

玄海原子力発電所 3号炉
高経年化技術評価（30年目）に係る
原子炉施設保安規定変更認可申請
（高サイクル熱疲労評価の過渡回数の誤記について）

2024年 1月18日

九州電力株式会社



1. 概要

玄海原子力発電所3号炉 高経年化技術評価書（以下、「評価書」という。）のうち、「配管ステンレス鋼配管」の項目にて実施している高サイクル熱疲労評価において、余熱除去系統配管の疲労評価に用いた過渡回数を記載しているが、疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載（誤記）していたことから、経緯等について以下のとおり説明する。

2. 経緯

- (1) 高サイクル熱疲労評価については、メーカーに委託し評価を実施しており、メーカーから提出される委託報告書に記載されている過渡回数を用いて評価書を作成している。
- (2) 委託報告書のうち過渡回数が記載されているフォーマットについて、玄海3号炉と当社先行プラントである川内1/2号炉では、(3)に示す相違があるものの、フォーマット全体として似ているものであった。
- (3) 川内1/2号炉の委託報告書のフォーマットは評価書に最終的に記載すべき過渡回数が記載されていたのに対し、玄海3号炉のフォーマットでは、評価書に最終的に記載すべき過渡回数が記載されておらず、複数箇所に分かれて記載されている過渡回数を足し合わせる必要があった。
- (4) 玄海3号炉の評価書作成者は、川内1/2号炉における評価書の作成経験があり、玄海3号炉の委託報告書のフォーマットが川内1/2号炉の委託報告書のフォーマットと似ていたことから、川内1/2号炉の委託報告書のフォーマットと同じ位置の数値を転記することで問題ないと思い込み、誤った過渡回数を記載した。
- (5) 評価書の確認にあたっては、委託報告書と評価書案を照合してダブルチェックを実施していたものの、「数値」に着目した確認となっており、数値が記載されたフォーマットの「項目」まで確認できていなかった。
- (6) メーカーは足し合わせた後の過渡回数を使用し評価を実施していた。

3. 評価結果への影響の有無

疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載（誤記）していたものの、疲労累積係数の算出にあたっては、足し合わせた後の正しい過渡回数を用いて評価していることから評価結果への影響はない。

今回の事象（誤記）が起きた原因は、評価書を作成する際に参照する委託報告書のフォーマットが当社先行プラントと異なっていることを評価書作成者が認識しておらず、誤った認識のまま評価書を作成したことである。

また、評価書の確認の際にも、「数値」に着目した確認となっており、数値が記載されたフォーマットの「項目」まで確認できていなかったことが原因である。

上記の原因を踏まえ、玄海3号炉の評価書において、委託報告書の当該フォーマットを用いて評価を実施しているものを確認したところ、今回の事象（誤記）が起きた余熱除去系統配管の疲労評価のみであることから、他の評価では今回のような転記ミスによる誤記は起こらない。

また、玄海3号炉評価書と委託報告書に対し、評価条件と評価結果を「数値」と「項目」の両方の観点で比較し、問題ないことを確認した。

4. 今後の対応

- (1) 疲労累積係数の算出に用いた過渡回数とは異なる過渡回数を記載している玄海3号炉の高経年化技術評価書を修正する。
- (2) 規定文書（経年劣化の技術評価実施要領）を改正し、高経年化技術評価書を作成・確認する際の観点として、「適切な項目の数値となっていること」を追加し、確実に確認できる仕組みとする。

(1) 母管の高サイクル熱疲労割れ〔余熱除去系統配管〕

〔高低温水合流型疲労割れ〕

余熱除去冷却器出口配管とバイパス配管の合流部（高低温水合流部）は、局所的にバイパス配管からの高温水が流入し、複雑な流況による熱過渡を受け、疲労が蓄積されることから、高サイクル熱疲労割れが想定される。

高低温水合流部の高サイクル熱疲労割れに対しては、「(社)日本機械学会 配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針 (JSME S 017-2003)」に基づき評価を実施した。

劣化が進展すると仮定した場合における運転開始後60年時点の疲労評価に用いた過渡回数を表2.2-1に示す。

評価結果を表2.2-2に示すが、許容値を満足する結果を得た。

なお、余熱除去冷却器出口配管とバイパス配管の合流部については、第10回定期検査時（2006年度）に取替えを行なった。

また、漏えい検査により機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

表2.2-1 玄海3号炉 余熱除去系統配管の高低温水合流型疲労評価に用いた過渡回数

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年時点での推定値
起動（温度上昇率55.6℃/h）	7	36
停止（温度下降率55.6℃/h）	7	36
1次系漏えい試験	7	37

