

美浜3号炉－特別点検（コンクリート）－16 rev1

タイトル	(添付-1、別紙-1) 供試体の寸法を変更しても良いとする妥当性検証結果を提示すること。
説明	<p>添付-1の通り、各種試験を行い、供試体寸法の変更に対する妥当性を検証しています。</p> <p>試験においては、当社の各原子力発電所に適用できるように、乾燥単位容積質量に大きく影響する骨材について、その最大径を実機と同様の25mmとし、セメント種別においても、普通セメント、中庸熱セメント、これらにフライアッシュを混入したものをそれぞれ選定しています。また、コンクリートの調合についても、実機と大きく相違がなく、本試験結果を実機に適用できる試験条件となっています。</p> <p>添付-1 既存構造物における遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法の検討</p> <p>添付-2 コンクリート調合表の比較</p>

既存構造物における遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法の検討

(その1 研究計画および力学特性の実験)

遮蔽コンクリート 乾燥単位容積質量 モールド供試体
コア供試体 圧縮強度 ヤング係数

正会員 ○山口善弘*1 同 山岸英輝*1
同 米澤敏男*2 同 徳永将司*2
同 井上和政*2 同 中尾正純*3

1. はじめに

既存の原子力発電施設におけるコンクリート構造物から採取したコア供試体による遮蔽能力の評価が求められるようになった。コンクリートの遮蔽能力を評価するための試験方法は、施工時の管理試験への適用を主たる対象に、モールド供試体を用いた「JASS 5N T-601 コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法」と「JASS 5N T-602 コンクリートの乾燥単位容積質量促進試験方法」が規定されている。一方、既存のコンクリート構造物の遮蔽能力を評価するためには、コンクリート構造物から採取したコア供試体による乾燥単位容積質量の評価が必要であるが、現状では、その試験方法は規格化されていない。そのため、本研究では供試体寸法、水結合材比、セメント種別等を考慮して、JASS 5N T-601 と T-602 によるモールド供試体と、壁試験体から採取したコア供試体を用いて乾燥単位容積質量に関する実験を行い、コア供試体による遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量の試験方法について検討を行った。本研究(その1)では、研究計画の概要とコンクリートの力学特性の実験結果について報告する。

2. 研究計画

コア供試体による乾燥単位容積質量試験方法を検討するための本研究の構成とフローを図-1に示す。本研究では、供試体寸法や材料・調合の等しいモールド供試体と、壁試験体から採取したコア供試体について、乾燥単位容積質量の実験を行い、両者の共通点と相違点の分析からコア供試体による乾燥単位容積質量試験の可否や適用範囲の検討を行った。

2.1 実験因子と水準

実験の因子と水準を表-1に示す。セメントの種別、水結合材比、供試体寸法および乾燥温度を共通の因子として実験を行った。円柱供試体の直径は、鉄筋の切断リスクと構造物への影響軽減の観点から、φ100mmに加えφ75mm、φ50mmとした3水準とした。乾燥開始の材齢は、モールド供試体による実験ではJASS 5N T-601に規定されている28日と91日、コア供試体による実験では91日とした。コア供試体を採取する壁試験体は屋内と屋外の2条件で暴露を行った。

2.2 使用材料とコンクリートの調合

使用材料を表-2に、コンクリートの調合を表-3に示す。



図-1 研究の構成とフロー

表-1 実験の因子と水準

	因子	水準
モールド・ コア実験 共通	セメントの種別*1	N, M, N+F, M+F
	水結合材比(%)	40, 50, 65
	供試体寸法(径mm)	50, 75, 100
	乾燥温度(°C)	65, 105
モールド実験	乾燥開始材齢(日)	28, 91
		91
コア実験	暴露環境	屋内、屋外
	コア採取法	湿式、乾式

*1 N: 普通ポルトランドセメント, M: 中熱ポルトランドセメント
N+F: 普通+フライアッシュ, M+F: 中熱+フライアッシュ

表-2 使用材料

材料	仕様等の概要
セメント	N(JIS R 5210ポルトランドセメント、密度3.16g/cm ³) M(JIS R 5210ポルトランドセメント、密度3.21g/cm ³)
混和材	フライアッシュ(JIS A 6201, II種、密度2.31g/cm ³)
細骨材	大井川産陸砂(最大寸法5mm, FM=2.68 絶対密度2.53g/cm ³ , 吸水率2.15%)
粗骨材	硬質砂岩砕石(最大寸法25mm, FM=7.03 絶対密度2.64g/cm ³ , 吸水率0.64%)
混和剤	AE減水剤(JIS A 6204, 標準形, I種) AE剤(JIS A 6204, I種)

セメントは表-2に示す4種類とし、粗骨材の最大寸法は25mmとした。水結合材比は、40、50、65%とした。

2.3 実験方法

モールド供試体のうち、φ100×200mmとφ50×100mmには市販のプラスチックモールドを使用し、φ75×150mmには塩ビパイプを用いて製作したものを使用した。コア供試体を採取するための壁試験体の寸法は1×1×0.26mとし、平打ちにより製作した。

モールド供試体の養生は、材齢28日まで標準水中とし、それ以降は封かんとした。壁試験体は材齢3週まで型枠を存置したまま打設面を濡れウエスで養生し、3週での脱型以降は所定の環境に暴露した。暴露状況を写真-1に示す。

乾燥単位容積質量試験の乾燥温度は、JASS 5N T-601に定められた65℃とT-602に定められた105℃とし、乾燥終了の判定値を表-4のとおり設定した。φ100×200mmの判定値はT-601とT-602に従い、φ75×150mmとφ50×100mmは、T-601とT-602の判定値を基に体積比で定めている。

3. 力学特性の実験結果

標準養生を行ったモールド供試体の圧縮強度と材齢の関係を図-2に示す。材齢28日の圧縮強度はN>M>NF>MFの順となる傾向であった。すなわち、中庸熟セメントの使用とフライアッシュの添加によって強度が低下する傾向にあるが、91日ではセメントの種別による差は縮小した。

図-3にコア供試体の圧縮強度を示す。NF、MFセメントで圧縮強度が低い傾向はモールド供試体と同様であるが、モールド供試体に比べ、セメント種別の差は小さい。

図-4にヤング係数と圧縮強度の関係を示す。図中にはRC規準の関係式を示すが、モールド供試体、コア供試体にかかわらず、本研究に使用したコンクリートのヤング係数は、RC規準の式にほぼ一致しており、圧縮強度に対して通常想定される関係にあると考えられる。

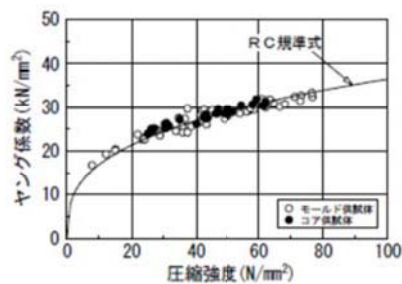


図-4 ヤング係数と圧縮強度の関係

表-3 コンクリートの調合

配号	セメント種別	水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m³)			
				水	セメント	フライアッシュ	粗骨材*
N40	N	40	41.4	172	430	-	697
N50		50	44.3	168	336	-	784
N65		65	46.5	166	255	-	855
M40	M	40	41.6	172	430	-	702
M50		50	44.4	168	336	-	788
M65		65	46.6	166	255	-	858
NF40	N+F	40	41.5	166	332	83	700
NF50		50	44.5	162	259	65	790
NF65		65	46.7	160	197	49	863
MF40	M+F	40	41.7	166	332	83	704
MF50		50	44.6	162	259	65	793
MF65		65	46.8	160	197	49	866

(注) スランブ=12cm, 空気量=4.0% * : 表乾質量



写真-1 壁試験体の暴露状況

表-4 乾燥終了の判定値

	JASS5N T-601, T-602		本研究	
	φ100×200mm	φ75×150mm	φ75×150mm	φ50×100mm
65℃	2日で1g	0.42g/2日	0.13g/2日	0.13g/2日
105℃	3日以上で0.5g	0.21g/3日	0.06g/3日	0.06g/3日

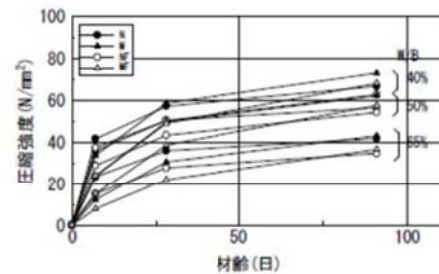


図-2 モールド・標準養生供試体の圧縮強度

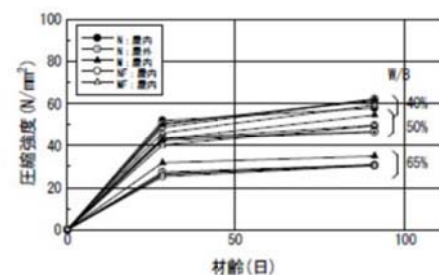


図-3 コア供試体の圧縮強度

*1: 関西電力(株)
*2: (株)竹中工務店
*3: (株)環境総合テクノス

*1: The Kansai Electric Power Co., Inc.
*2: Takenaka Corporation
*3: The General Environmental Technos Co., Ltd

既存構造物における遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法の検討

(その2 モールド供試体による乾燥単位容積質量の実験)

遮蔽コンクリート 乾燥単位容積質量 モールド供試体
供試体寸法 セメント種別 水結合材比

正会員 ○山岸英輝*1 同 山口善弘*1
同 米澤敏男*2 同 徳永将司*2
同 井上和政*2 同 中尾正純*3

1. はじめに

コンクリートの遮蔽能力の評価のための乾燥単位容積質量試験方法は、φ150×300mm またはφ100×200mm のモールドで成型した円柱供試体を材齢 28 日まで標準水中養生した後、65℃または105℃で乾燥して求める方法が、JASS 5N T-601 または T-602 として規格化されている。したがって、コア供試体による遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量の試験方法の検討においてもモールド供試体との比較検討が基本となる。以上の点を踏まえ、本研究(その2)では、モールド供試体の乾燥開始材齢、供試体寸法、セメントの種別等を因子とした乾燥単位容積質量の実験結果について報告する。

2. 実験概要と分散分析の方法

実験の因子と水準は(その1)の表-1に、使用材料およびコンクリートの調査は表-2、表-3に示した。モールド供試体の養生は、材齢 28 日までは標準水中とし、それ以降は封かんとした。乾燥終了の判定値には(その1)の表-4を適用した。

乾燥開始材齢 28 日と 91 日の乾燥単位容積質量について、下記の2条件で因子を組み合わせた3元配置の分散分析を行い実験結果を統計的に検討した。

- 分散分析1: 供試体寸法、水結合材比、乾燥温度
- 分散分析2: 供試体寸法、水結合材比、セメント種別

3. 実験結果と考察

3.1 乾燥速度

材齢 91 日から乾燥を開始した時の乾燥単位容積質量と材齢の関係の測定例を図-1に示す。乾燥速度は乾燥温度の影響を強く受け、65℃では7~10日、105℃では3~4日の間に急速に乾燥していることがわかる。この傾向は乾燥開始材齢 28 日の場合もほぼ同様である。

乾燥開始材齢 28 日の場合における、(その1)の表-4に示した乾燥終了判定値に至るまでの日数を図-2と図-3に示す。図-2によれば、乾燥温度 105℃では 65℃よりも乾燥終了までの時間が短縮されており、この時間は水結合材比が大きい程、供試体寸法が小さいほど短くなる傾向にあることがわかる。図-3によれば、乾燥速度にはセメント種別の影響が認められ、Nセメント、Mセメントに比べ、フライアッシュ添加の場合において乾燥に長時間を要する傾向にある。

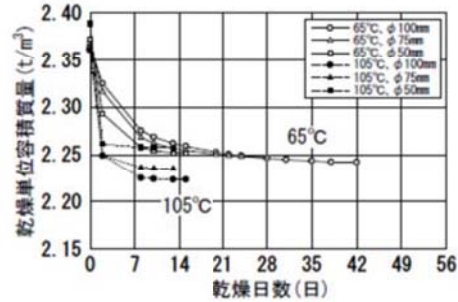


図-1 乾燥単位容積質量と乾燥日数の関係
(乾燥開始材齢 91 日、Nセメント、W/B=50%)

