

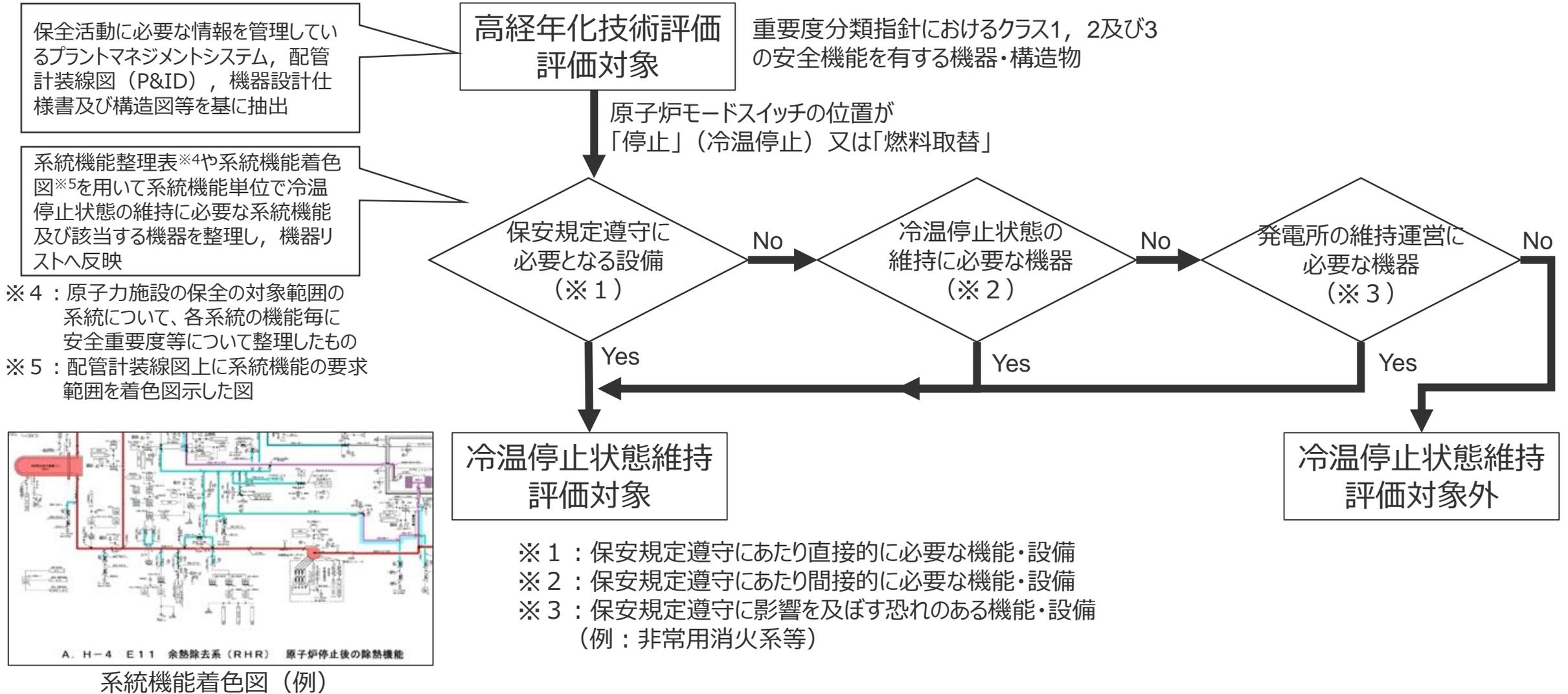
浜岡 4 号炉 高経年化技術評価 審査会合におけるコメントの回答

令和 5 年 7 月 2 0 日

第30回審査会合(2023年5月11日) コメントの一覧

No	質問事項・コメント	回答
①	冷温停止状態に必要な設備が網羅的に抽出されていることを説明すること。	冷温停止状態に必要な設備の選定フロー及び選定結果の例について3、4ページにて回答する。 また、技術評価書への影響について5～8ページにて説明する。
②	当該事象である配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に同様の解析を行っているものはないか、確認すること。	本事象は、解析業務を行った再委託先提出の図書を取りまとめる際に誤ったものであることから、高経年化技術評価書作成（代表、非代表）にあたり解析結果の引用元とした全ての委託先報告書の再チェックを行った。その結果、配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。 また、本事象の起因の一つである設工認の条件を用いて予備解析しているものは配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外になかった。 ⇒ 再確認の結果、当該事象である浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請（4号炉の長期施設管理方針の追加）の添付書類である別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。

冷温停止状態の維持に必要な設備の選定フロー



冷温停止状態の維持に必要な設備の選定結果

区分	主な設備名称	保安規定条項	保安規定運転状態	
保安規定遵守に必要となる設備 (※1)	制御棒, 制御棒駆動機構 炉心支持構造物	第19条 (停止余裕)	冷温停止, 燃料交換	
	余熱除去ポンプ 余熱除去熱交換器 等	第35条 (原子炉停止時冷却系その2)	冷温停止	
	余熱除去ポンプ 低圧炉心スプレイポンプ 高圧炉心スプレイポンプ 復水貯蔵槽 原子炉格納容器 (サブプレッションプール) 等	第40条 (非常用炉心冷却系その2)	冷温停止、燃料交換	
	原子炉建屋	第49条 (原子炉建屋原子炉室)	炉心変更時又は 原子炉建屋原子炉室内で 照射された燃料に係る作業時	
	原子炉建屋原子炉室給排気隔離弁	第50条 (原子炉建屋原子炉室給排気隔離弁)		
	非常用ガス処理系ファン 等	第51条 (非常用ガス処理系)		
	中央制御室再循環ファン 等	第56条 (中央制御室非常用循環系)		
	その他保安規定で定める運転状態が「冷温停止」又は「燃料交換」で要求される設備			
	冷温停止状態の維持に必要な機器 (※2)	原子炉機器冷却水熱交換器 高圧炉心スプレイ機器冷却水熱交換器 余熱除去ポンプ室ローカルクーラ 原子炉格納容器 (機器の支持構造物) 等	—	—
発電所の維持運営に必要な機器 (※3)	計装用圧縮空気系設備 廃液濃縮設備 非常用冷水系冷凍機 等	—	—	

※1：保安規定遵守にあたり直接的に必要な機能・設備 ※2：保安規定遵守にあたり間接的に必要な機能・設備 ※3：保安規定遵守に影響を及ぼす恐れのある機能・設備

技術評価書への影響について

原子炉格納容器のバウンダリ機能については保安規定第43条において、原子炉の状態が運転、起動及び高温停止に運転上の制限を課している。

そのため、原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換においては機能が要求されないことから、冷温停止状態の維持を前提とする場合は、格納容器本体、機械ペネトレーション及び電気ペネトレーションの格納容器バウンダリ機能及び同機能に関連するその他機能のみを機能として有する部位については評価対象外として整理される。

整理に基づき技術評価書について以下のとおり修正する。(2023年6月19日補正済み)

なお、原子炉格納容器以外の設備については技術評価書への影響はない。

設備名	技術評価書修正内容
原子炉格納容器本体	冷温停止状態の維持に必要な設備の選定フローに基づき、不要と整理した系統機能のみを有する部位について評価対象外として修正（詳細は次ページ以降参照）
機械ペネトレーション	修正なし（当初申請から評価対象外としていた）
電気ペネトレーション	部位の機能として記載していた耐圧という用語を削除

(原子炉格納容器及び原子炉格納容器隔離弁)

- 第43条 原子炉の状態が運転、起動及び高温停止において、原子炉格納容器及び原子炉格納容器隔離弁は、表43-1に定める事項を運転上の制限とする。ただし、ドライウエル点検時は、速やかにエアロックを閉鎖できる措置を講じた上でエアロック二重扉を開放したままとすることができるが、この場合は原子炉格納容器が機能喪失とは見なさない。
- 2 原子炉格納容器及び原子炉格納容器隔離弁が前項に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) 保守管理課長は、定事検停止時に、原子炉格納容器漏えい率が表43-2に定める値であることを確認し、その結果を運転管理課長に通知する。
 - 2) 安全・系統管理課長は、定事検停止時に、表43-3に定める原子炉格納容器隔離弁が模擬信号で全閉することを確認し、その結果を運転管理課長に通知する。
 - 3) 発電指令課長は、定事検停止後の原子炉起動前に原子炉格納容器バウンダリとなっている原子炉格納容器隔離弁が系統の状態に応じた開閉状態であることを確認する。
- 3 発電指令課長は、原子炉格納容器又は原子炉格納容器隔離弁が第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43-4の措置を講じる。なお、同時に複数の動作不能な原子炉格納容器隔離弁が発生した場合には、個々の弁に対して表43-4の措置を講じる。

