を行うプラントについては、特別点検を実施することは必要であると考えています。

今回のガイドで整理しているものは、「プラントが長期停止したことによって、劣化が発生、もしくは、進展するような要因がある劣化事象に対して、適切な保全活動を行うこと」を目的として策定しているものです。

クラッド下層部のき裂は、長期停止期間中に新たに発生するものではなく、また、き裂が存在していたとしても、有意な繰返し応力が付与されない長期停止期間中には進展しないものであることから、長期停止期間中に考慮する必要がない、との考えでまとめたものです。

上記の考え方が分かるよう、資料2-1の別紙4の記載を次ページの通り修正致します。

資料 2-1 別紙 4 補足説明事項の修正内容（原子炉圧力容器（PWR）のクラッド下層部のき裂）

旧	新
<p>(略)</p> <p>国内の全 PWR プラントの原子炉圧力容器においては、材料の化学成分を踏まえ、製作時に溶接入熱を管理しクラッド下層部にき裂が発生しない領域でクラッド施工されているため、製作時にクラッド下層部のき裂が発生する可能性は小さい。</p> <p>(文献 UCC1)</p> <p><u>本事象は製作時の溶接施工管理により発生を防止しているものであり、長期停止期間中に、新たにクラッド下層部のき裂を考慮する必要はないものであることから、「無②」と分類する。</u></p>	<p>(略)</p> <p>国内の全 PWR プラントの原子炉圧力容器においては、材料の化学成分を踏まえ、製作時に溶接入熱を管理しクラッド下層部にき裂が発生しない領域でクラッド施工されているため、製作時にクラッド下層部のき裂が発生する可能性は小さい。</p> <p>(文献 UCC1)</p> <p><u>また、クラッド下層部にき裂が存在していたとしても、プラント起動・停止等のような大きな温度・圧力変動がなく、有意な繰返し応力が付与されない長期停止期間中においては、き裂の進展について考慮する必要はない。</u></p> <p><u>以上から、長期停止期間中に特別に保管対策、点検を実施する必要はなく、「無②」と分類する。</u></p> <p><u>なお、運転期間延長認可申請を行う場合には、長期停止期間中か否かに関わらず、定められた期間において特別点検を実施することで、機能が維持されていることを確認することができる。</u></p>

資料 2-1 別紙 4 補足説明事項の修正内容（原子炉圧力容器（BWR）のクラッド下層部のき裂）

旧	新
<p>(略)</p> <p>国内の全 BWR プラントの原子炉圧力容器においては、クラッド下層部のき裂が発生しないとされる材料の採用や製作時に溶接入熱の管理を行うことで、製作時にクラッド下層部のき裂が発生しないことを確認している。</p> <p>本事象は製作時の溶接施工管理により発生を防止しているものであり、長期停止期間中に、新たにクラッド下層部のき裂を考慮する必要はないものであることから、「無②」と分類している。</p>	<p>(略)</p> <p>国内の全 BWR プラントの原子炉圧力容器においては、クラッド下層部のき裂が発生しないとされる材料の採用や製作時に溶接入熱の管理を行うことで、製作時にクラッド下層部のき裂が発生しないことを確認している。</p> <p><u>また、クラッド下層部にき裂が存在していたとしても、プラント起動・停止等のような大きな温度・圧力変動がなく、有意な繰返し応力が付与されない長期停止期間中においては、き裂の進展について考慮する必要はない。</u></p> <p><u>以上から、長期停止期間中に特別に保管対策、点検を実施する必要はなく、「無②」と分類している。</u></p> <p><u>なお、運転期間延長認可申請を行う場合には、長期停止期間中か否かに関わらず、定められた期間において特別点検を実施することで、機能が維持されていることを確認することができる。</u></p>

(2) 11ページには「スタビライザ等の摩耗については、プラントの状態（運転中・停止中）によらず地震時のみ発生する事象であり、プラントが長期停止することによって摩耗が発生・進展するものではない」とあるが、長期停止中にも地震は発生するので、摩耗が発生・進展するのではないか。

【回答】

高経年化技術評価では、摺動部を有している部位については、運転中の振動や熱による摺動等を含めた摩耗を想定される経年劣化事象として取り上げていますが、原子炉圧力容器のスタビライザ等については、地震時のみ摺動するものです。このため、当該部の摩耗は、プラントの運転期間中・停止期間中に関わらず、大きな地震が発生した場合に生じる劣化事象であり、機器を継続的に使用することに伴った経年的な影響により摩耗が発生・進展するものではありません。

なお、発生回数も少ないことから、仮に運転期間中・停止期間中に関わらず地震が発生した場合においても、摩耗が発生・進展する可能性は小さいと考えております。これについては、事業者の高経年化技術評価においても、スタビライザ等の摺動部の摩耗については、摩耗が発生する可能性が小さいことが評価されております。

これまで経年的な影響により摩耗が発生・進展するものではない点を中心にご説明をしておりましたが、仮に地震が発生したとしても、摩耗が発生・進展する可能性は小さいと考えておりますので、それも踏まえた記載に修正致します。

4. 資料2-4 について

(1) 12ページには、文献「機械振動1」の説明の修正案が記載されている。従前は「ここでは、停止中の機械振動の影響が極めて小さいことを確認した実績例を示す。」とされていたものを「ここでは、停止中の評価対象部位としている非常用ディーゼル発電設備基礎が支持する非常用ディーゼル発電設備の出力、重量、運転時間及び振動測定結果が、タービン発電機と比べて非常に小さいことの例を示す。」と修正するとしている。タービン発電所に比べて非常に小さいことをもって、非常用ディーゼル発電機基礎について、「影響は極めて小さい」とする技術的妥当性を説明して下さい。

【回答】

第3回意見交換会の参考資料2でもご指摘いただいたとおり、引用している柏崎刈羽5号機補足説明資料には、「非常用ディーゼル発電機基礎は、非常用ディーゼル発電設備の出力や運転時間等から、機械振動の影響は極めて小さい。」との記載はございません。

「非常用ディーゼル発電設備の出力や運転時間等から、機械振動の影響は極めて小さい。」と判断しているのはATENAガイドであるため、文献【機械振動1】の説明欄の記載内容を見直すことで、引用文献が「出力や運転時間等」の根拠情報であることを明確にしました。

また、タービン発電機に比べて出力や運転時間等が非常に小さいことをもって、非常用ディーゼル発電機基礎への「影響は極めて小さい」とする技術的妥当性は、以下のように考えております。

- ・ 機械振動がコンクリートの強度低下に及ぼす影響は「疲労」です。
- ・ 柏崎刈羽5号機補足説明資料によると、非常用ディーゼル発電機の運転時間はタービン発電機に比べて1/100以下（機械振動による荷重の繰り返し回数が非常に少ない）です。
- ・ これまで30年程度運転しているタービン発電機架台には、疲労によるコンクリートの強度低下は確認されておりません。
- ・ したがって、長期停止期間中に非常用ディーゼル発電機から生じる機械振動（疲労）によって、コンクリートの強度低下が発生する可能性は極めて小さいと判断しています。
- ・ また、繰返し載荷試験により、上限応力が長期許容引張力以下の場合には、疲労によるコンクリートの強度低下が生じないとの研究成果（※）が報告されています。

※Residual Static Strength of Concrete Cylinder Specimen and Stud Anchor Specimen after Cycle Loadings, Journal of Advanced Concrete Technology, 2016