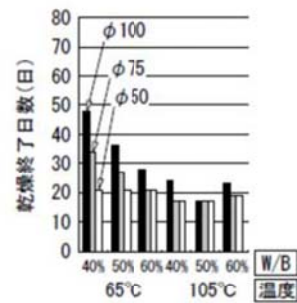


図-2 乾燥終了までの日数
(乾燥開始材齢 28 日、Nセメント)

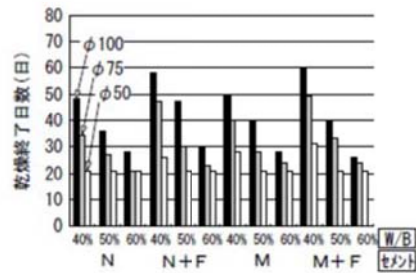


図-3 乾燥終了までの日数
(乾燥開始材齢 28 日、65℃乾燥)

乾燥速度は、組織の緻密さと蒸発可能水の量に依存すると考えられるが、(その1)の図-2からは乾燥時間の長いフライアッシュの場合で強度が低い傾向にあり、蒸発可能水量の影響が卓越しているのではないかと考えられる。

3.2 乾燥単位容積質量の要因効果

要因効果の主効果を図-4～図-7に示す。乾燥開始材齢28日に比べて91日のほうが若干乾燥単位容積質量が大きくなる傾向にあるが、乾燥開始材齢に関わらず、主効果は図-4の91日を除いて危険率1%有意であった。分散分析表の掲載は省略しているが、交互作用は、いくつかのケースを除いて有意ではなく、全体として交互作用は少ないと判断された。

図-4によれば、105℃乾燥の乾燥単位容積質量は65℃に対して0.01t/m³程度小さく、JASS 5N T-602が安全側の値を与える促進試験方法であることが確認できる。

図-5によれば、径が小さくなると乾燥単位容積質量が大きくなる傾向にある。この理由は必ずしも明らかではないが、モールドにコンクリートを充填する際にモールド径が小さくなると粗骨材の比率が増加することが考えられる。

供試体の径ごとの標準偏差(図-8)は、φ75mmはφ100mmに比べやや大きくなる程度であるが、φ50mmになると大きくなる傾向にある。

図-6によれば、N、Mセメントに比べてフライアッシュを添加したNF、MFの乾燥単位容積質量が小さい。フライアッシュの密度がセメントと比較して小さいことと蒸発可能水の量が影響している可能性が考えられる。図-7によれば、水結合材比の増大とともに乾燥単位容積質量が小さくなる。

4. まとめ

本研究(その2)の結果を以下にまとめる。

- (1) モールド供試体の直径をφ100mmから小さくすると乾燥単位容積質量は大きくなる傾向にある。
- (2) 供試体直径φ75mmの標準偏差はφ100mmよりやや大きい程度であるが、φ50mmでは大きくなる。
- (3) フライアッシュの添加や水結合材比の増大により乾燥単位容積質量は小さくなる傾向にある。

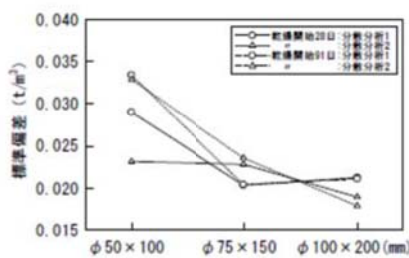


図-8 標準偏差と供試体寸法の関係

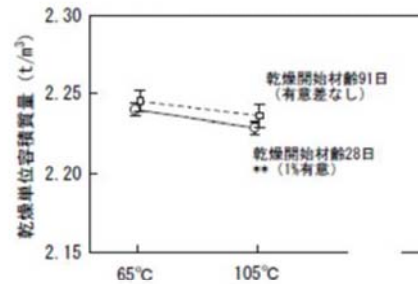


図-4 乾燥温度の主効果(分散分析1、Nセメント)

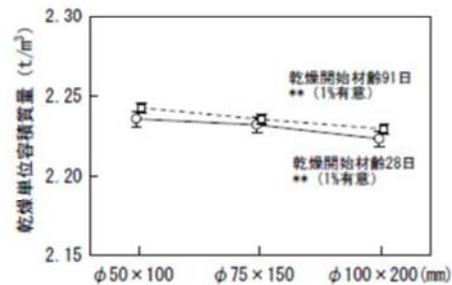


図-5 供試体寸法の主効果(分散分析2、65℃)

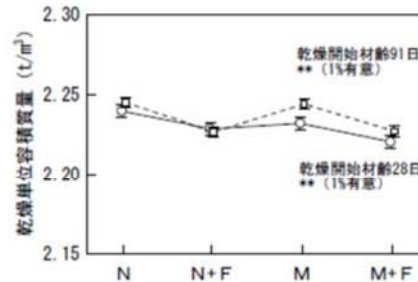


図-6 セメント種別の主効果(分散分析2、65℃)

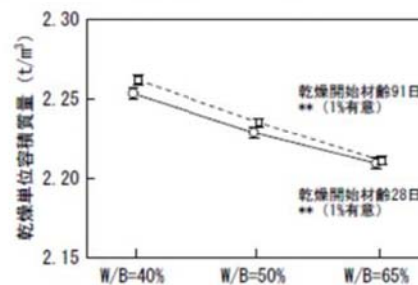


図-7 水結合材比の主効果(分散分析2、65℃)

*1: 関西電力(株)
*2: (株)竹中工務店
*3: (株)環境総合テクノス

*1: The Kansai Electric Power Co., Inc.
*2: Takenaka Corporation
*3: The General Environmental Technos Co., Ltd

既存構造物における遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法の検討

(その3 コア供試体による乾燥単位容積質量の実験)

遮蔽コンクリート 乾燥単位容積質量 コア供試体
供試体寸法 セメント種別 水結合材比

正会員 ○徳永将司*1 同 米澤敏男*1
同 山口善弘*2 同 山岸英輝*2
同 井上和政*1 同 中尾正純*3

1. はじめに

コンクリートの遮蔽能力を評価する方法として、JASS5Nにおいて乾燥単位容積質量試験が規格化されている。しかし、コア供試体の乾燥単位容積質量の試験方法としては規格化されたものがない。また、鉄筋の切断リスクと構造物への影響軽減の観点から、φ100mmよりも径の小さいコア供試体の使用も望まれる。以上の点を踏まえ、本研究(その3)では、コア供試体の乾燥単位容積質量試験方法に関する基本データを得ることを目的とし、壁試験体から採取したコア供試体を用いて、供試体寸法、セメントの種別、水結合材比等を因子とした乾燥単位容積質量の実験結果について報告する。

2. 実験概要と分散分析の方法

実験の因子と水準を(その1)の表-1に、使用材料およびコンクリートの調査を表-2、表-3に示す。コア供試体を採用するための壁試験体の寸法と製作方法は(その1)に示したとおりである。コア供試体は乾燥開始の2~3日前に採取し、材齢91日から乾燥を開始した。乾燥終了の判定値はモールド供試体の実験同様、(その1)の表-4の値を適用した。実験結果について実験因子を下記の3条件で組み合わせ、各々について3元配置の分散分析を行った。これを基にコア供試体の乾燥単位容積質量の特性を統計的に検討した。

- 分散分析1: 供試体寸法、水結合材比(W/B)、乾燥温度
- 分散分析2: 供試体寸法、W/B、セメント種別
- 分散分析3: 供試体寸法、W/B、暴露環境・コア採取法

3. 実験結果と考察

3.1 乾燥速度

コア供試体を材齢91日から乾燥した時の乾燥単位容積質量と乾燥時間の関係の測定例を図-1に示す。乾燥速度は乾燥温度の影響を強く受け65℃では7~10日、105℃では3~4日の間に急速に乾燥している。この傾向はモールド供試体の場合とほぼ同様である。

乾燥終了までの日数を図-2に示す。フライアッシュを使用した場合や水結合材比が小さくなると乾燥終了日数が長くなる傾向にある。これも、モールド供試体と同様である。

3.2 乾燥単位容積質量に対する要因効果

要因効果のうち主効果を図-3~図-7に示す。分散分析表

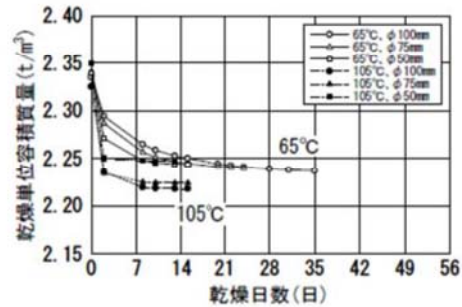


図-1 乾燥単位容積質量と乾燥日数の関係
(乾燥開始材齢91日、Nセメント、W/B=50%)

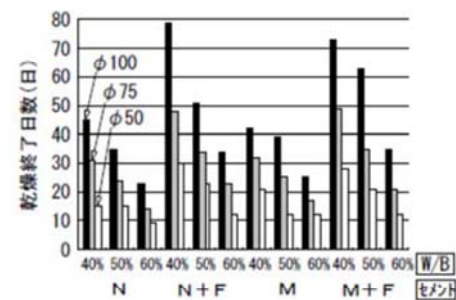


図-2 乾燥終了までの日数
(乾燥開始材齢91日、65℃乾燥)

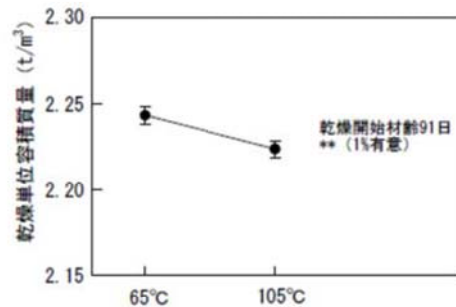


図-3 乾燥温度の主効果(分散分析1、Nセメント)

の掲載は省略しているが、主効果のうち供試体寸法以外は、いずれも1%有意であった。交互作用はいずれの場合も有意とは認められなかった。

図-3によれば、105℃では65℃に比べ乾燥単位容積質量は0.02t/m³程度低下しており、この低下量はモールド供試体よりもやや大きい傾向にある。

供試体寸法は図-4に示すように分散分析条件1、2、3いずれの場合も有意差が認められず、φ50～φ100mmの範囲において供試体寸法は乾燥単位容積質量にはほとんど影響しないと判断される。この結果はモールド供試体と大きく相違する。図-8に示した標準偏差は、φ100mmとφ75mmではほとんど変わらないが、φ50mmでは大きくなる傾向にある。すなわち、コア供試体の寸法をφ100mmからφ75mmとしても平均値もバラツキもほとんど変わらないが、φ50mmでは平均値は変わらないもののバラツキが大きくなる。

図-5によれば、N、Mセメントに比べてフライアッシュを添加したNF、MFの乾燥単位容積質量が小さく、図-6によれば、水結合材比の増大とともに乾燥単位容積質量は小さくなる。これらの傾向はモールド供試体と同様である。

図-7によれば、屋外暴露に比べ屋内、乾式コア採取に比べ湿式で乾燥単位容積質量は若干大きくなる傾向にある。

4. まとめ

本研究(その3)の結果を以下にまとめる。

- (1) コア供試体の直径をφ100mmからφ50mmまで小さくしても、乾燥単位容積質量の値はほとんど変わらない。
- (2) 供試体直径φ100mmとφ75mmの標準偏差はほとんど変わらないが、φ50mmでは大きくなる。
- (3) フライアッシュの添加や水結合材比の増大により乾燥単位容積質量は小さくなる傾向にある。

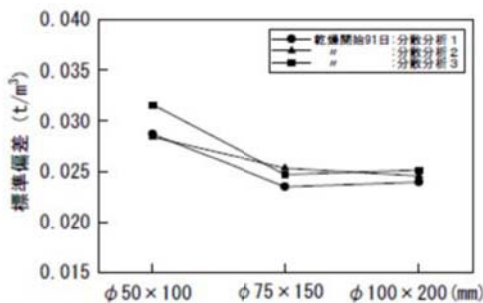


図-8 標準偏差と供試体寸法の関係

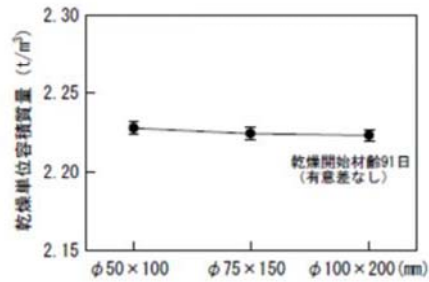


図-4 供試体寸法の主効果(分散分析2、65℃)