表43-1 原子炉格納容器及び原子炉格納容器隔離弁の運転上の制限

項目	運転上の制限
原子炉格納容器	機能が健全であること
原子炉格納容器隔離弁	動作可能であること

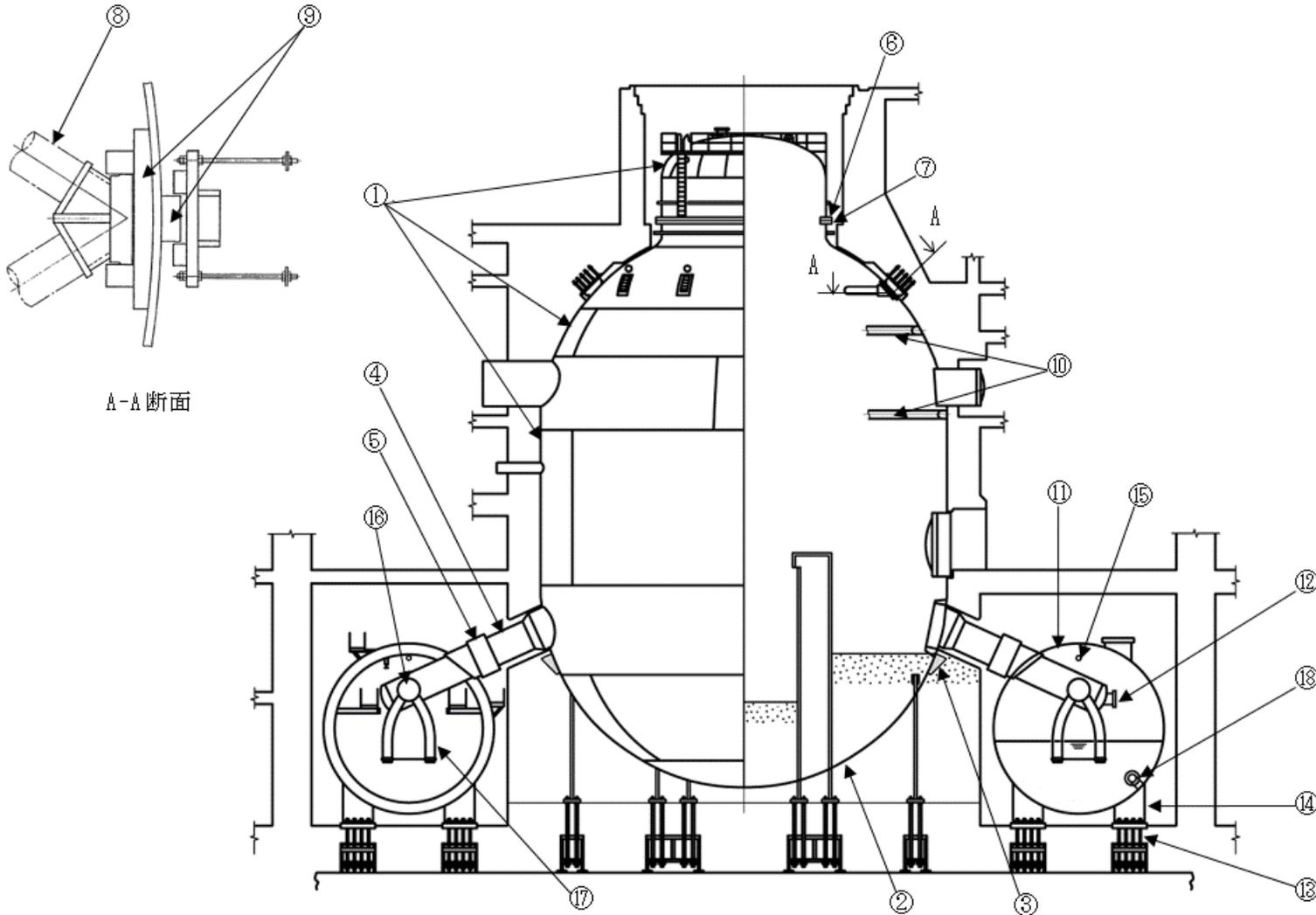
表43-2(1) 原子炉格納容器漏えい率の判定値（3号炉及び4号炉）

項目	判定値
原子炉格納容器の漏えい率	0.5%/日以下 (常温、空気又は窒素ガス、最高使用圧力の0.9倍)

表43-2(2) 原子炉格納容器漏えい率の判定値（5号炉）

項目	判定値
原子炉格納容器の漏えい率	0.4%/日以下 (常温、空気又は窒素ガス、最高使用圧力の0.9倍)

原子炉格納容器の部位に要求される機能(1/3)



No	部位	
①	ドライウエル	上鏡、円筒部、球殻部鋼板
②		コンクリート埋設部鋼板
③		サンドクッション部鋼板
④		ベント管
⑤		ベント管ベローズ
⑥		主フランジボルト
⑦		主フランジガスケット
⑧		スタビライザ
⑨		シヤラグ
⑩		スプレイヘッド、スプレイノズル
⑪	サブプレッションチェンバ	シェル
⑫		真空破壊装置
⑬		基礎ボルト
⑭		サポート
⑮		スプレイヘッド、スプレイノズル
⑯		ベントヘッド
⑰		ダウンコマ
⑱		ストレーナ

原子炉格納容器の部位に要求される機能(2/3)

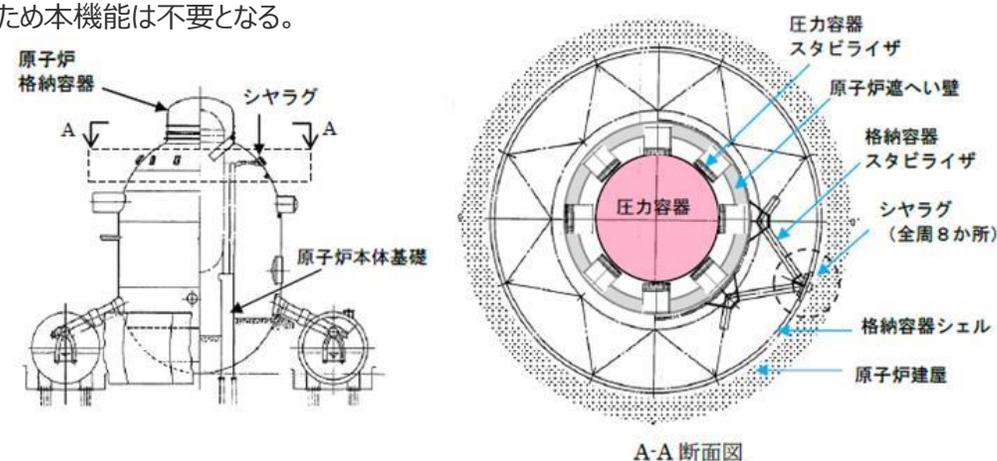
部位名		要求される機能
ドライウェル	① 上鏡鋼板※3	原子炉格納容器バウンダリ機能
	① 円筒部鋼板	原子炉格納容器バウンダリ機能、機器の支持機能
	① 球殻部鋼板	原子炉格納容器バウンダリ機能、機器の支持機能
	② コンクリート埋設部鋼板	原子炉格納容器バウンダリ機能、機器の支持機能
	③ サンドクッション部鋼板	原子炉格納容器バウンダリ機能、機器の支持機能
	④ ベント管	原子炉格納容器バウンダリ機能、その他（原子炉格納容器ベント機能）※1
	⑤ ベント管ベローズ	原子炉格納容器バウンダリ機能、その他（原子炉格納容器ベント機能）※1
	⑥ 主フランジボルト	原子炉格納容器バウンダリ機能
	⑦ 主フランジボルトガスケット	原子炉格納容器バウンダリ機能
	⑧ スタビライザ	機器の支持機能※3
	⑨ シヤラグ	機器の支持機能※3
	⑩ スプレイヘッド	その他（原子炉格納容器（ドライウェル）スプレイ冷却機能）※2
⑩ スプレイノズル	その他（原子炉格納容器（ドライウェル）スプレイ冷却機能）※2	

赤字については以下の理由で原子炉の状態が「冷温停止」の場合不要となる機能

※1 原子炉格納容器ベント機能：本機能は保安規定添付-1（原子炉がスクラムした場合の手順）の表-1 5（ドライウェル温度制御）にて主な監視操作内容として要求される。原子炉の状態が「冷温停止」の場合は全制御棒が挿入された状態であり、同機能が要求されることはないため本機能は不要となる。

※2 原子炉格納容器スプレイ冷却機能：本機能は保安規定第3 9条（非常用炉心冷却系）にて要求されるが、同条は原子炉の状態が運転、起動、高温停止の場合に運転上の制限を課しており、また、原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換の場合の非常用炉心冷却系の要求を定めている第4 0条では本機能は要求されていない。以上より、原子炉の状態が「冷温停止」の場合不要となる。

※3 冷温停止状態を維持している期間、原子炉格納容器上鏡は取り外し可能である。一方、原子炉圧力容器を支持しているシヤラグは原子炉格納容器の円筒部鋼板に取り付けられているため、上鏡が取り外された状態であっても原子炉圧力容器の支持機能は維持される。



原子炉格納容器の部位に要求される機能(3/3)

部位名		要求される機能
サブプレッションチェンバ	⑪ シェル	原子炉格納容器バウンダリ機能、サブプレッションプール水貯蔵機能
	⑫ 真空破壊装置	原子炉格納容器バウンダリ機能、その他（真空破壊機能）※3
	⑬ 基礎ボルト	機器の支持機能
	⑭ サポート	機器の支持機能
	⑮ スプレイヘッド	その他（原子炉格納容器（サブプレッションチェンバ）スプレイ冷却機能）※2
	⑯ スプレイノズル	その他（原子炉格納容器（サブプレッションチェンバ）スプレイ冷却機能）※2
	⑰ ベントヘッド	その他（原子炉格納容器ベント機能）※1
	⑱ ダウンカマ	その他（原子炉格納容器ベント機能）※1
	⑲ ストレーナ	サブプレッションプール水貯蔵機能

赤字については以下の理由で原子炉の状態が「冷温停止」の場合不要となる機能

- ※1 原子炉格納容器ベント機能：本機能は保安規定添付-1（原子炉がスクラムした場合の手順）の表-15（ドライウエル温度制御）にて主な監視操作内容として要求される。
原子炉の状態が「冷温停止」の場合は全制御棒が挿入された状態であり、同機能が要求されることはないため本機能は不要となる。
- ※2 原子炉格納容器スプレイ冷却機能：本機能は保安規定第39条（非常用炉心冷却系）にて要求されるが、同条は原子炉の状態が運転、起動、高温停止の場合に運転上の制限を課しており、また、原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換の場合の非常用炉心冷却系の要求を定めている第40条では本機能は要求されていない。以上より、原子炉の状態が「冷温停止」の場合不要となる。
- ※3 真空破壊機能：本機能は保安規定第44条（サブプレッション・チェンバからドライウエルへの真空破壊弁）にて要求されるが、同条は原子炉の状態が運転、起動、高温停止の場合に運転上の制限を課しているため、原子炉の状態が「冷温停止」の場合不要となる。