表2.2-2 玄海3号炉 余熱除去系統配管の高低温水合流型疲労評価結果

評 価 部 位	疲労累積係数 (許容値：1以下)
余熱除去冷却器出口・バイパスライン合流部	0.871

〔現状の記載〕 (評価書より抜粋)

過渡項目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年時点での推定値
起動	7	36
停止	7	36
1次系漏えい試験	7	37

〔正しい記載〕

過渡項目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年時点での推定値
起動	5	43
停止	4	43
1次系漏えい試験	5	44

川内1号炉の委託報告書と玄海3号炉の委託報告書のフォーマットの比較

川内1号炉のフォーマット

表-1 川内1号機 疲労評価用過渡回数 (余熱除去冷却器出口・バイパスライン合流部)

項目	過渡運転状態	設計過渡回数	実績回数 ^(注1)	平均過渡回数 (回/年)	残りの年数 (60年ベース)	試運転での過渡回数	評価用過渡回数 (60年ベース)	
							現状までの過渡回数 ^(注1)	評価用過渡回数 (60年ベース)
1	起動	120	8	0.83	24.3	1	9	40
2	停止	120	8	0.80	24.3	1	9	40
39	1次系漏洩試験	50	8	0.80	24.3	0	8	38

注1) 実績回数、現状までの評価用回数は、取替が行われた第18回定期検査から2020年3月31日までの回数。

「項目」 ※

「数値」

現状までの過渡回数^(注1)

評価用過渡回数 (60年ベース)

※ 評価書に記載すべき過渡回数

玄海3号炉のフォーマット

表-1 玄海3号機 疲労評価用過渡回数 (余熱除去冷却器出口・バイパスライン合流部)

項目	過渡運転状態	設計過渡回数	実績回数 ^(注1)	平均過渡回数 (回/年)	残りの年数 (60年ベース)		試運転での過渡回数	評価用過渡回数	
					RHRフラッシュ対策導入前	RHRフラッシュ対策導入後		RHRフラッシュ対策導入前	RHRフラッシュ対策導入後
1	起動	120	5	0.69	1.7	33.4	0	7	36
2	停止	120	4	0.67	0.2	34.9	0	7	36
39	1次系漏洩試験	50	5	0.72	1.7	33.4	0	7	37

注1) 実績回数、現状までの評価用回数は、取替が行われた第10回定期検査から2019年3月31日までの回数。

誤って評価書に記載した過渡回数

評価用過渡回数

RHRフラッシュ対策導入前

RHRフラッシュ対策導入後

(注)

表5-1 余熱除去冷却器出口・バイパスライン合流部 詳細疲労評価結果 (玄海3号機)

対象過渡	過渡1回に対するUF値①	PLM30疲労評価の過渡回数②	PLM30疲労評価のUF値 (①×②)	備考
プラント起動時	7.8660E-03	43	0.33824	添付-1
プラント停止時	4.1014E-03	43	0.17637	
一次系漏えい試験 起動時	6.2025E-03	44	0.27293	
一次系漏えい試験 停止時	1.8812E-03	44	0.08278	
合計UF	—	—	0.871	
判定	—	—	○	

注1) 本表は、添付-1の修繕工事時の結果 (表6-1) より、過渡1回に対するUF値を参照し、PLM30過渡回数を用いて、高サイクル熱疲労評価を実施したものである。

評価書に記載する過渡回数 (現状までの過渡回数) ※

起動 $5 + 0 = 5$

停止 $4 + 0 = 4$

1次系漏えい試験 $5 + 0 = 5$

評価書に記載する過渡回数 (評価用過渡回数 (60年時点)) ※

起動 $7 + 36 = 43$

停止 $7 + 36 = 43$

1次系漏えい試験 $7 + 37 = 44$

→ 疲労累積係数は足し合わせた後の正しい過渡回数を用いて算出しており、評価結果への影響はない。

(注) RHRフラッシュ: 米国NRCは、Information Notice 2010-11「蒸気ボイドによる余熱除去系の機能不全の可能性」において、プラント起動・停止時のRHRポンプ上流側の冷却材温度が高温である場合にLOCA事象を想定すると、RHRポンプ上流側は減圧沸騰(フラッシュ)に伴う蒸気ボイドが発生し、RHR低圧注入機能が喪失する可能性を指摘している。本事象に対する検討を実施し、RHRポンプが機能不全になる確率は十分に低いものの、リスク低減の取り組みとして、プラント起動・停止時のRHR運転システムの運用変更を実施している。