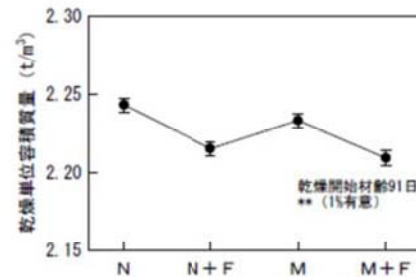


図-5 セメント種別の主効果(分散分析2、65℃)

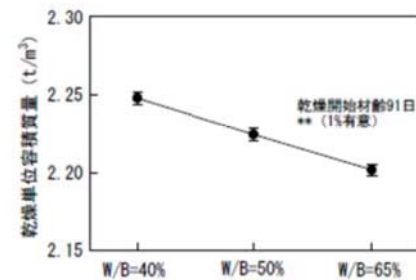


図-6 水結合材比の主効果(分散分析2、65℃)

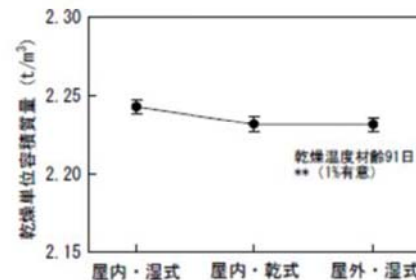


図-7 暴露環境・コア採取方法の主効果(分散分析3、Nセメント、65℃)

*1: (株)竹中工務店
*2: 関西電力(株)
*3: (株)環境総合テクノス

*1: Takenaka Corporation
*2: The Kansai Electric Power Co., Inc.
*3: The General Environmental Technos Co., Ltd

既存構造物における遮蔽コンクリートの乾燥単位容積質量試験方法の検討

(その4 コア供試体による乾燥単位容積質量試験方法の検討)

遮蔽コンクリート 乾燥単位容積質量 単位容積質量試験
モールド供試体 コア供試体 供試体寸法

正会員 ○米澤敏男^{*1} 同 徳永将司^{*1}
同 山口善弘^{*2} 同 山岸英輝^{*2}
同 井上和政^{*1} 同 中尾正純^{*3}

1. はじめに

既存のコンクリート構造物の遮蔽能力を評価するためにコア供試体による乾燥単位容積質量試験方法を確立することが必要とされている。そのために本研究(その4)では、モールド供試体とコア供試体の乾燥単位容積質量の実験結果の比較検討に基づく、コア供試体による既存コンクリート構造物の乾燥単位容積質量試験方法について報告する。

この検討においては、(その2)と(その3)の実験結果を基に供試体寸法やセメント種別等の影響の差異を最初に評価した。次に試験方法として規格化されている JASS 5N T-601 によるφ100mm モールド供試体の乾燥単位容積質量と、コア供試体のそれとの差異を評価した。これらの評価結果からコア供試体の乾燥単位容積質量試験方法を検討した。

2. モールド供試体とコア供試体の特性の違い

モールド供試体とコア供試体の乾燥単位容積質量に対する要因効果のうち、乾燥温度の影響を図-1に示す。JASS 5N T-601の65℃乾燥に比べてT-602の105℃乾燥で乾燥単位容積質量が小さくなるなど、同様の傾向を示している。

図-2には供試体寸法の影響を、図-3には供試体寸法と標準偏差の関係を示す。供試体寸法の影響はモールド供試体とコア供試体で大きく相違し、モールド供試体では径がφ100mmからφ75mm、φ50mmと小さくなると乾燥単位容積質量は大きくなるのに対し、コア供試体では径が小さくなくても乾燥単位容積質量はほとんど変化しない。図-3によればφ100mm コア供試体の標準偏差はφ100mm モールド供試体に比べて0.002~0.005t/m³程度大きい。3本の供試体の平均値の標準偏差(1/√3)に換算すると0.001~0.003t/m³、変動係数で0.04~0.1%程度であり、実用上問題ない差異と判断される。また、コア供試体の径をφ100mmからφ75mmとしても標準偏差はほとんど変わらない。これらの結果から、コア供試体の乾燥単位容積質量では供試体寸法はφ100mmとφ75mmで大きな違いはないと判断される。

図-4によれば、フライアッシュを添加したNF、MFセメントの乾燥単位容積質量が小さくなる点は、コア供試体、モールド供試体共通である。図-5において、水結合材比が大きくなると乾燥単位容積質量が小さくなるのも両供試体で共通している。

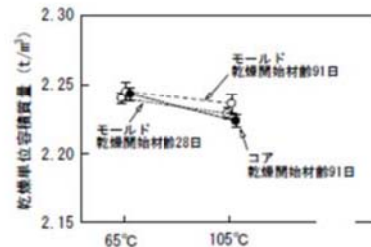


図-1 乾燥温度の影響 (Nセメント)

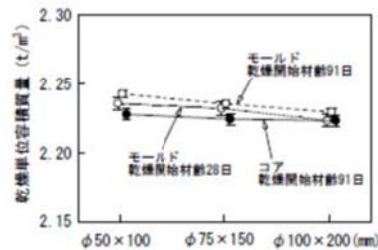


図-2 供試体寸法の影響 (65℃)

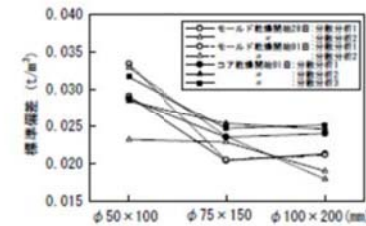


図-3 供試体寸法と標準偏差の関係

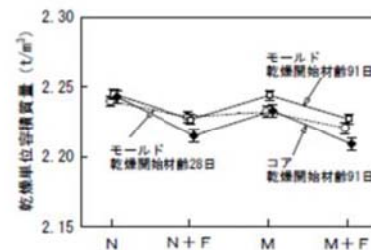


図-4 セメント種別の影響 (65℃)

3. JASS 5N T-601供試体との比較

試験方法として規格化されている JASS 5N T-601 による供試体、すなわち標準養生 28 日 φ100mm モールド供試体（以下、T-601 供試体という）の乾燥単位容積質量と、その他の条件のモールド供試体のそれとの関係を図-6 に示す。径を小さくしたり、乾燥開始材齢を 91 日と長くしたモールド供試体の乾燥単位容積質量は、T-601 供試体に比べて全体として大きくなる傾向にある。これは、図-2 に示すように供試体径を小さくするとモールド供試体の乾燥単位容積質量が大きくなるのが影響していると考えられる。

図-7 に T-601 供試体とコア供試体の乾燥単位容積質量の関係を示す。条件に関わらず、コア供試体と T-601 供試体の乾燥単位容積質量がほぼ一致することが分かる。

4. コア供試体の乾燥単位容積質量試験方法の検討

コア供試体とモールド供試体の乾燥単位容積質量を比較すると、セメント種別や水結合材比といった材料調合上の因子の影響は両者同様であり（図-4、図-5）、コア供試体による乾燥単位容積質量の試験においては材料調合上の適用範囲は特に制限する必要はないと考えられる。また、乾燥温度の影響では、105℃とした時の乾燥単位容積質量について、コア供試体がモールド供試体よりも小さくなる傾向にある（図-1）。

コア供試体による乾燥単位容積質量は、試験方法として規格化されている JASS 5N T-601 による供試体の乾燥単位容積質量とほぼ同様であり（図-7）、コア供試体についても JASS 5N T-601 に基づく方法で乾燥単位容積質量の測定が行えると判断される。

供試体径を φ100mm から φ75mm、φ50mm と小さくした場合、コア供試体の乾燥単位容積質量はほとんど変化がなく（図-2）、φ100mm と φ75mm の標準偏差がほぼ同様であるので（図-3）、T-601 φ100mm 供試体を基準にした場合、φ75mm までのコア供試体の乾燥単位容積質量を同等とみなすことができるが、φ50mm のコア供試体の乾燥単位容積質量については、ばらつきを踏まえた評価が必要となる。

5. まとめ

本研究の結論を以下にまとめる。

- (1) 既存コンクリート構造物から採取するコア供試体についても、JASS 5N T-601 に基づく方法で乾燥単位容積質量の測定が行える。
- (2) コア供試体による試験であっても材料調合上の制限は特に必要とされない。
- (3) コア供試体の直径は φ100mm～φ75mm の範囲において JASS 5N T-601 と同等とみなせる。

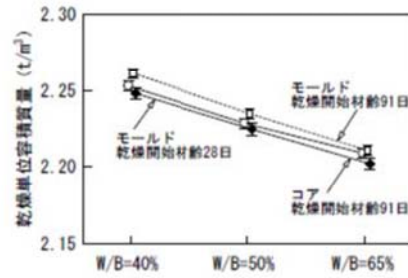


図-5 水結合材比の影響（Nセメント、65℃）

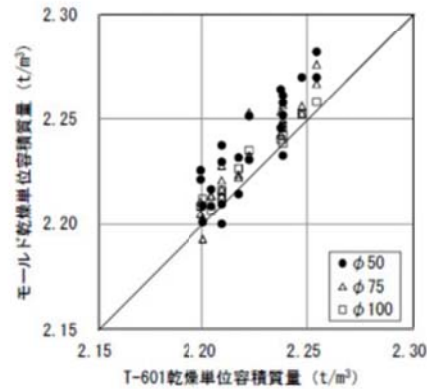


図-6 モールド供試体と T-601 供試体（φ100mm モールド、乾燥開始材齢28日）の関係

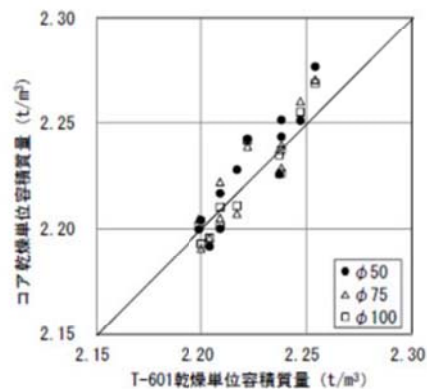


図-7 コア供試体と T-601 供試体（φ100mm モールド、乾燥開始材齢28日）の関係

*1：(株)竹中工務店

*2：関西電力(株)

*3：(株)環境総合テクノス

*1：Takenaka Corporation

*2：The Kansai Electric Power Co., Inc.

*3：The General Environmental Technos Co., Ltd.

コンクリート調合表の比較

記号	セメント種別	水結合材比(%)	単位量(kg/m ³)					備考
			水	セメント	フライアッシュ	細骨材	粗骨材	
N40	N	40	172	430	—	697	1016	
N50		50	168	336	—	784	1016	
N65		65	166	255	—	855	1016	
M40	M	40	172	430	—	702	1016	
M50		50	168	336	—	788	1016	
M65		65	166	255	—	858	1016	
NF40	N+F	40	166	332	83	700	1016	
NF50		50	162	259	65	790	1016	
NF65		65	160	197	49	863	1016	
MF40	M+F	40	166	332	83	704	1016	
MF50		50	162	259	65	793	1016	
MF65		65	160	197	49	866	1016	
美浜3号炉	M							外部遮蔽壁 原子炉補助建屋
高浜1,2号炉	N+F							外部遮蔽壁 原子炉補助建屋

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉—低サイクル疲労—1

タイトル	過渡回数推定値の算出方針について (断続運転別冊—共通)
説明	<p>運転開始後60年時点での過渡回数は、2011年3月末の運転実績をベースに残りの年数を考慮して、次のとおり保守的に発生回数を想定している。</p> <p>60年時点過渡回数\geq実績過渡回数+ (運開後実績過渡回数/運開後実績過渡回数調査時点までの年数) \times 1.5\times 残年数[※]</p> <p>※ 2011.4から運転開始後60年までの期間。ただし現在の冷温停止期間は2011.5～2017.9と保守的に想定し、その期間は残年数から差し引く。</p> <p>「起動」、「負荷上昇」、「負荷の喪失」の過渡事象を例に、60年時点での過渡回数の算出方法の詳細について添付1に示す。</p> <p>なお、評価に用いる過渡項目を列記しているが、いずれの過渡項目にも該当しない微小過渡が存在する。これらの微小過渡は、「起動」、「停止」、「1次系漏えい試験」のいずれかの項目に微小過渡として分類し実績に算定している。至近10年(平成11～21年度)の微小過渡の一覧を添付2に示す。</p> <p>また、美浜3号炉で未経験の過渡項目(実績過渡回数が0である項目)の年平均過渡回数については、電共研の研究結果より添付3の通り設定している。</p>