第30回審査会合(2023年5月11日) コメントの一覧

No	質問事項・コメント	回答
①	冷温停止状態に必要な設備が網羅的に抽出されていることを説明すること。	冷温停止状態に必要な設備の選定フロー及び選定結果の例について3、4ページにて回答する。 また、技術評価書への影響について5～8ページにて説明する。
②	当該事象である配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に同様の解析を行っているものはないか、確認すること。	<p>本事象は、解析業務を行った再委託先提出の図書を取りまとめる際に誤ったものであることから、高経年化技術評価書作成（代表、非代表）にあたり解析結果の引用元とした全ての委託先報告書の再チェックを行った。その結果、配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。</p> <p>また、本事象の起因の一つである設工認の条件を用いて予備解析しているものは配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外になかった。</p> <p>⇒ 再確認の結果、当該事象である浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請（4号炉の長期施設管理方針の追加）の添付書類である別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。</p>

■ 不適合の水平展開

- ✓ 本事象は、解析業務を行った再委託先提出の図書を取りまとめる際に誤ったものであることから、高経年化技術評価書作成（代表、非代表）にあたり解析結果の引用元とした全ての委託先報告書の再チェックを行った。その結果、配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。

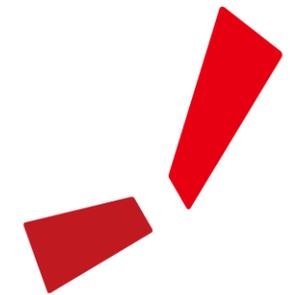
また、本事象の起因の一つである設工認の条件を用いて予備解析しているものは配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外になかった。

- ⇒ 再確認の結果、当該事象である浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請（4号炉の長期施設管理方針の追加）の添付書類である別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。

解析業務を実施した設備は以下のとおり。

・炉内構造物、原子炉圧力容器、弁、配管、ポンプ、熱交換器

- ✓ 第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合コメントを踏まえて、耐震安全性評価の耐震再解析業務については、本不適合事象を踏まえて、委託先報告書に対して、是正処置計画の内容に応じた確認を行ったうえで実施し、2023年6月19日に補正を行った。



中部電力

- 第30回審査会合資料（目次を除く）



浜岡原子力発電所4号炉

保安規定変更認可申請書類の品質確保について

令和5年5月11日

枠囲みの内容は営業秘密に属しますので公開できません

1. 経緯と内容

- 2022年7月29日、当社は、浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請（4号炉の長期施設管理方針の追加）を実施した。
- 2022年10月6日、第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合コメントを踏まえ、当社は、耐震安全性評価の再評価が必要となる機器について、耐震再解析業務を委託先に依頼した。
（耐震安全性評価の再評価方針は、第26回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合 配布資料3-2-1による）
- 2023年3月13日、委託先は、耐震再解析結果の確認作業を実施する中で、原子炉施設保安規定変更認可申請書の添付書類別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）に用いた委託先報告書に記載誤りがあることに気が付き、当社へ連絡した。
- 同日、当社は、委託先報告書を用いて作成した原子炉施設保安規定変更認可申請書の添付書類についても同様の誤りがあることを確認した。

<誤りを確認した書類>

名称	日付	書類	頁	事象の発見
浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請 (4号炉の長期施設管理方針の追加)	2022年7月29日	別冊 耐震安全性評価書	3.5-11	2023年3月13日

2. 誤りの内容

別冊（耐震安全性評価書）

3.5.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

(1) 配管の低サイクル疲労〔原子炉冷却材再循環系，給水系〕

(誤)

表3.5-8 配管の疲れ解析結果

評価対象	区分	評価地震力	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数 (環境を考慮) Uen	地震動による 疲れ累積係数 (基準地震動Ss) Us	合計 (許容値：1以下) Uen+Us
原子炉冷却材再循環系	クラス1	Ss ^(注1)	0.1148	0.0071	0.1219
給水系	クラス1	Ss ^(注1)	0.4781	0.0002	0.4783

地震動による
疲れ累積係数の
記載に誤り

左記誤りに付随して
合計値の記載に誤り

(注1) 評価地震力Ssは、「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（平成25年原子力規制委員会規則第5号）」に基づき、2014年2月14日に申請し、審査中である基準地震動Ssを指す。

(正)

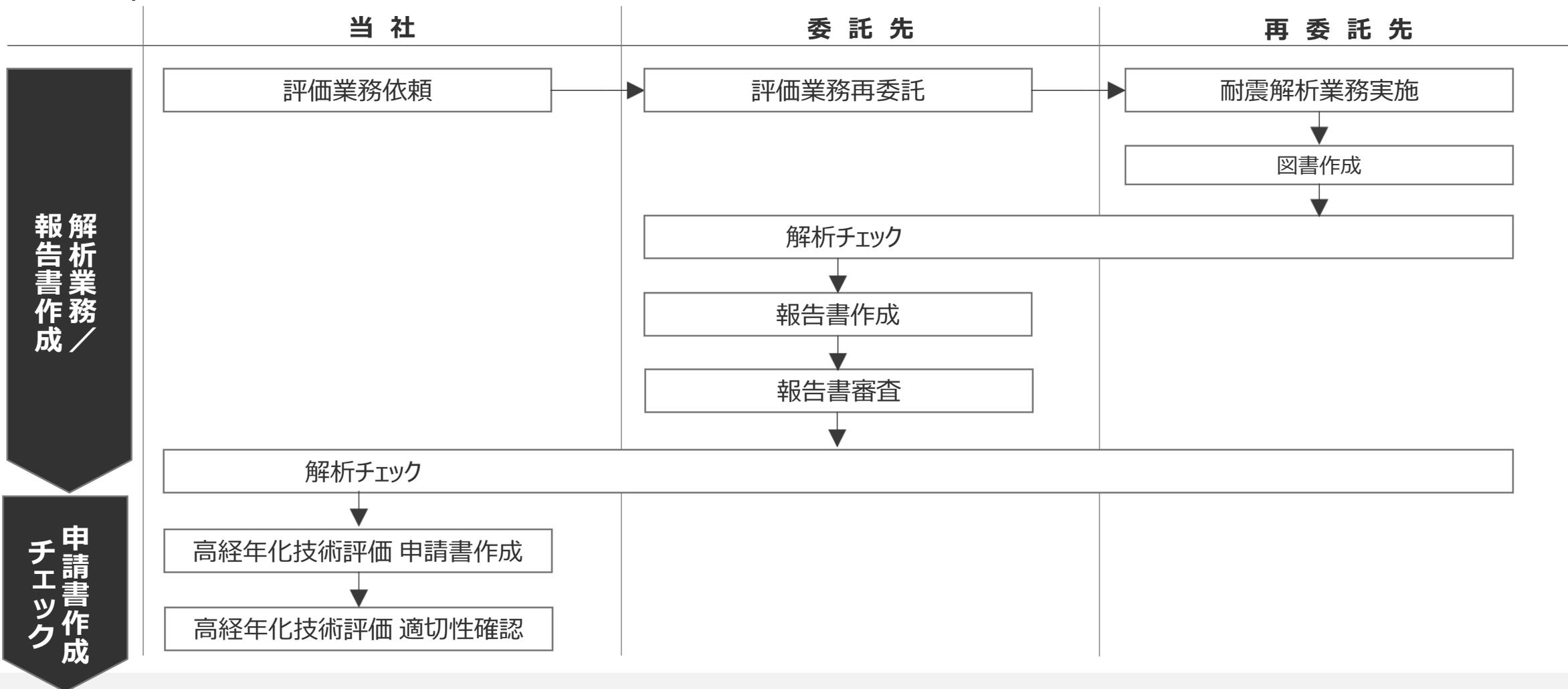
表3.5-8 配管の疲れ解析結果

評価対象	区分	評価地震力	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数 (環境を考慮) Uen	地震動による 疲れ累積係数 (基準地震動Ss) Us	合計 (許容値：1以下) Uen+Us
原子炉冷却材再循環系	クラス1	Ss ^{(注1)(注2)}	0.1148	0.0001 ^(注2)	0.1149 ^(注2)
給水系	クラス1	Ss ^{(注1)(注2)}	0.4781	0.0004 ^(注2)	0.4785 ^(注2)

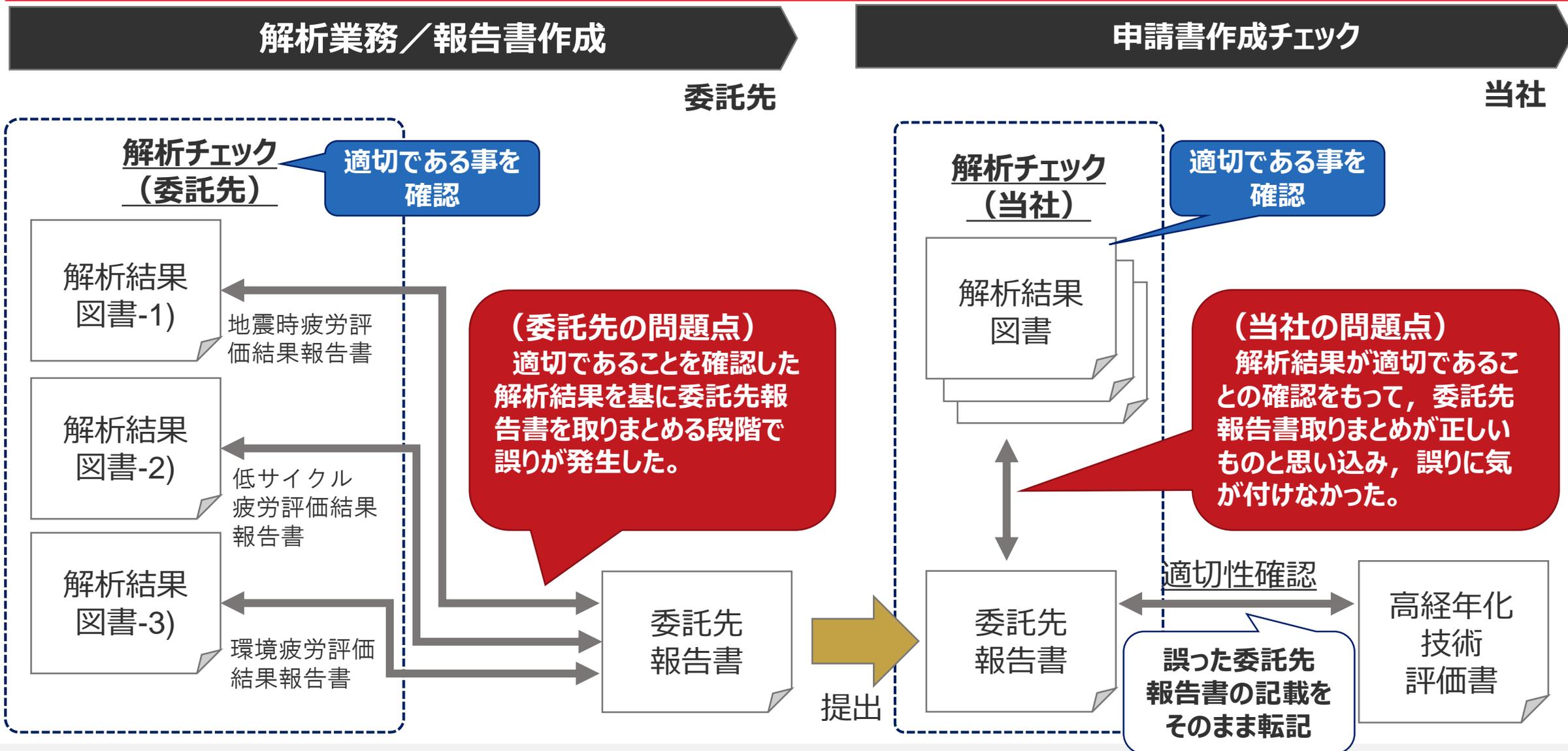
(注2) 第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を受け、耐震条件（評価地震力）を、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日原子力安全委員会決定）により策定した基準地震動に見直した解析結果に別途修正した上で、補正する予定。

3. 配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）の流れ

- 浜岡4号炉高経年化技術評価書の別冊（耐震安全性評価書）のうち、配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）の書類作成にあたり、必要な解析業務を委託先に依頼



4. 誤りが発生したプロセスと概要(1/2)



4. 誤りが発生したプロセスと概要(2/2)

委託先報告書作成において誤りが発生した概要は以下のとおり。

配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価） 評価基準
: 環境疲労評価（Uen） + 地震疲労評価（Us） < 1

- ①委託先から再委託先へは、先行機（3号炉）と同様の仕様で調達指示した。
- ②再委託先での解析結果は、先行機と同様に右記の図書にまとめられ委託先に提出された。
- ③PLM評価に使用する図書は図書-2）、図書-3）であるが、予備解析の図書-1)が参考扱いとの識別がなかったため、委託先担当者は全ての図書を用いて評価するものと思い込んだ。
 （結果的に先行機と異なる取りまとめ方法）

図書 No	再委託先提出図書名称	過渡回数	先行機での扱い
1	地震時疲労評価結果報告書	設工認と同じ	予備解析
2	低サイクル疲労評価結果報告書	運転実績	本解析
3	環境疲労評価結果報告書	運転実績	本解析

<解析にて得られる項目>

低サイクル疲労評価（U）, 低サイクル疲労評価+地震疲労評価（U + Us） ← 図書-2)

環境疲労評価（Uen）, 環境疲労評価+地震疲労評価（Uen + Us） ← 図書-3)