○「起動」の運転開始後60年時点の過渡回数算出

$$46回^{注1)} + 1.02回/年^{注2)} \times 19.3年^{注3)} (\text{残りの年数}) \times 1.5^{注4)} \approx 76回 < 78回 (\text{評価用})$$

注1) 試運転：11回（うち、微小過渡3回）

実績：34.701回→35回（うち、微小過渡3.701回→4回）

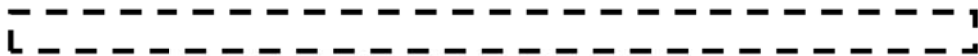
（試運転の過渡回数は下表の①、実績は②参照）

注2) 2011年3月末までの実績過渡回数÷2011年3月末までの年数

$$\frac{\text{実績過渡回数}}{\text{年数}} \rightarrow 1.02回/年$$

注3) 2011年4月から運転開始後60年（2036年11月）までの年数から、現在の冷温停止期間（2011.5～2017.9と想定）を差し引いた年数

注4) 将来の発生回数を保守的に想定するため1.5倍とする



過渡回数説明リスト (1/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状～60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
起動	7	31	46	1.02	30	76	78
SGR 後試験中の起動	1						
微小過渡	2.026	3.701					
(実績+微小過渡)	(8+3)	(31+4)	(39+7 ^{*)})				

*1：総微小過渡回数

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

○ 「負荷上昇」の運転開始後60年時点の過渡回数算出

$$368回^{注1)} + 10.2回/年^{注2)} \times 19.3年 (残りの年数) \times 1.5 \div 664回 < 706回(評価用)$$

注1) 試運転：19回

実績：349回

(試運転の過渡回数は下表の③、実績は④参照)

注2) 2011年3月末までの実績過渡回数÷2011年3月末までの年数

$$\boxed{} \rightarrow 10.2回/年$$



過渡回数説明リスト (2/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
負荷上昇	19 ③	349 ④	368	10.2	296	664	706

○ 「負荷の喪失」の運転開始後60年時点の過渡回数算出

$$4回^{注1)} + \boxed{}^{注2)} \times 19.4年 (残りの年数) \times 1.5 \div 6回 = 6回(評価用)$$

注1) 試運転：4回

実績：0回

(試運転の過渡回数は下表の⑤、実績は⑥参照)

注2) 美浜3号機では経験はないが、電共研「応力解析手法の高度化」より $\boxed{}$ を用いる。

過渡回数説明リスト (3/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
100%負荷からの負荷喪失	4 ⑤	0 ⑥	4		2	6	6

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

$\boxed{}$ 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

過渡回数説明リスト (4/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
停止	6	30	44	0.98	29	73	78
SGR 後試験中の停止	1						
微小過渡	2,026	3,340					
(実績+微小過渡)	(7+3)	(30+4)	(37+7 ^{*)})				

*1：総微小過渡回数

過渡回数説明リスト (5/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均 回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
負荷減少	10	343	353	10.0	291	643	691
90%から100%へのステップ状 負荷上昇(+10%)	2	0	2	注1)	1	3	3
100%から90%へのステップ状 負荷減少(-10%)	2	0	2	注1)	1	3	3
100%負荷からの大きい ステップ状負荷減少	2	2	4	0.06	2	6	7
定常運転中における冷却材の 変動	—	—	—	—	—	—	—
燃料交換	0	23	23	0.68	20	43	52

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

過渡回数説明リスト (6/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM評価用回数
0%→15%負荷上昇	10	40	50	1.17	31	84	84
15%→0%負荷減少	2	35	37	1.03	30	67	69
1ループ起動/停止 (1ループ停止)	0	0	0	注1)	1	1	1
(1ループ起動)	0	0	0	注1)	1	1	1

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (7/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状~60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM評価用回数
外部電源喪失	1	1	2	0.03	1	3	5
1次冷却材流量の部分喪失	0	0	0	注1)	1	1	1

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

過渡回数説明リスト (8/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状～60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
100%からの原子炉トリップ a) 不注意な冷却を伴わない トリップ	1	3	4	0.09	3	7	7
b) 不注意な冷却を伴う トリップ	1	0	1	注1)	1	2	2
c) 不注意な冷却と SI を伴う トリップ	0	0	0	注1)	1	1	1
1次冷却系の異常な減圧	0	0	0	注1)	1	1	1
制御棒クラスタの落下	0	1	1	0.03	3	2	4
出力運転中の非常用炉心冷却 系の誤起動	0	0	0	注1)	1	1	1
1次冷却系停止ループの誤起動	0	0	0	注1)	1	1	1

注1) 電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値を用いる。

過渡回数説明リスト (9/9)

過渡項目	試運転	実績	現状までの回数	現状平均回数 34.3年	現状～60年 までの増加分 (19.3年)	実績+60年までの 増加分	PLM 評価用回数
1次系漏洩試験	5	28	37	0.90	24	64	64
微小過渡	1	2.7					
(実績+微小過渡)	(5+1)	(28+3)	(33+4*)				
タービン回転試験	6	0	6	0	—	6	6
1次系水圧試験	1	0	1	0	—	1	1

*1: 総微小過渡回数

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表1 微小過渡 (起動の微小過渡)



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

表2 微小過渡 (停止の微小過渡)

--

表3 微小過渡 (1次系漏えい試験の微小過渡)

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

電共研「応力解析手法の高度化」にて設定した値について

美浜3号炉で未経験の過渡項目については、電共研「応力解析手法の高度化」に基づき年平均過渡回数を定めて、60年時点の過渡回数を決めています。国内PWRプラントで経験のある過渡項目は、研究当時における国内全PWRプラントの実績回数を総運転年数で割ることで算出しています。(下記(1))

国内PWRプラントで未経験の過渡項目は確率評価によって求めます。(下記(2))

(1)他プラントで経験のある過渡項目

過渡項目	年平均過渡回数 (実績回数/炉・年)
100%から90%へのステップ状負荷減少	
1次冷却材流量の部分喪失	
負荷の喪失	
原子炉トリップ (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)	

(2)他プラントでも未経験の過渡項目

国内全PWRプラントで未経験の過渡項目については、確率評価によって故障率(年平均過渡回数)を求めます。

発生確率の低い事象が一定時間内に発生する回数はポアソン分布で近似されます。(機械工学便覧参照)

ポアソン分布では、一定時間内に発生する平均回数(=期待値)を λ 、一定時間内に発生する回数を x ($x=0, 1, 2, \dots$)としたとき、一定時間内に x 回発生する確率 $p(x)$ は、

$$p(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad \text{と表されます。}$$

ここで、 λ' を1年間あたりの平均発生回数、 T を調査対象年数とすると、 T 年の間に発生する平均回数は $\lambda = \lambda' T$ となるので、

$$p(x) = e^{-\lambda' T} \frac{(\lambda' T)^x}{x!} \quad \text{と表されます。}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

故障率（年平均故障回数） λ' の事象が、本共同研究をまとめた時点における国内全PWRプラントの運転開始後経過時間Tで1回も発生していないという実績から、信頼水準で検定を行い、故障率 λ' を求めます。

$x=0$ $p(x)=$ $T=$ を代入します。



従って、未経験過渡の年平均過渡回数は となります。

過渡項目	年平均過渡回数
90%から100%へのステップ状負荷上昇	
1ループ停止 / 1ループ起動	
原子炉トリップ（不注意な冷却を伴うトリップ）	
1次冷却系の異常な減圧	
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	
1次冷却系停止ループの誤起動	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

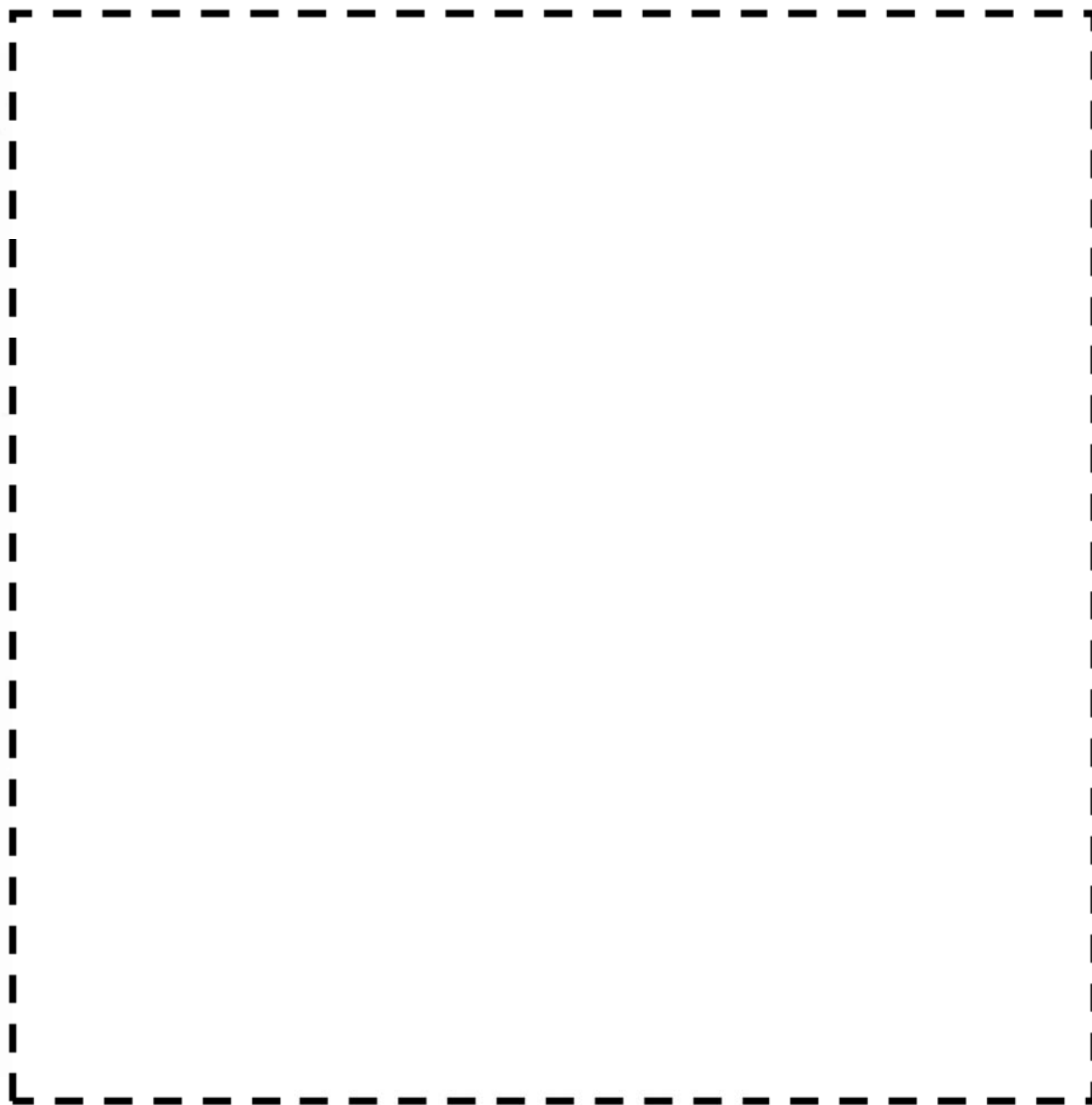
美浜3号炉－低サイクル疲労－4 rev 2

<p>タイトル</p>	<p>余熱除去ポンプケーシングの疲労累積係数の算出根拠について (1-1-41頁)</p>																		
<p>説明</p>	<p>余熱除去ポンプケーシングの疲労累積係数の算出根拠を以下に示す。</p> <p>1. 解析モデル 疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="475 734 1315 943"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td rowspan="5" style="border: 1px dashed black;"></td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> </tr> <tr> <td>要素次数</td> </tr> <tr> <td>要素数</td> </tr> <tr> <td>節点数</td> </tr> </table> <p>解析モデル図は添付1に示す。</p> <p>2. 材料物性 材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="459 1093 1321 1301"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th colspan="2">設計応力強さ</th> </tr> <tr> <th>S_m (MPa)</th> <th>温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: 1px dashed black;"></td> <td></td> <td>200.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 最大評価点の選定 解析モデル上の評価点は、各部位において全節点より応力が大きくなる部分を抽出しており、その中から疲労累積係数が最大となる点を選定している。 解析モデル上の評価点及び最大評価点の選定結果を、添付2に示す。</p> <p>4. 応力分類 評価における荷重の組み合わせを以下に示す。また、応力評価のフローを添付3に示す。</p> <table border="1" data-bbox="424 1686 1359 1859"> <thead> <tr> <th>状態</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>供用状態A、B</td> <td>圧力+熱過渡荷重+配管外力</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. K_e係数 評価に用いたK_e係数を添付2、4に示します。</p>	解析プログラム		要素種類	要素次数	要素数	節点数	材料	設計応力強さ		S _m (MPa)	温度 (°C)			200.0	状態	荷重の組合せ	供用状態A、B	圧力+熱過渡荷重+配管外力
解析プログラム																			
要素種類																			
要素次数																			
要素数																			
節点数																			
材料	設計応力強さ																		
	S _m (MPa)	温度 (°C)																	
		200.0																	
状態	荷重の組合せ																		
供用状態A、B	圧力+熱過渡荷重+配管外力																		