誤り発生①
図書の取扱い誤り

★ 4号炉の評価 図書-3）から転記（正值）

環境疲労評価（Uen最大値：解析値）と地震疲労評価（Us最大値：算出値*）を加算して（Uen + Us）を算出し評価

※地震疲労評価（Us）は解析では出力されないため、解析結果の（U + Us）からUを減算して算出

誤り発生②
計算誤り

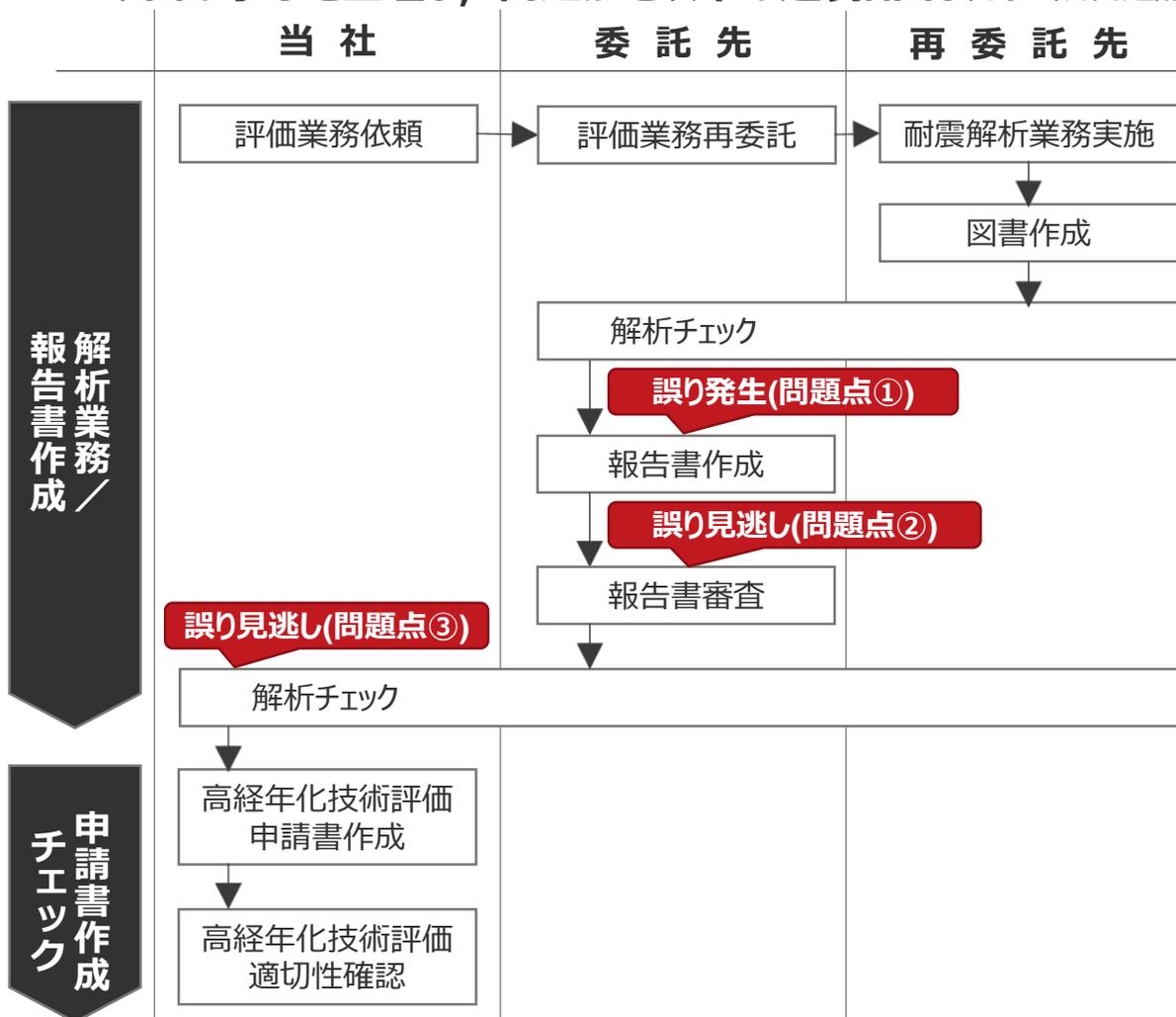
予備解析の図書-1）から算出（誤値）

（参考）先行機（3号炉）の評価

解析結果で得られた「環境疲労評価 + 地震疲労評価（Uen + Us）」が最大となる質点を抽出して評価 ←図書-3）から転記

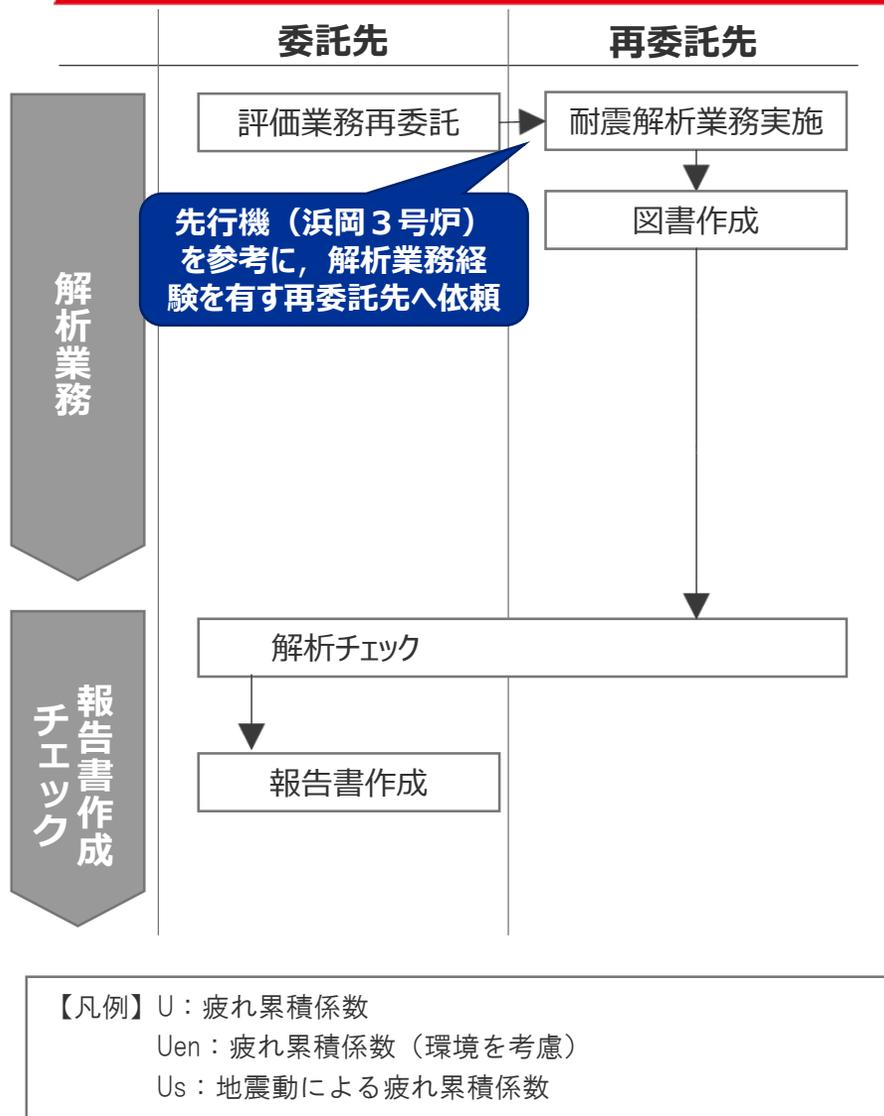
5. 事象の整理・問題点抽出

■ 今回の事象を整理し、問題点を以下の通り抽出した。（各問題点の詳細は次頁以降に示す。）



- ✓ 当社は、委託先に解析業務を依頼し、委託先は解析業務経験を有す再委託先へ先行機（浜岡3号炉）と同様な調達指示を行った。
- ✓ 委託先は、再委託先の解析チェックを行い、解析業務が適切であることを確認した。
- ✓ 委託先は、再委託先から受領した図書（解析結果）を基に取りまとめた際に誤りが発生した。（問題点①）
- ✓ 委託先は、報告書審査の段階で、誤りを見逃した。（問題点②）
- ✓ 当社は、解析チェックにて、再委託先の解析業務が適切であることを確認した。その結果を委託先が報告書に誤って取りまとめたことを見逃した。（問題点③）
- ✓ 当社は、委託先報告書を基に、高経年化技術評価 申請書を作成した。
- ✓ 当社は、委託先報告書を基に、高経年化技術評価 申請書が適切に作成されていることを確認した。

6-1. 問題点① 誤り発生の詳細 (1/2)



- ✓ 委託先は、解析業務経験を有す再委託先へ先行機（浜岡3号炉）と同様な調達指示を行った。
- ✓ 再委託先は、先行機と同様に、以下の3つの図書に解析結果を取りまとめた。

No	再委託先提出図書名称	解析出力	過渡回数	先行機での扱い
1	地震時疲労評価結果報告書	U, U+Us	設工認と同じ	予備解析
2	低サイクル疲労評価結果報告書	U, U+Us	運転実績	本解析
3	環境疲労評価結果報告書	Uen, Uen+Us	運転実績	本解析

- ✓ 委託先は、再委託先の解析チェックを行い、解析業務が適切であることを確認した。
- ✓ 委託先担当者は、図書名称から先行機では図書-1),2),3)を用いて報告書に取りまとめていると認識した。そのため、配管の疲労評価の判定に用いる疲れ累積係数の合計値（Uen+Us）を保守的に算定するために、Uenの最大値に図書-1)から算定したUsの最大値を加算して、報告書に取りまとめることとした。（結果的に、先行機と異なる取りまとめ方法）

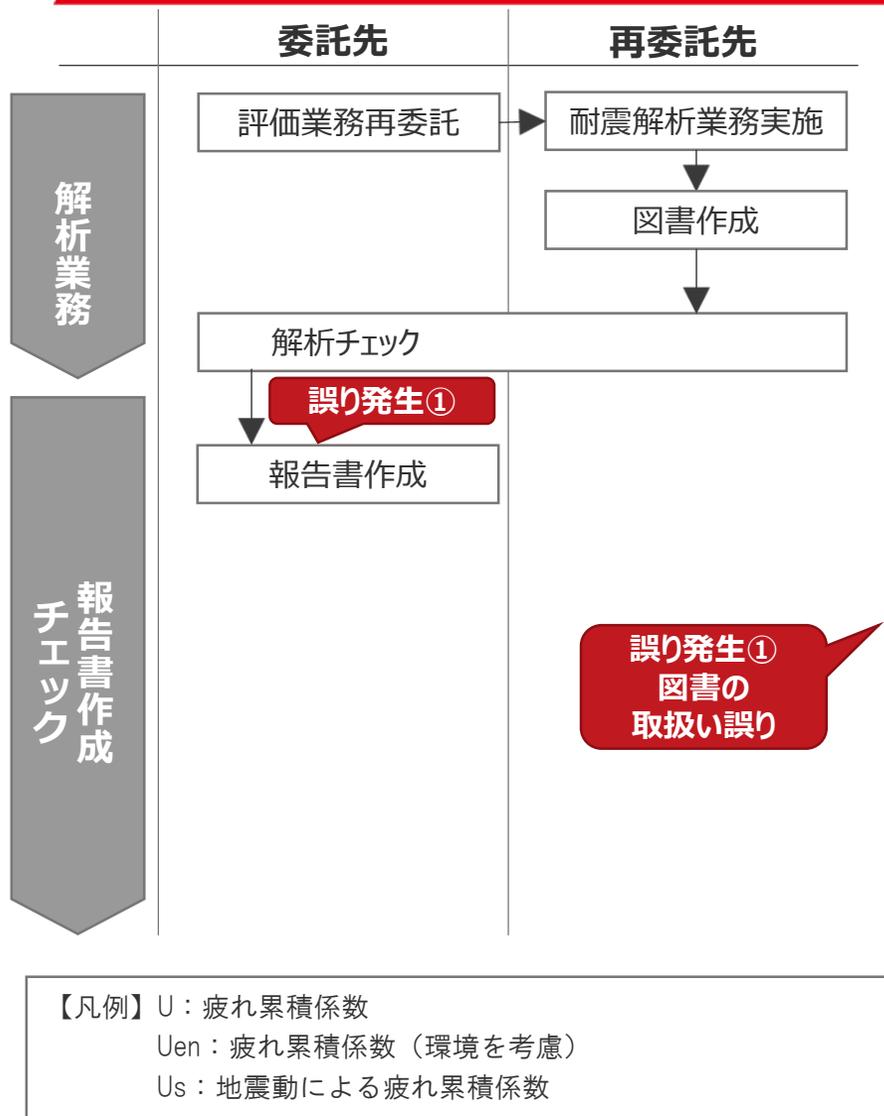
No	再委託先提出図書名称	解析出力
1	地震時疲労評価結果報告書	U, U+Us
2	低サイクル疲労評価結果報告書	U, U+Us
3	環境疲労評価結果報告書	Uen, Uen+Us

担当者は、Us算定向けの図書と認識

担当者は、U算定向けの図書と認識

担当者は、Uen算定向けの図書と認識

6-1. 問題点① 誤り発生の詳細 (2/2)



No	再委託先提出図書名称	解析出力
1	地震時疲労評価結果報告書	U, U+Us
2	低サイクル疲労評価結果報告書	U, U+Us
3	環境疲労評価結果報告書	Uen, Uen+Us

担当者は、Us算定向けの図書と認識

担当者は、U算定向けの図書と認識

担当者は、Uen算定向けの図書と認識

- ✓ 委託先担当者は、図書-2),3)から適切に、U, Uenの最大値を報告書へ転記した。
- ✓ 委託先担当者は、図書-1)を用いて再委託先の解析結果出力である(U+Us)からUの減算によりUsを算定した。

(誤) Usの算定に用いた図書-1)は、(U+Us), Uのそれぞれが最大となる質点の解析結果の記載のみであり、最大となるUsを算定するには当該質点の解析結果の記載が十分でなかったことから、担当者はUsの最大値を適切に算定できなかった。

Us最大値算定に必要な情報

【質点1】 U+Us U Us
 【質点2】 U+Us U Us
 【質点3】 U+Us U Us(最大)

解析結果

Us最大値算定に必要な情報

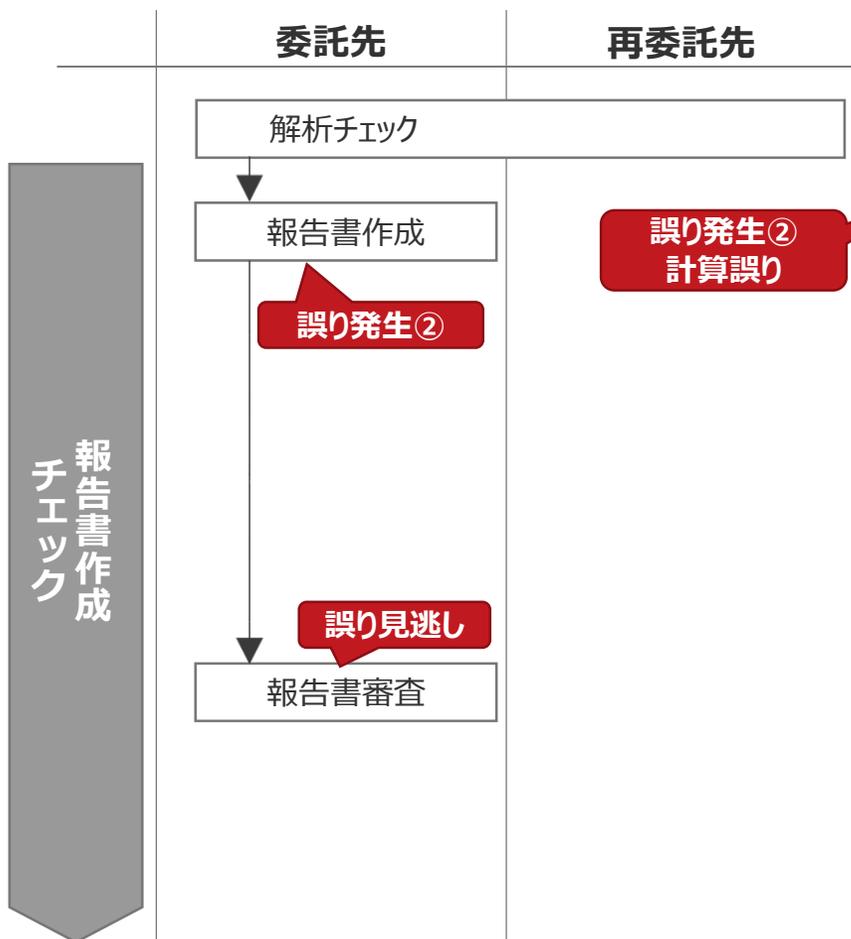
図書-1)に記載の情報

【質点1】 U+Us U Us
 【質点2】 U+Us U Us
 【質点3】 U+Us U Us(最大)

解析結果

U, U+Usのそれぞれが最大となる質点を記載

6-2. 問題点② 誤り見逃しの詳細



(誤) $(U+U_s)$ から U の減算は質点を揃える必要があるが、担当者は質点の違いに気が付かないまま、誤った U_s を算定した。

Usの算定 (正)

【質点1】	$U+U_s$	U	U_s
【質点2】	$U+U_s$	U	U_s
【質点3】	$U+U_s$	U	U_s

解析結果

Usの算定 (誤)

【質点1】	$U+U_s$	U	U_s
【質点2】	$U+U_s$	U	U_s
【質点3】	$U+U_s$	U	U_s

解析結果

同一質点間の減算により算定

異なる質点間の減算により誤った U_s を算定

(再委託先) 図書-1)の取りまとめ結果概要

No	U		U+Us	
	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数
〇〇配管	10	0.xxxx	10	0.yyyy
△△配管	3	0.zzzz	1	0.aaaa

✓ 委託先担当者は、上述認識の基に、エビデンスを整理し、報告書を回覧した。
 (見逃し)委託先調査者は、同じ担当者が並行して確認していた弁の耐震安全性評価 (同一の再委託先で解析実施) が適切であったため、配管の耐震安全性評価についても適切だと思い込み、担当者がチェック用に整理したエビデンスを基に確認し、誤りに気が付けなかった。

【凡例】 U：疲れ累積係数
 Uen：疲れ累積係数 (環境を考慮)
 Us：地震動による疲れ累積係数

6-3. 問題点③ 誤り見逃しの詳細

- ✓ 当社は、解析チェックにて、再委託先の解析業務が適切であることを確認した。
- ✓ 当社は、委託先報告書にて、異なる質点間でUまたはUenとUsで合計値を算定している場合があることに気付き、趣旨を委託先に確認した。委託先から、保守的な評価としている旨の説明を受け、取りまとめ方法は問題ないと判断した。
- ✓ 当社は、先行機は疲れ累積係数の合計値が最大となる質点（同一質点）で取りまとめしており、先行機と異なることに気付いたが、委託先へその旨の事実確認はしなかった。

(委託先) 報告書の取りまとめ結果概要

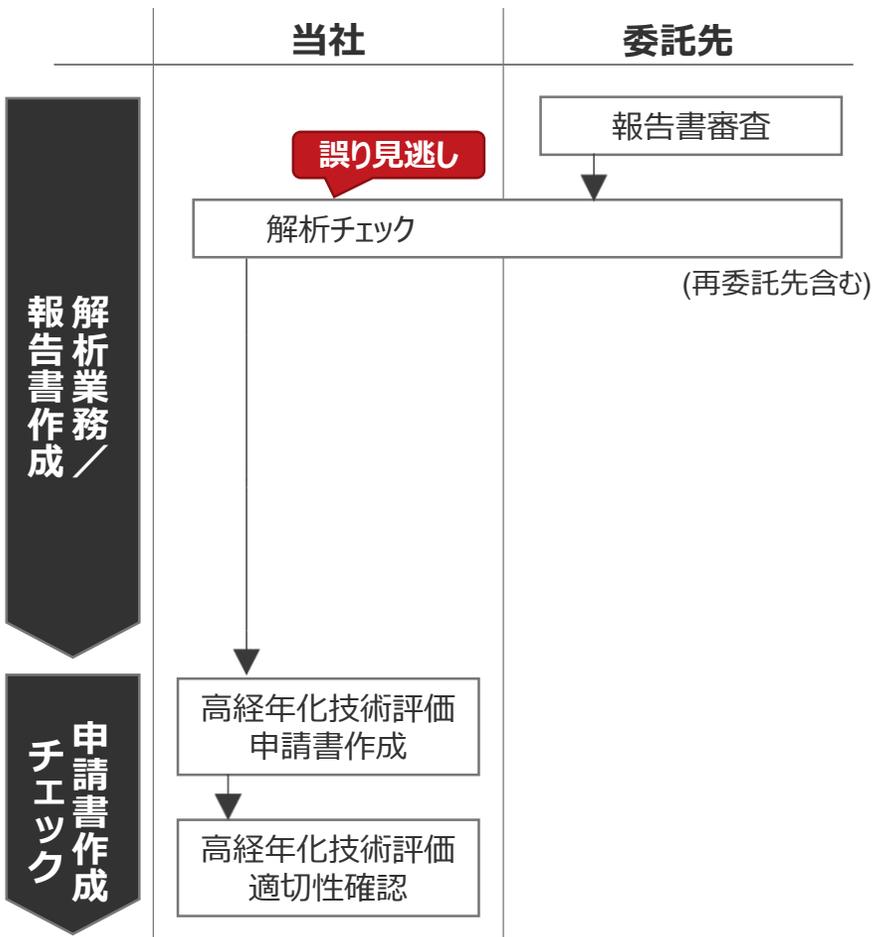
No	U		Uen		Us		U+Us	Uen+Us
	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数	疲れ累積係数	疲れ累積係数
〇〇配管	10	……	10	……	10	……	……	……
△△配管	3	……	3	……	1	……	……	……

(見逃し) 当社は、先行機からの取りまとめ方法の変更点を踏まえて誤りに気が付く機会があったが、先行機と同様な視点のまま同一質点間での算定過程の確認に注目し、異なる質点間で減算している点に注意が及ばなかった。

(再委託先) 図書-1)の取りまとめ結果概要

No	U		U+Us	
	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数
〇〇配管	10	……	10	……
△△配管	3	……	1	……

同一質点間での算定過程の確認に注目し、異なる質点間で減算している点に注意が及ばなかった



【凡例】 U：疲れ累積係数
 Uen：疲れ累積係数（環境を考慮）
 Us：地震動による疲れ累積係数

7-1. 不適合の原因分析（問題点①）

■ 委託先

・問題点①に関する原因分析の結果、「調達時の仕様確認・識別不足」と「コミュニケーション不足」を原因として抽出した。

問題点	原因	深堀り
(背景) 担当者は、調査者から先行機（浜岡3号炉）実績を参考にしようとの口頭指示を受け、先行機と同様な調達指示を再委託先に行った。		—
問題点① 報告書作成 段階での 誤り発生	図書-1)は、図書名称が「地震時疲労評価結果報告書」であり、参考扱いの識別もなかったことから、担当者は、当該図書よりUsを算定するものと思い込んだ。	(調達時の仕様確認・識別不足) 担当者と調査者は、調達仕様書等で図書-1)の扱い（参考or承認）および適切な図書名称とすることを再委託先へ指示できていなかった。
	担当者は、先行機実績を確認したうえで、通常、疲労評価では(U+Us)、(Uen+Us)の最大値を用いて評価することから、再委託先から受領した図書-1),2),3)を用いて、保守的にUs, U, Uenの最大値により取りまとめるものと思い込んだ。	(コミュニケーション不足①) 調査者は、先行機実績があることから、同様の評価をする旨の口頭指示のみで十分だと思った。また、担当者は、調査者から口頭指示を受けた際に、調査者へ具体的な取りまとめ方法の確認を行わなかった。
	担当者は、Usの算定において質点を揃える認識が薄く、図書-1)を用いると異なる質点間の値による誤った計算になることに気が付かなかった。	(コミュニケーション不足②) 担当者は、並行して作業していた弁の評価で受領した図書(*)は質点について意識せずとも正しいUsを算定できたことから、配管の評価では質点を揃える意識が薄れたまま、作業を進めた。コミュニケーション不足①に関連し、計画段階で実施内容についてのコミュニケーション不足があった。

【凡例】 U：疲れ累積係数
 Uen：疲れ累積係数（環境を考慮）
 Us：地震動による疲れ累積係数

※：配管の耐震安全性評価と同一の再委託先で解析実施

7-2. 不適合の原因分析（問題点②）

■ 委託先

- ・問題点②に関する原因分析の結果、「コミュニケーション不足」と「エビデンスチェック不足」を原因として抽出した。

問題点	原因	深掘り
問題点② 報告書チェック 段階での 誤り見逃し	調査者は、担当者の説明を受け、最大値を足し合わせる方法が先行機（浜岡3号炉）実績通りであるとの思い込みからチェックが不足した。	（コミュニケーション不足③） 調査者は、担当者が並行して作業していた弁の報告書（※）を先行機実績通りに適切に実施していることを確認していた。そのため、担当者から配管の報告書についても先行機実績通りであるとの報告を受けたことで、先行機実績通りに再委託先提出図書を用いて適切に取りまとめていると思い込み、図書-1)がUs最大値を算定するには記載が不十分であることに気が付けなかった。
		（エビデンスチェック不足） 調査者は、担当者が並行して作業していた弁の報告書（※）を先行機実績通りに適切に実施していることを確認していた。そのため、担当者がチェック用に整理したエビデンスを基に確認し、Us最大値の算定誤りに気が付けなかった。