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

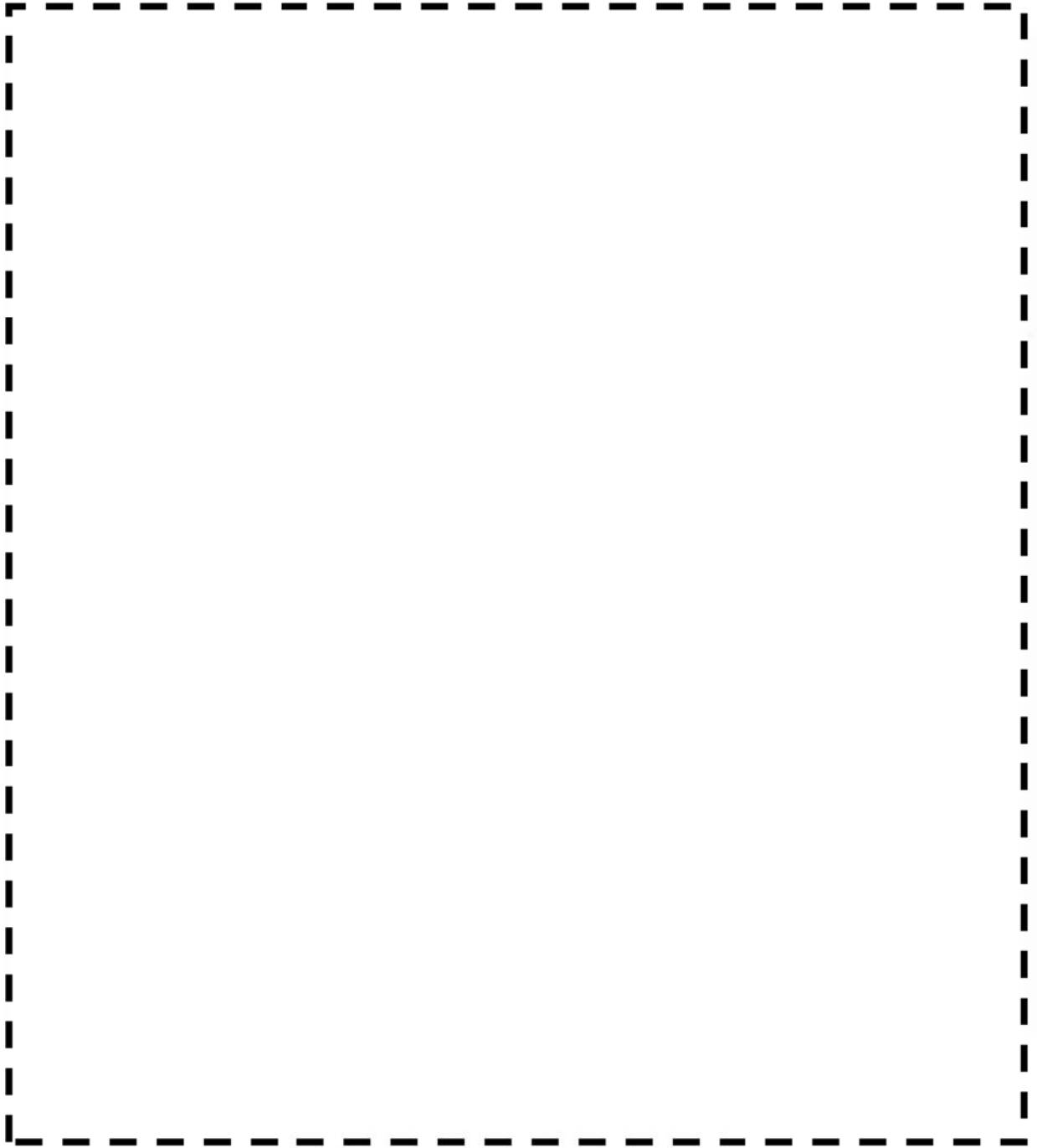
6. 環境評価パラメータ

評価に用いた環境評価パラメータ（環境効果補正係数 f_{en} ）を添付4に示します。



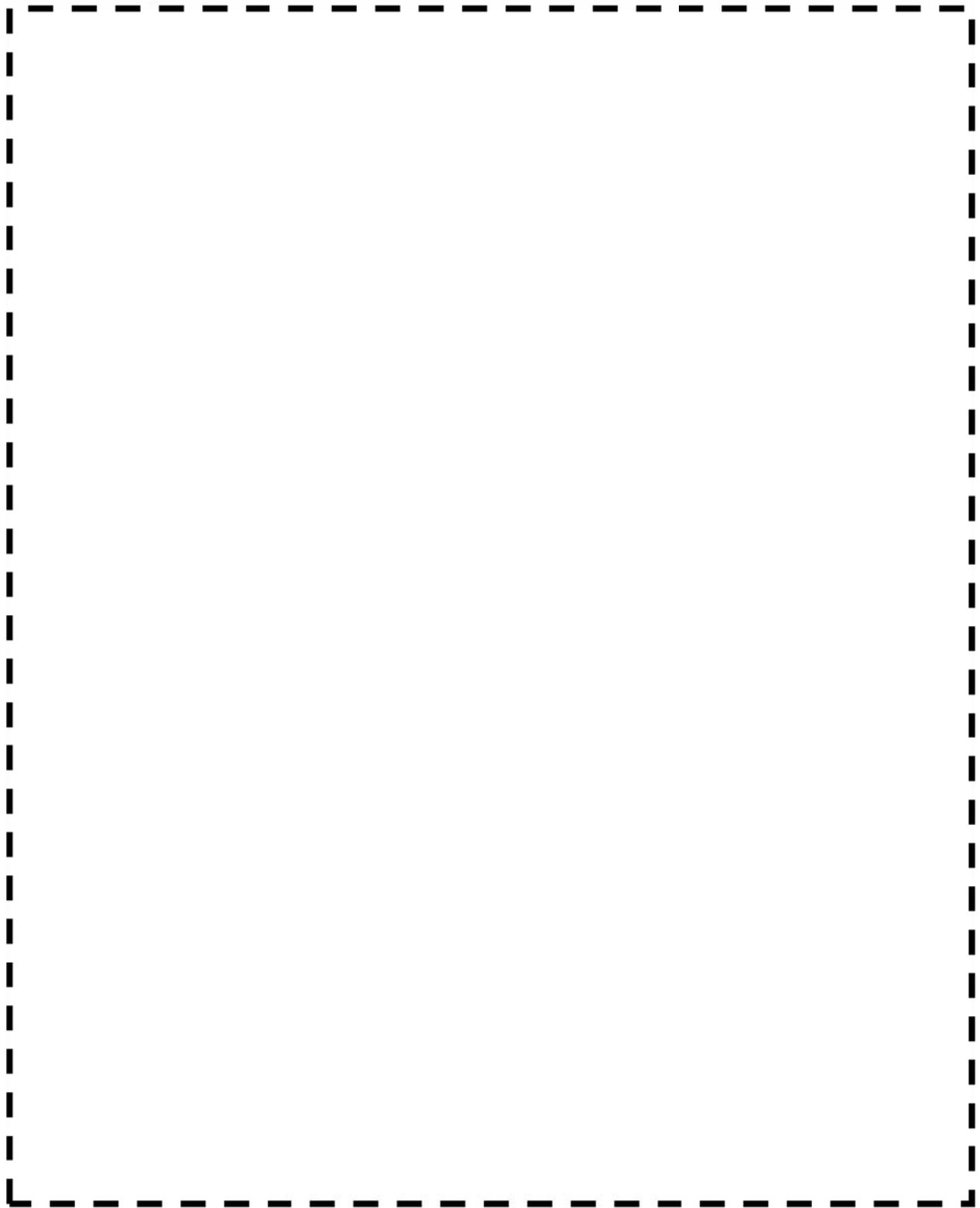
余熱除去ポンプケーシング 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



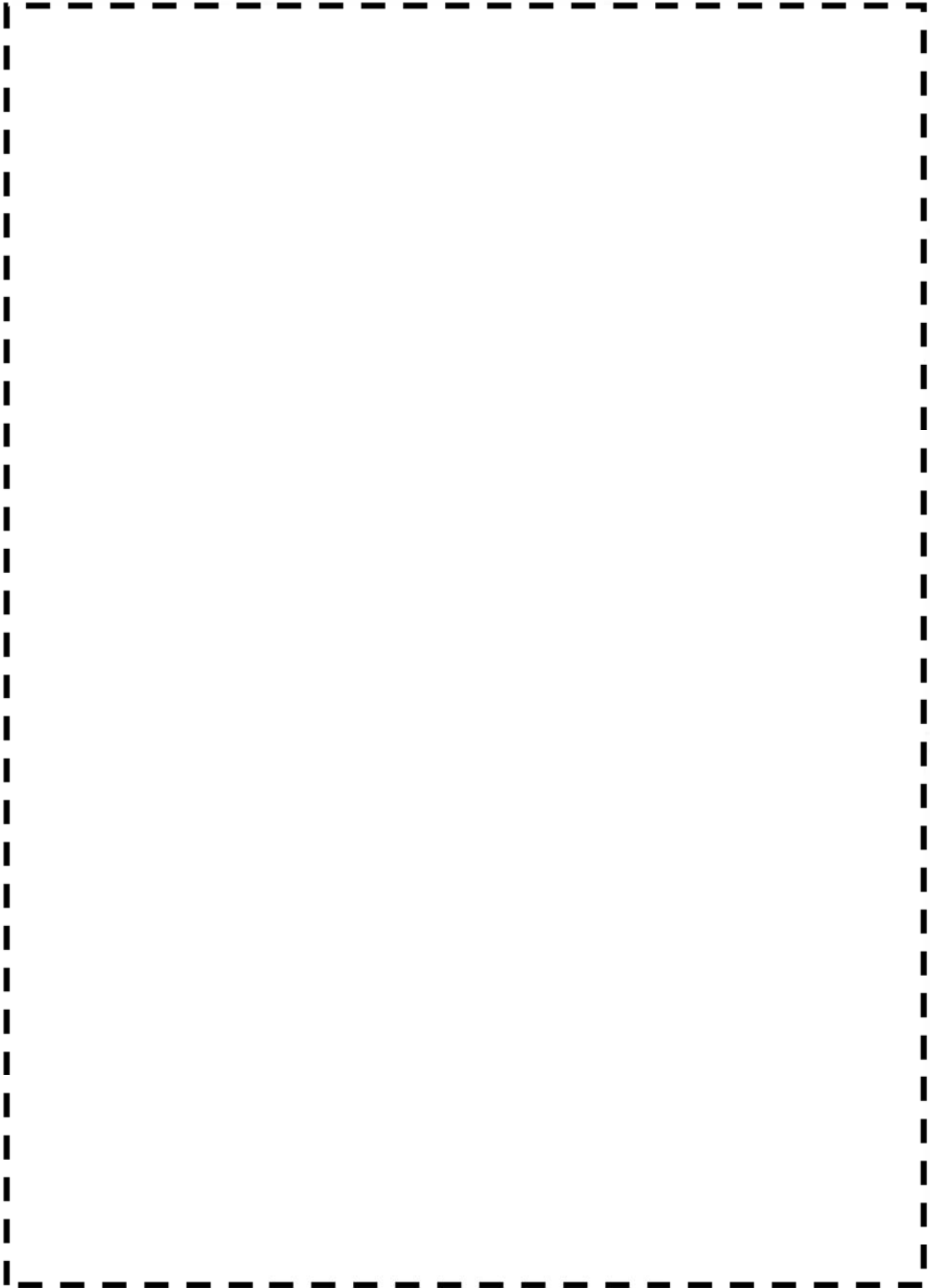
余熱除去ポンプケーシング 評価点 (1 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