※：配管の耐震安全性評価と同一の再委託先で解析実施

【凡例】 U：疲れ累積係数
 Uen：疲れ累積係数（環境を考慮）
 Us：地震動による疲れ累積係数

7-3. 不適合の原因分析（問題点③）

■ 当社

- ・問題点③に関する原因分析の結果、「エビデンスチェック不足」を原因として抽出した。

問題点	原因	深掘り
問題点③ 解析チェック 段階での 誤り見逃し	当社は、先行機（浜岡3号炉）からの取りまとめ方法の変更点を踏まえて誤りに気が付く機会があったが、先行機と同様な視点のまま同一質点間での算定過程確認に注目し、異なる質点間で減算している点に注意が及ばなかった。	（エビデンスチェック不足） 当社は、再委託先の解析業務（配管以外含む）が適切であることの確認をもって、委託先報告書取りまとめが正しいものと思い込み、誤りに気が付けなかった。 当社は、先行機事例がある業務において、先行機との変更点を踏まえたチェックの視点を十分に持てなかった。

【凡例】U：疲れ累積係数

Uen：疲れ累積係数（環境を考慮）

Us：地震動による疲れ累積係数

8. 不適合処置

■ 委託先報告書

- 先行機（浜岡3号炉）と同様に、疲れ累積係数の合計が最大となる質点の値にて、修正する。

(正)

評価対象	区分	評価地震力	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数 (環境を考慮) Uen	地震動による 疲れ累積係数 (基準地震動Ss) Us	合計 (許容値：1以下) Uen+Us
原子炉冷却材再循環系	クラス1	Ss ^{(注1)(注2)}	0.1148	0.0001 ^(注2)	0.1149 ^(注2)
給水系	クラス1	Ss ^{(注1)(注2)}	0.4781	0.0004 ^(注2)	0.4785 ^(注2)

(注1) 評価地震力Ssは、「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（平成25年原子力規制委員会規則第5号）」に基づき、2014年2月14日に申請し、審査中である基準地震動Ssを指す。

(注2) 第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を受け、耐震条件（評価地震力）を、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日原子力安全委員会決定）により策定した基準地震動に見直した解析結果に別途修正した上で、補正する予定。

■ 高経年化技術評価 評価書

- 原子炉施設保安規定変更認可申請書の添付書類 別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）については、第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合を受け、耐震条件を見直した解析結果に変更となる範囲に含まれる。

（耐震安全性評価の再評価方針は、第26回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合 配布資料3-2-1による）

9. 是正処置計画

■ 当社

- 当社における誤りの発生原因は、「エビデンスチェック不足」であったことから、是正処置計画を下表の通りとする。

項目	誤りの発生原因	是正処置計画
問題点③ 解析チェック 段階での 誤り見逃し	エビデンスチェック不足	<ul style="list-style-type: none"> ・関連手引へ以下の内容を反映する。 (1)解析チェックにおける“業務報告書の確認”の視点として、「委託先の取りまとめ方法の確認、ならびに、その実施状況の確認」を明確化するとともに、本不適合事例を記載する。 (2)委託先報告書へ、再委託先の解析結果ならびに委託先の取りまとめ過程の記載を要求する。

■ 委託先（委託先の是正処置状況は、今後、当社による調達先監査により確認する。）

- 委託先における誤りの発生原因は、「調達時の仕様確認・識別不足」、「コミュニケーション不足」、「エビデンスチェック不足」であったことから、是正処置計画を下表の通りとし、本不適合事例について事例紹介を実施する（当該業務担当内では実施済み）。

項目	誤りの発生原因	是正処置計画
問題点① 報告書作成 段階での 誤り発生	調達時の仕様確認・ 識別不足	<ul style="list-style-type: none"> ・委託先の購入仕様書ガイドに以下の注記を加える。 「提出すべき図書の対象、種類*、部数、提出時期等を記載する」 *：許認可業務に直接的に使用しない場合、図書名称や位置付け(参考図書と識別)を明確化する。
	コミュニケーション不足	<ul style="list-style-type: none"> ・委託先の業務ガイドに以下の下線部の注記を加える。 「担当者へ具体的な指示を行うため、業務のポイント・注意点を業務計画等で明確化する」 ・担当者と調査者の業務調整状況を、承認者が定期的に確認を行う。
問題点② 報告書チェック 段階での 誤り見逃し	エビデンスチェック不足	<ul style="list-style-type: none"> ・委託先の業務ガイドに以下の注記を加える。 「設計根拠等*が充分であるか確認する」 *：先行機実績に基づき実施している場合は、具体的な先行機評価方法等を参照する。

10. 水平展開

■ 不適合の水平展開

- ✓ 本事象は、解析業務を行った再委託先提出の図書を取りまとめる際に誤ったものであることから、浜岡3号炉、浜岡4号炉の高経年化技術評価に関して解析結果を基に作成した委託先報告書の再チェックを行った。

- ⇒ 再確認の結果、当該事象である浜岡原子力発電所 原子炉施設保安規定変更認可申請（4号炉の長期施設管理方針の追加）の添付書類である別冊（耐震安全性評価書）のうち配管の低サイクル疲労（耐震安全性評価）以外に誤りはなかった。

- ✓ 第25回原子力発電所の高経年化技術評価等に係る審査会合コメントを踏まえた、耐震安全性評価の耐震再解析業務については、本不適合事象を踏まえて、業務を進めている。当社は、委託先報告書に対して、是正処置計画の内容に応じた確認を行う。

参考：委託先報告書と再委託先提出報告書との関係

委託先報告書と再委託先提出報告書との関係（修正後）

【誤りを訂正した委託先報告書】

No	質点	U	Uen	Us	U+Us	Uen+Us
		疲れ 累積 係数	疲れ 累積 係数	疲れ 累積 係数	疲れ 累積 係数	疲れ 累積 係数
PLR-001	7	0.0051	0.1148	0.0001	0.0052	0.1149
PLR-002	52	0.0023	0.0518	0.0005	0.0028	0.0523
FDW-001	76	0.0183	0.4781	0.0004	0.0187	0.4785
FDW-002	76	0.0183	0.4781	0.0004	0.0187	0.4785

	(Uen+Us)	(Uen)	(Us)
PLR-001	0.1149	- 0.1148	= 0.0001
PLR-002	0.0523	- 0.0518	= 0.0005
FDW-001	0.4785	- 0.4781	= 0.0004
FDW-002	0.4785	- 0.4781	= 0.0004

 転記
 算出

②
最大の数値を耐震安全性評価書に転記

<解説>

①図書-3)より (Uen+Us) および (Uen) を転記

②PLR-001、PLR-002のうち (Uen+Us) が最大となる方を代表として耐震安全性評価書に転記

③転記した (Uen+Us) から (Uen) を減算してUsを算出

* FDW系も同様の手順で実施

Uen+Usが最大となる質点をまとめた再委託先の報告書

No	質点	Uen	Uen+Us
		疲れ累積係数	疲れ累積係数
PLR-001	7	0.1148	0.1149
PLR-002	52	0.0518	0.0523
FDW-001	76	0.4781	0.4785
FDW-002	76	0.4781	0.4785

【再委託先 図書-3)環境疲労評価結果報告書】

委託先担当者は、配管の疲労評価の判定に用いる疲れ累積係数の合計値（ $U_{en}+U_s$ ）を保守的に算定するために、図書-3）から転記した（ U_{en} ）の最大値に図書-1）から算定した（ U_s ）の最大値を加算して、報告書に取りまとめることとした。

委託先報告書と再委託先提出報告書の関係はP22参照。

<解説> P22参照

誤り発生①
図書の取扱い誤り

①図書-3)より、（ U_{en} ）を転記

②図書-1)より、（ U_s ）を算出（図書-1)の（ $U+U_s$ ）から（ U ）を減算して算出）

③上記①②の（ U_{en} ）と（ U_s ）を加算して（ $U_{en}+U$ ）を算出

④PLR-001、PLR-002のうち（ $U_{en}+U_s$ ）が最大となる方を代表として耐震安全性評価書に転記

* FDW系も同様の手順で実施

誤り発生②
計算誤り

委託先報告書と再委託先提出報告書との関係（記載誤り）（2/2）

【誤りを確認した委託先報告書】

No	U		Uen		Us		U+Us		Uen+Us	
	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数
PLR-001	7	0.0051	7	0.1148	56	0.0071	0.0122	0.1219		
PLR-002	52	0.0023	52	0.0518	93	0.0228	0.0251	0.0746		
FDW-001	44	0.0435	76	0.4781	30	0.0002	0.0437	0.4783		
FDW-002	44	0.0435	76	0.4781	30	0.0002	0.0437	0.4783		

誤り発生②
計算誤り

	(U+Us)	(U)	(Us)
PLR-001	0.0262	- 0.0191	= 0.0071
PLR-002	0.0302	- 0.0074	= 0.0228
FDW-001	0.2714	- 0.2712	= 0.0002
FDW-002	0.2714	- 0.2712	= 0.0002

転記 算出

【再委託先 図書-1)地震時疲労評価結果報告書】

No	U		U+Us	
	質点	疲れ累積係数	質点	疲れ累積係数
PLR-001	7	0.0191	56	0.0262
PLR-002	6	0.0074	93	0.0302
FDW-001	30	0.2712	30	0.2714
FDW-002	30	0.2712	30	0.2714

誤り発生①
図書の取扱い誤り

④
最大の数値を耐震安全性評価書に転記

	(Uen)	(Us)	(Uen+Us)
PLR-001	0.1148	+ 0.0071	= 0.1219
PLR-002	0.0518	+ 0.0228	= 0.0746
FDW-001	0.4781	+ 0.0002	= 0.4783
FDW-002	0.4781	+ 0.0002	= 0.4783

③

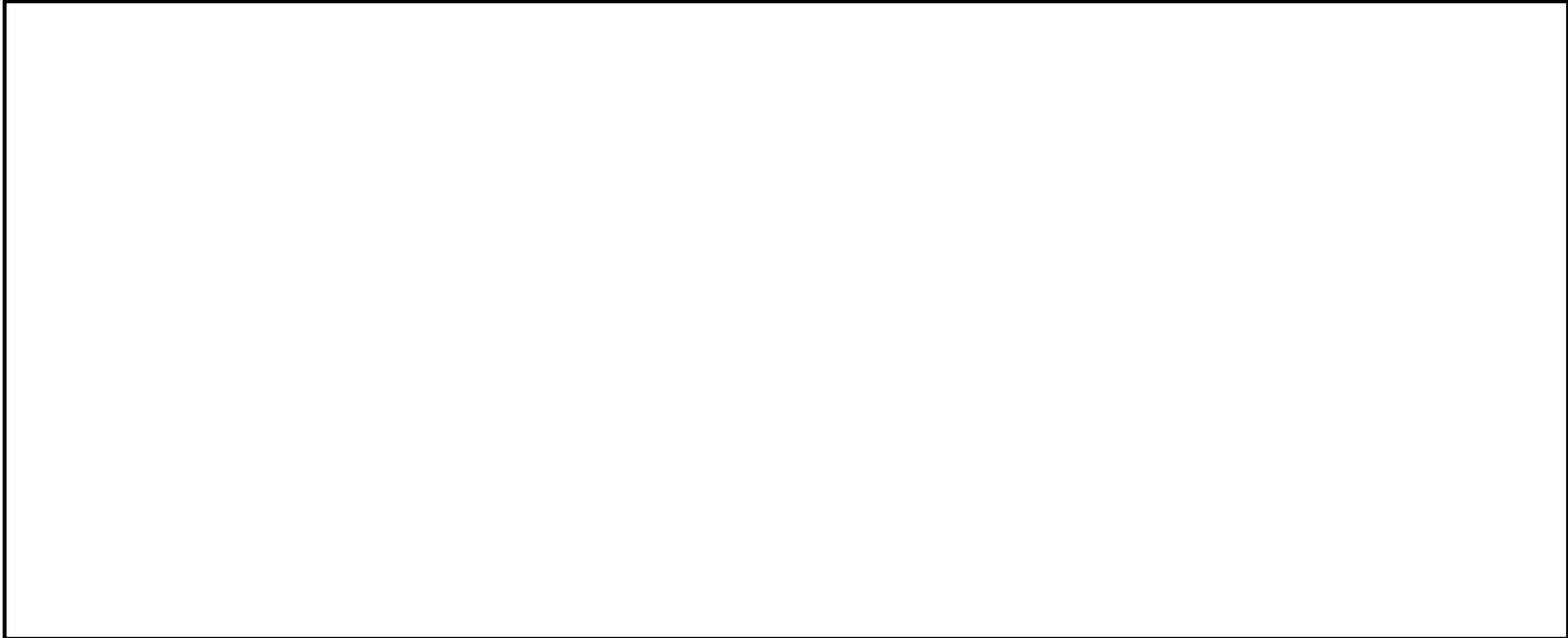
Uen+Usが最大となる質点をまとめた再委託先の報告書

No	質点	Uen	Uen+Us
		疲れ累積係数	疲れ累積係数
PLR-001	7	0.1148	0.1149
PLR-002	52	0.0518	0.0523
FDW-001	76	0.4781	0.4785
FDW-002	76	0.4781	0.4785

【再委託先 図書-3)環境疲労評価結果報告書】

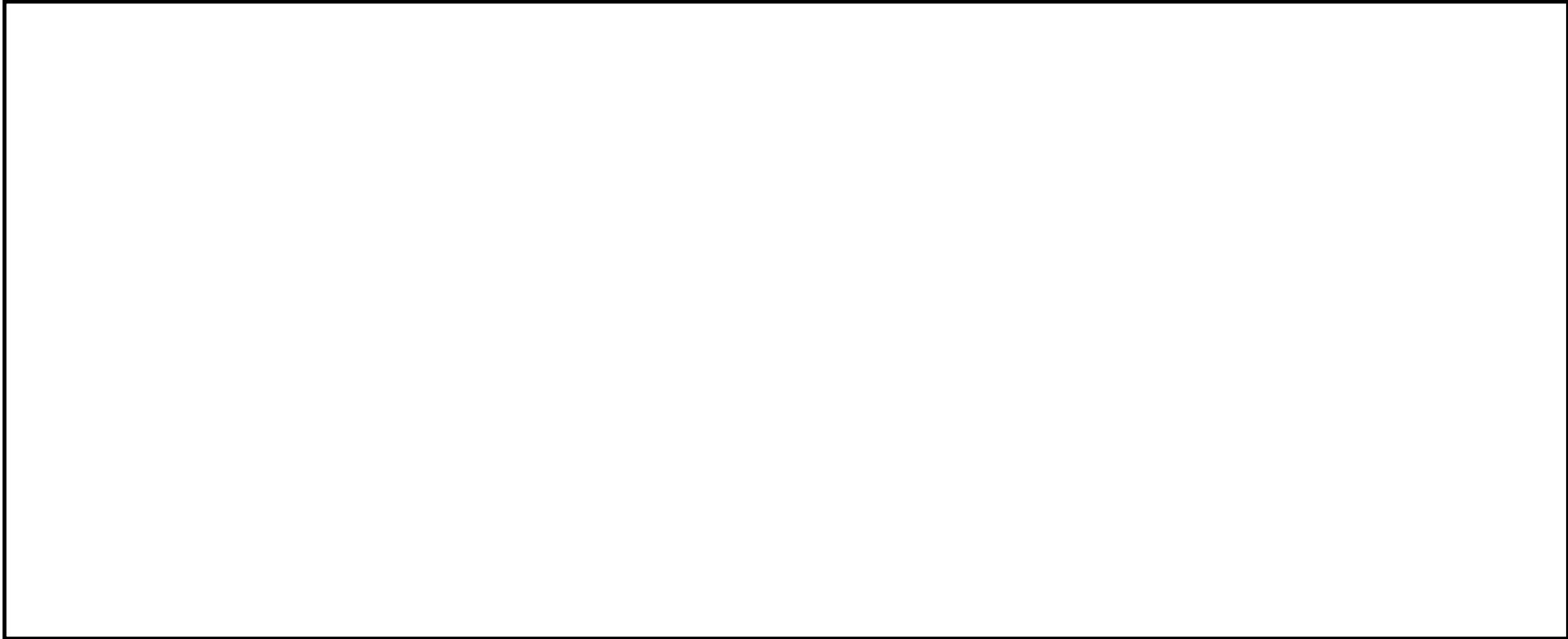
参考：モデル図

浜岡4号炉 原子炉冷却材再循環系配管 低サイクル疲労評価 3次元梁モデル



浜岡4号炉 原子炉冷却材再循環系（A系）配管 3次元梁モデル：PLR-001

浜岡4号炉 原子炉冷却材再循環系配管 低サイクル疲労評価 3次元梁モデル



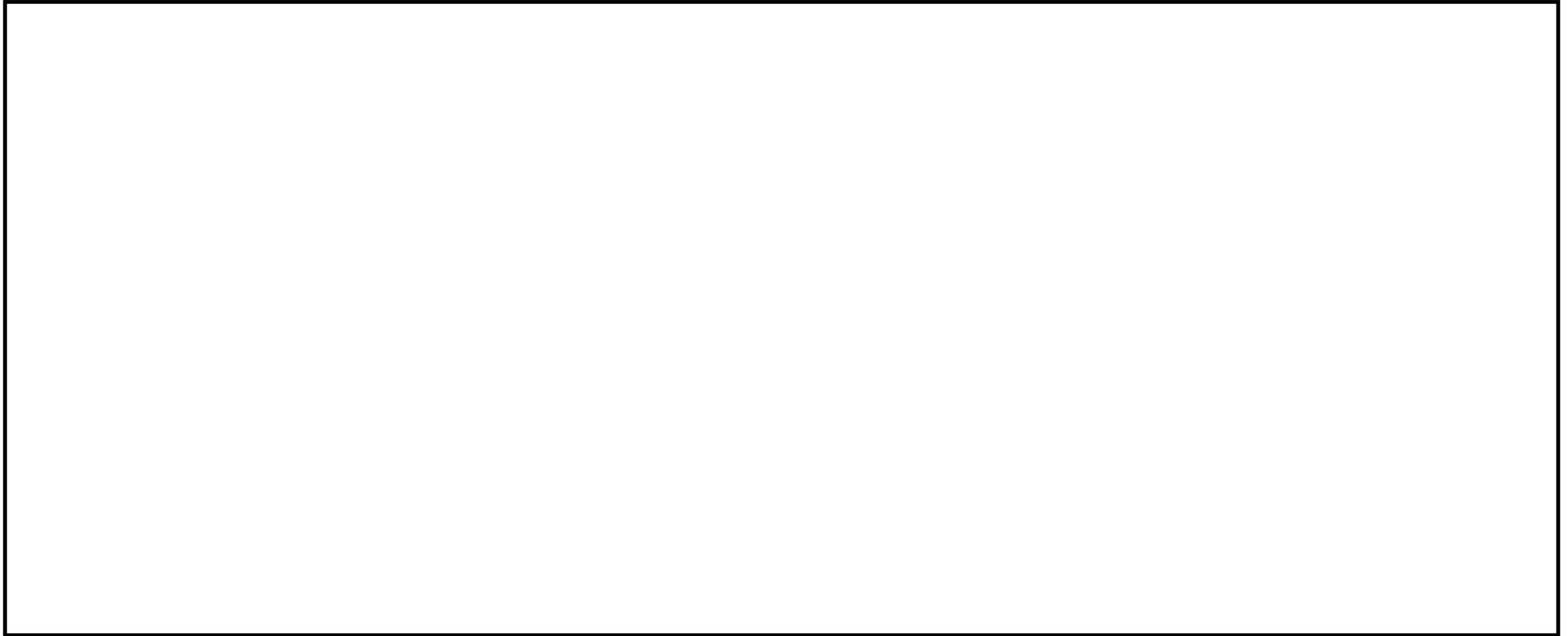
浜岡4号炉 原子炉冷却材再循環系（B系）配管 3次元梁モデル：PLR-002

浜岡4号炉 給水系配管 低サイクル疲労評価 3次元梁モデル



浜岡4号炉 給水系 (A系) 配管 3次元梁モデル : FDW-001

浜岡4号炉 給水系配管 低サイクル疲労評価 3次元梁モデル



浜岡4号炉 給水系 (B系) 配管 3次元梁モデル : FDW-002