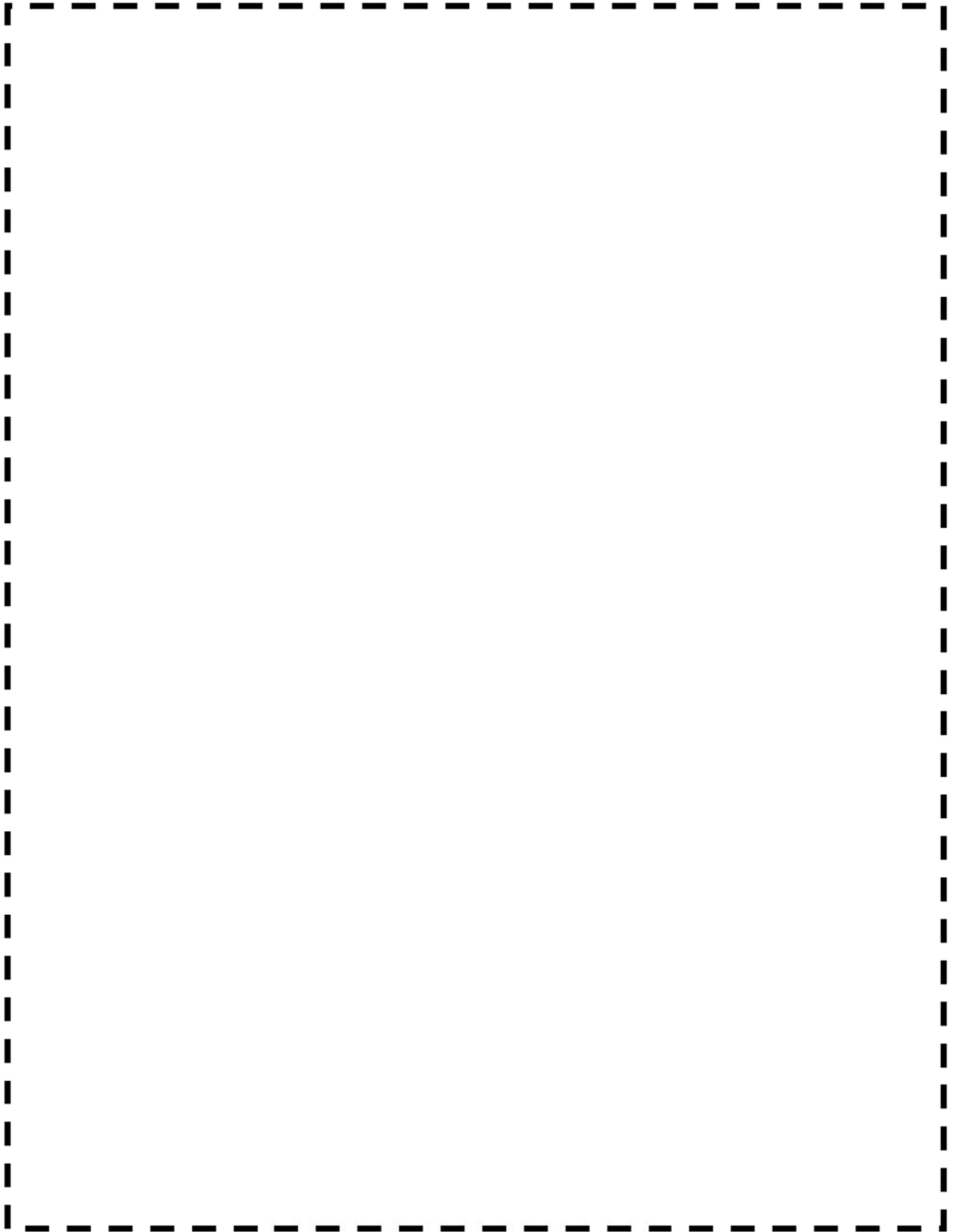
余熱除去ポンプケーシング 評価点 (2/5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



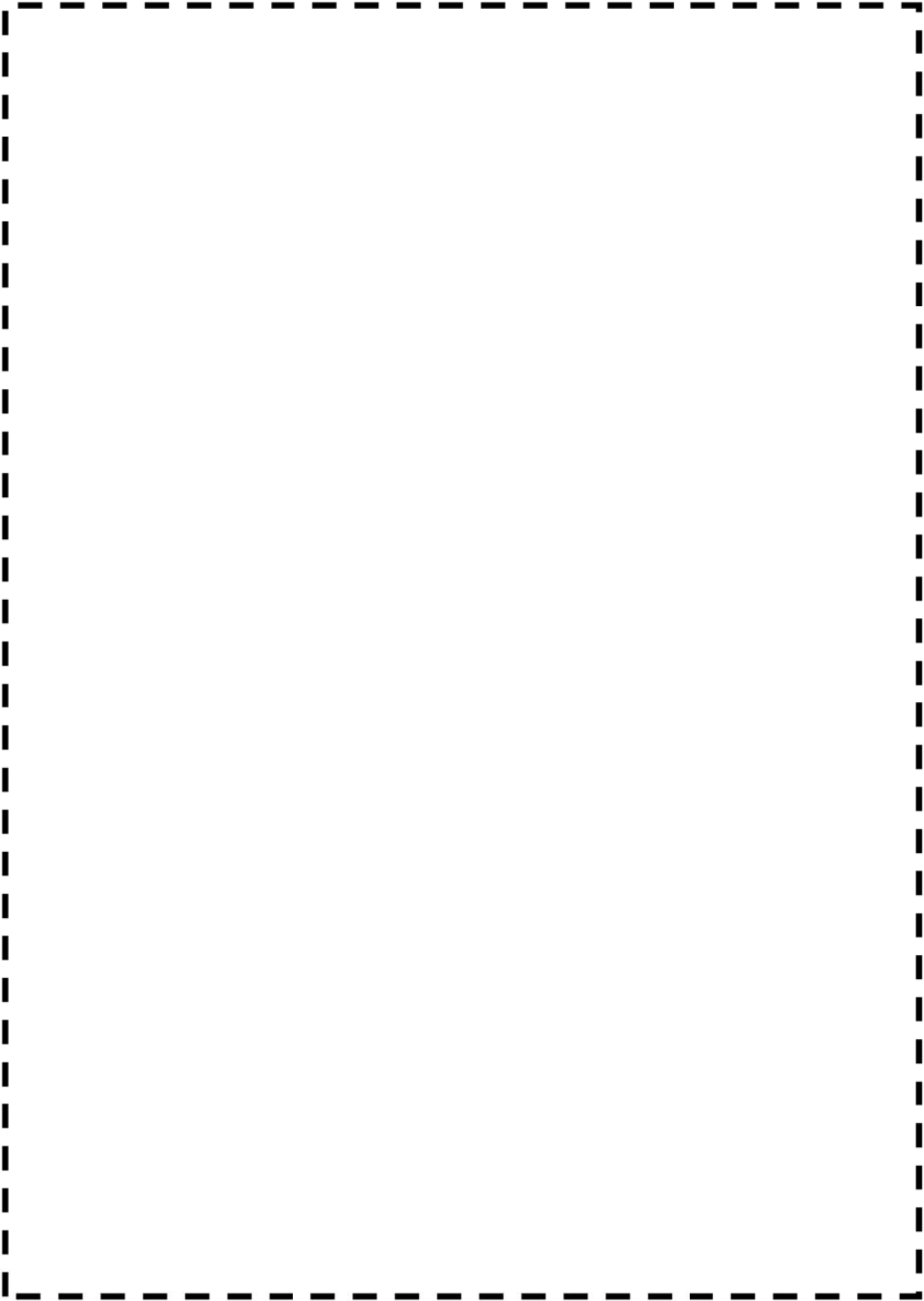
余熱除去ポンプケーシング 評価点 (3 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



余熱除去ポンプケーシング 評価点 (4/5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



余熱除去ポンプケーシング 評価点 (5 / 5)

【 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません 】

余熱除去ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定

部 品	評 価 箇 所		疲 れ 累 積 係 数	
	評価断面	評価点	U	許容値
ケーシング				
カバー				

※PNT奇数部を接液部とする

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

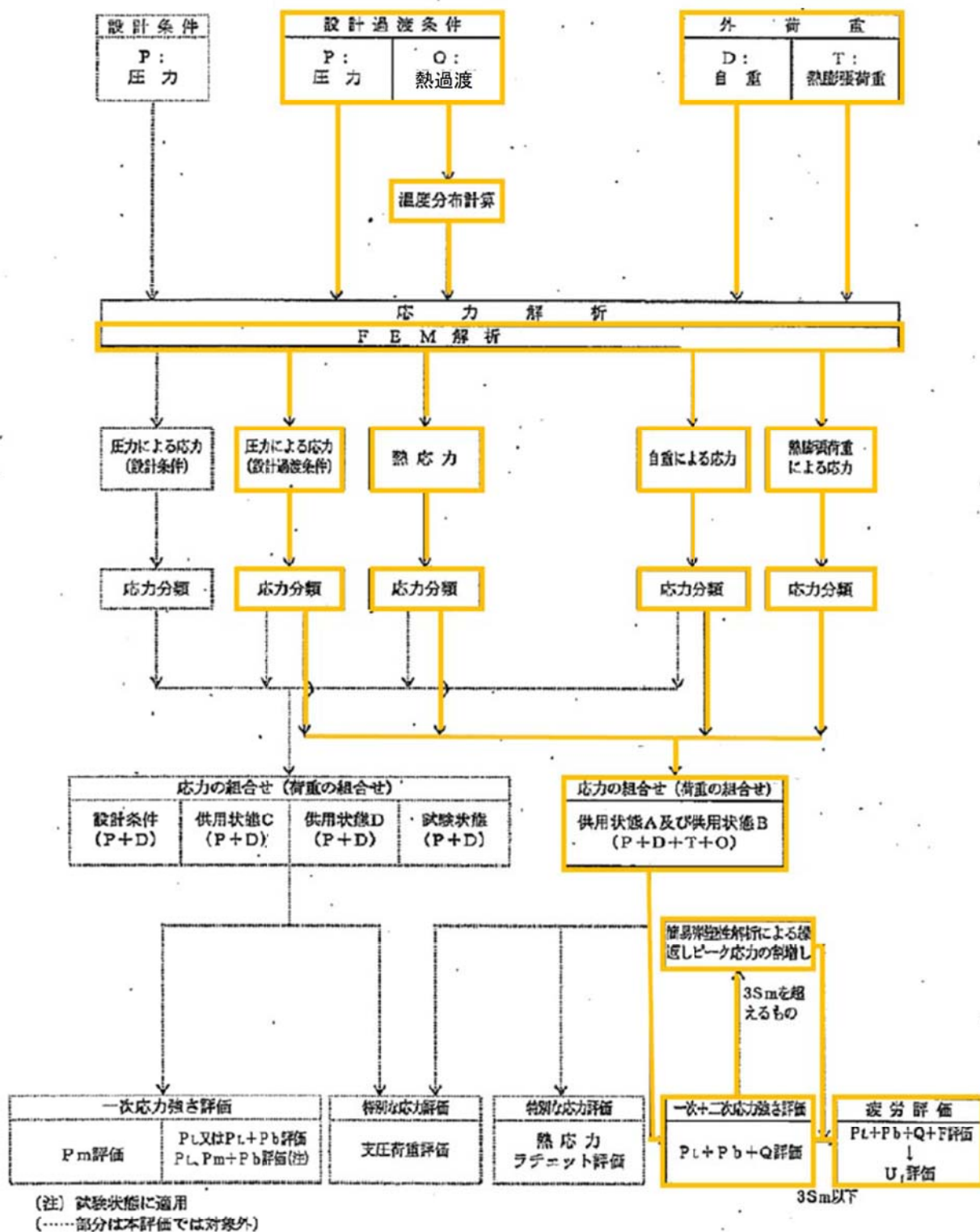
余熱除去ポンプケーシング 疲労評価結果

部品	繰返しピーク応力強さ (N/mm ²)					繰返し回数		疲れ累積係数	
	評価点	MAXIMUM	MINIMUM	KE	評価応力	N	許容値	U	許容値
ケーシング									
カバー									

→通常UF : 0.036

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

応力評価フロー



Ke 係数と環境疲労パラメータ (評価点PNT. 5) (詳細評価手法)

過渡条件 記号	一次+二次+ ピーク応力強さ	割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ	実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A B	smax smin	KE	補正前 salt 補正後 salt	n	n*	□□□□□□ □□□□□□ u	fen	uen
合計:								0.02664

→環境UF: 0.027

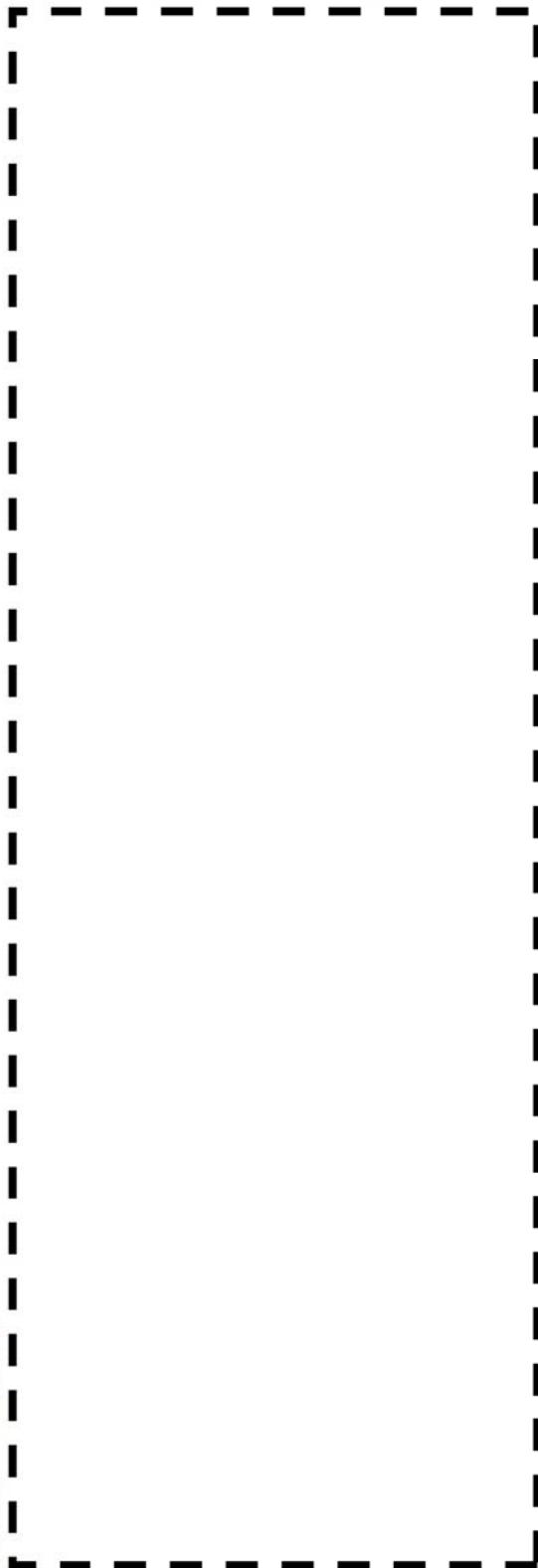
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下に環境補正係数が1を超える過渡の温度、ひずみ履歴を示す。

(1) PNT. 5

a. 過渡1B1 [停止] - 1B1 [停止]



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

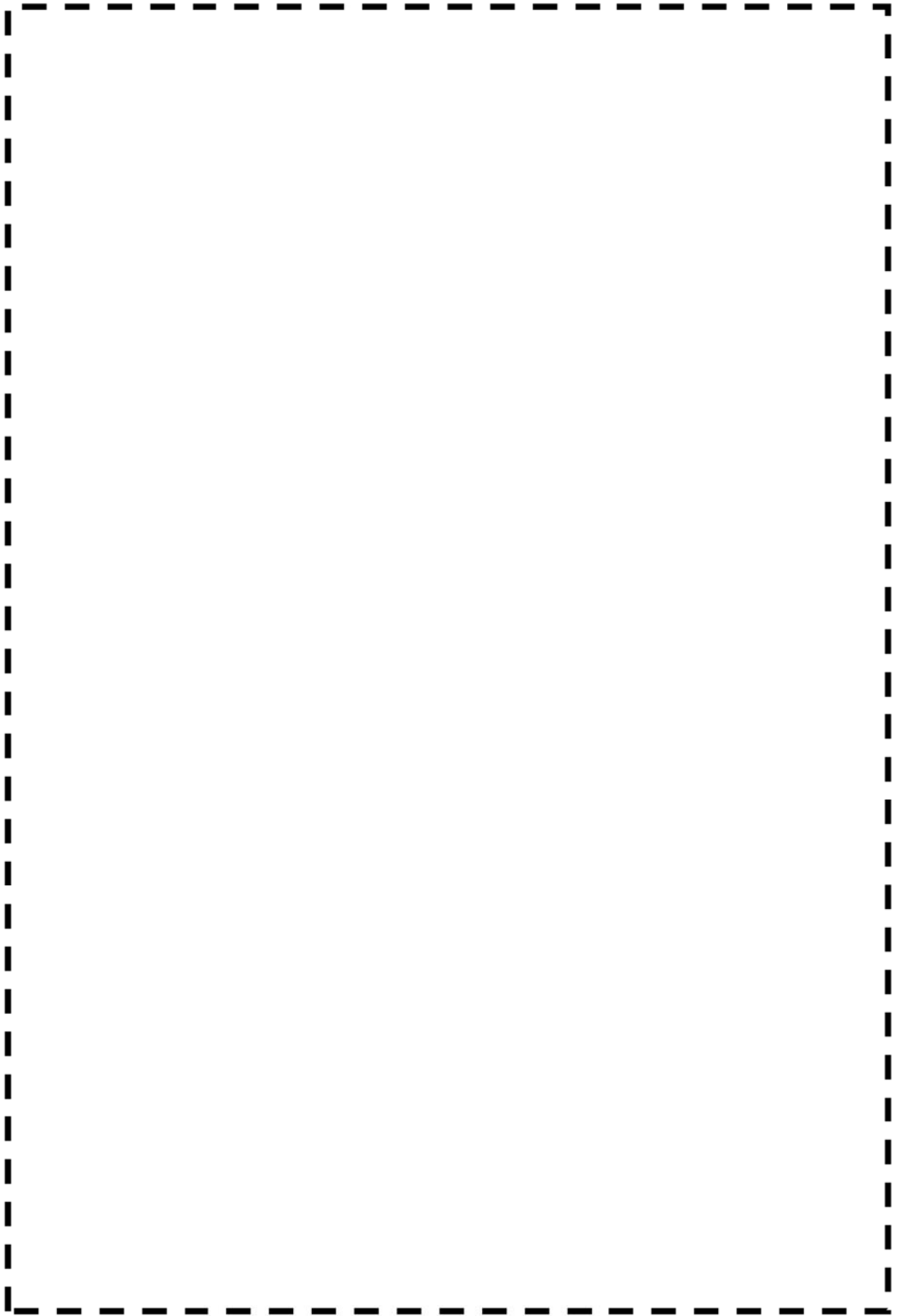
美浜3号炉－低サイクル疲労－5 r e v 2

<p>タイトル</p>	<p>1次冷却材ポンプケーシングの疲労累積係数の算出根拠について (1-2-13頁)</p>																						
<p>説明</p>	<p>1次冷却材ポンプケーシングの疲労累積係数の算出根拠を以下に示す。</p> <p>1. 解析モデル 疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="475 734 1311 943"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素次数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>節点数</td> <td></td> </tr> </table> <p>解析モデル図は添付1に示す。</p> <p>2. 材料物性 材料物性値を以下に示します。</p> <table border="1" data-bbox="459 1093 1321 1301"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th colspan="2">設計応力強さ</th> </tr> <tr> <th>S_m (MPa)</th> <th>温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>288.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 最大評価点の選定 解析モデル上の評価点は、各部位において全節点より応力が大きくなる部分を抽出しており、その中から疲労累積係数が最大となる点を選定している。 解析モデル上の評価点及び最大評価点の選定結果を、添付2に示す。</p> <p>4. 応力分類 評価における荷重の組み合わせを以下に示す。また、応力評価のフローを添付3に示す。</p> <table border="1" data-bbox="424 1688 1359 1861"> <thead> <tr> <th>状態</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>供用状態 A, B</td> <td>圧力+機械的荷重+自重+熱膨張荷重+熱過渡荷重</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. Ke係数 評価に用いたKe係数を添付4に示す。</p>	解析プログラム		要素種類		要素次数		要素数		節点数		材料	設計応力強さ		S _m (MPa)	温度 (°C)			288.6	状態	荷重の組合せ	供用状態 A, B	圧力+機械的荷重+自重+熱膨張荷重+熱過渡荷重
解析プログラム																							
要素種類																							
要素次数																							
要素数																							
節点数																							
材料	設計応力強さ																						
	S _m (MPa)	温度 (°C)																					
		288.6																					
状態	荷重の組合せ																						
供用状態 A, B	圧力+機械的荷重+自重+熱膨張荷重+熱過渡荷重																						

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

6. 環境評価パラメータ

評価に用いた環境評価パラメータ（環境効果補正係数 f_{en} ）を添付4に示す。



1 次冷却材ポンプケーシング 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

低サイクル疲労評価におけるFEMモデルの妥当性について

当社では、原子炉施設の許認可申請等に係る解析業務を行う際に、解析業務における品質管理を確実に行うための調達管理のルールを定めている。具体的には、調達先に対して「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン」（原子力安全推進協会）に従った品質管理の実施を要求し、当社も同ガイドラインに従って、調達先が定めた解析業務計画に従って実施しているプロセスの確認をしている。

そのプロセスの中には、「入力根拠の明確化」、「解析結果の検証」が定められており「入力根拠の明確化」では解析モデル作成に関する寸法、境界条件など数値の根拠が明示されることになり、「解析結果の検証」では入力データの確認の他に他の類似解析結果等との比較検証を行うことが含まれている。これらの活動が、解析実施者だけでなく審査者を含む組織として適切に実施していることを、当社は審査で確認している。

従って当社は、解析業務の調達先が、解析業務のFEMモデル作成について、明確な根拠をもとに作成され、その結果は過去の類似解析結果などと比較して妥当な結果となっていることを確認している。

例えば、ある調達先においてはFEMモデルを作成するにあたって、構造不連続部のピーク応力が適切に計算されるように、適切なメッシュ分割になっていること、適切な評価断面を想定した分割になっていること等を「入力根拠の明確化」、「解析結果の検証」の段階で確認し、モデルの妥当性を確認している。そのようなチェックポイントは調達先内部のチェックシートを用いて組織的に確認している。

なお、具体的な解析モデル作成の知見は調達先のノウハウであり明示することは困難であるが、技術文献記載の知見や過去からの解析結果のフィードバックをもとにして、調達先社内標準、参照マニュアルが整備され、それらとの整合性を確認して解析者がFEMモデルを作成し、審査、承認を経て解析が実施されるしくみとなっている。

【高経年対策 Gr】

CM	M	L	担当

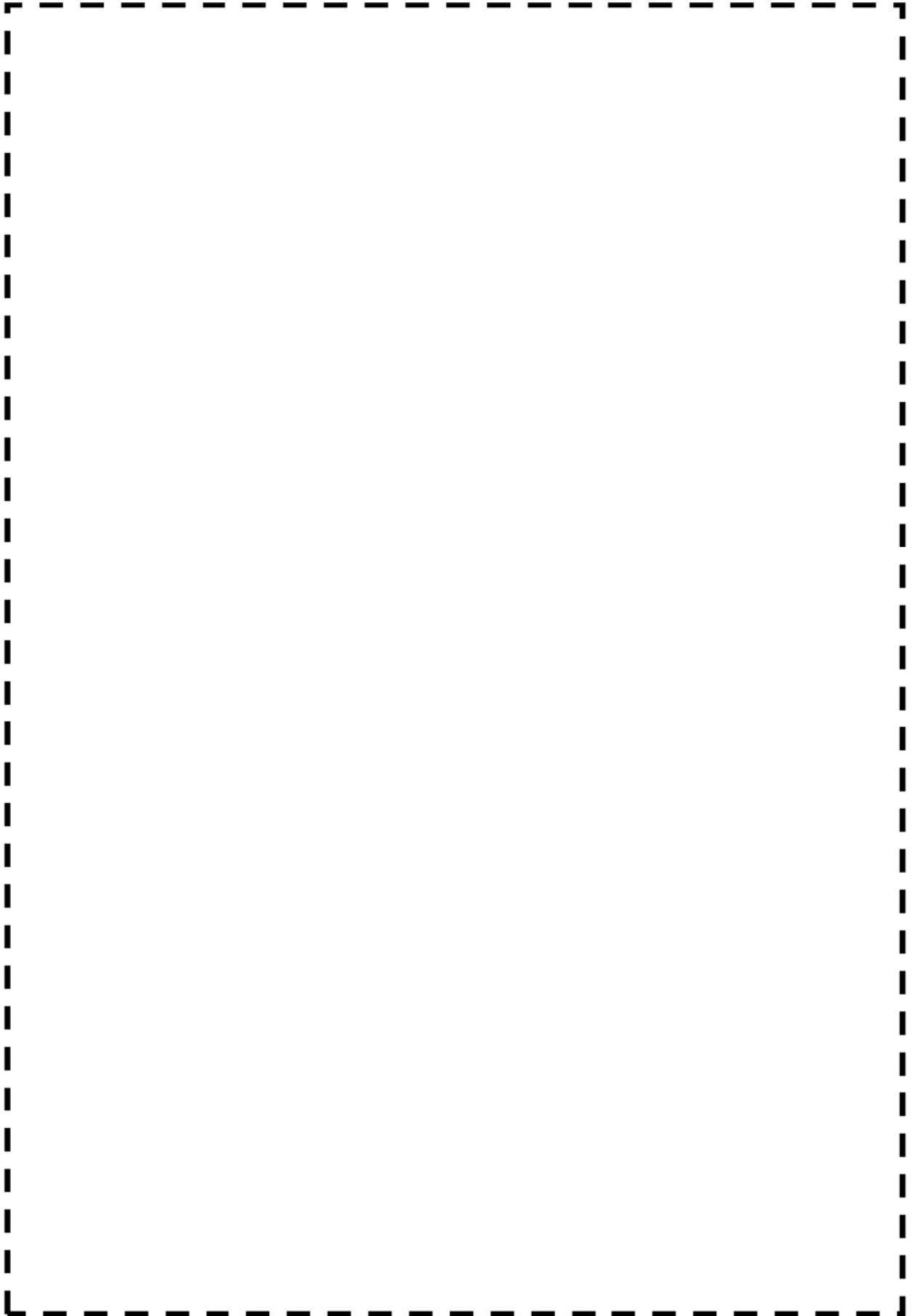
解析業務実施状況の確認チェックシート

解析業務件名：美浜3号機

N O	検証項目	確認の視点 (抜取り確認)	確認方法	調査 結果	確認者・氏名 (確認年月日)	備考
1	解析業務の計画	(1) 解析業務に係る必要な力量が明確にされ、また従事する要員(原解析者・検証者)は必要な力量を有しているか。 (2) 解析業務をアウトソースする場合、解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書または文書等で調達先に要求しているか		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
2	計算機プログラムの検証	(1) 計算機プログラムは、適正なものであることを事前に検証し、リストへ登録しているか。 また、バージョンアップがある場合は、その都度検証を行い、リストへ登録しているか。 (2) リストには、検証された計算機プログラム名称およびバージョンを明記しているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
3	入力根拠の明確化	(1) 解析業務計画書に基づき解析ごとの入力根拠を明確にしているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
4	入力結果の確認	(1) 計算機プログラムへの入力データに間違いのないことを確認しているか。また、エコーバック以外の方法で入力データを確認している場合は、入力相数についても確認しているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
5	解析結果の検証	(1) 解析結果に問題がないことを、原解析者以外の者が検証しているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
6	業務報告書の確認	(1) 計算機プログラムを用いた解析、または汎用表計算ソフトウェアを用いた計算、もしくは手計算による解析・計算結果を、当社の指定する書式に加工、編集して業務報告書としてまとめているか。 (2) 作成された業務報告書が、解析業務実施計画書の内容を満足していることを確認しているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	[Redacted] (H27. 2. 20)	
7	解析業務の変更管理	(1) 解析業務に変更が生じた場合は変更内容を文書化し、解析業務の各段階(解析業務の調達、計画、実施)においてその変更を反映しているか。		<input checked="" type="radio"/> 合 <input type="radio"/> 否	-	-

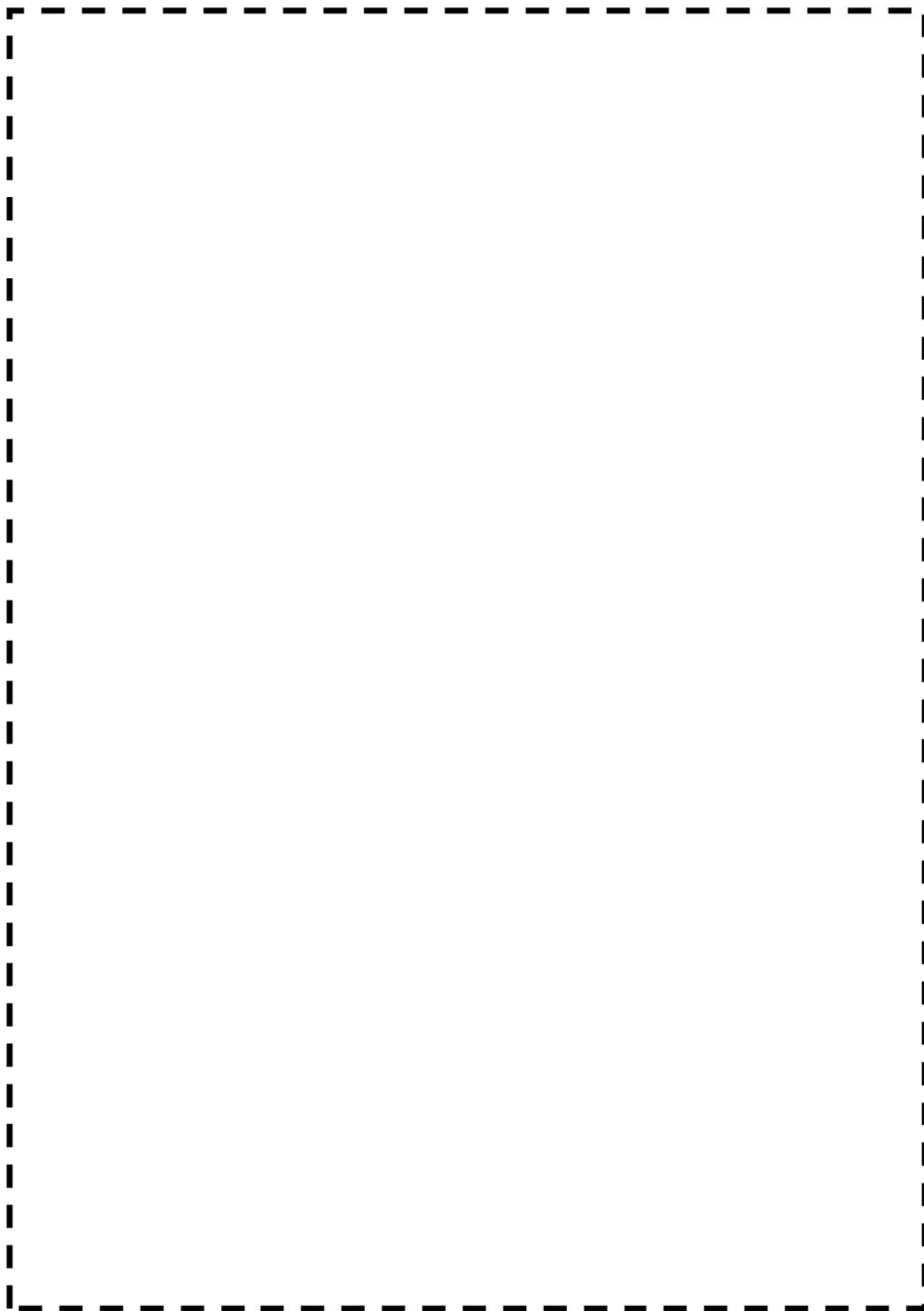
* : 該当しない項目には、空欄に「-」と記載すること。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



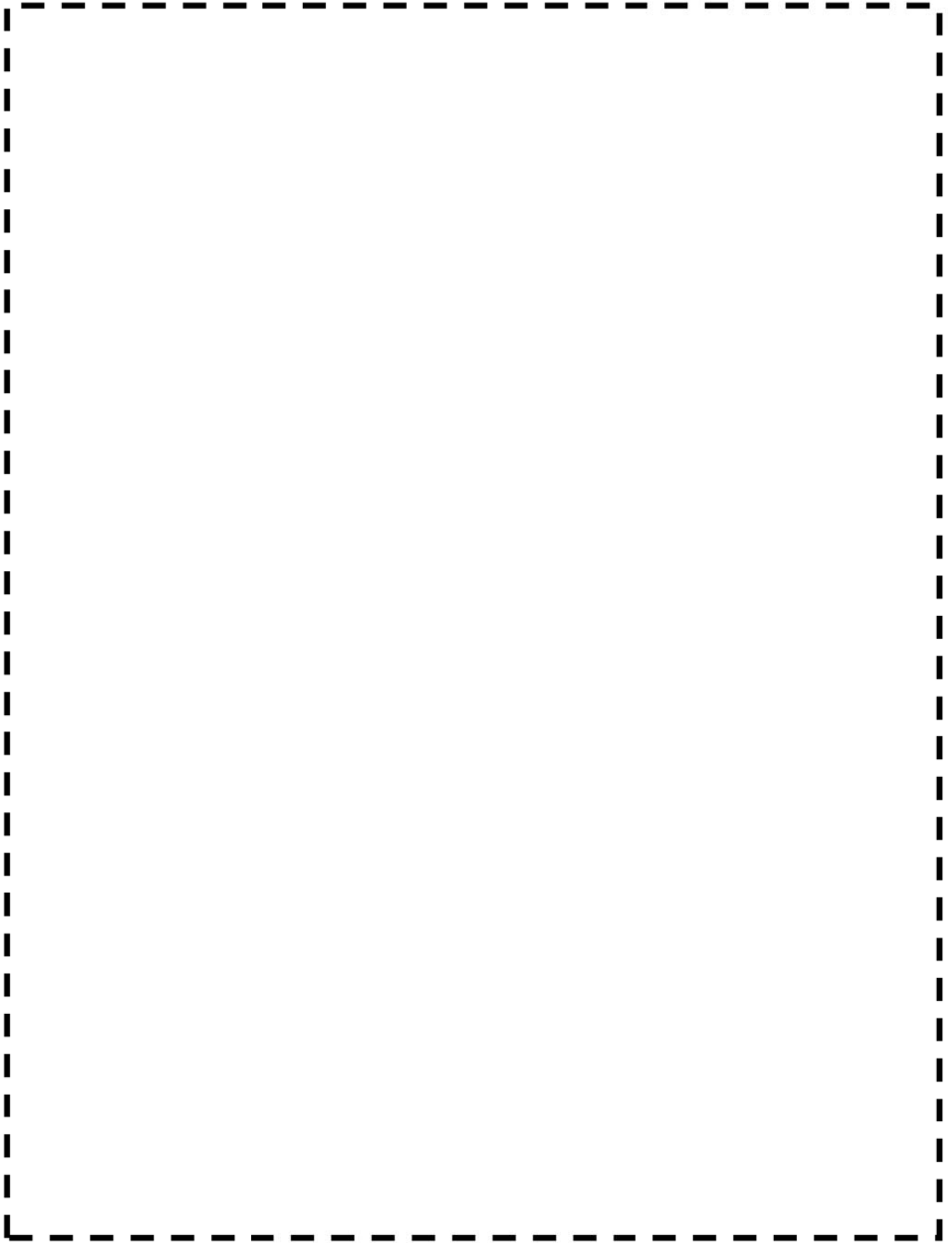
1次冷却材ポンプケーシング 評価点 (1 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



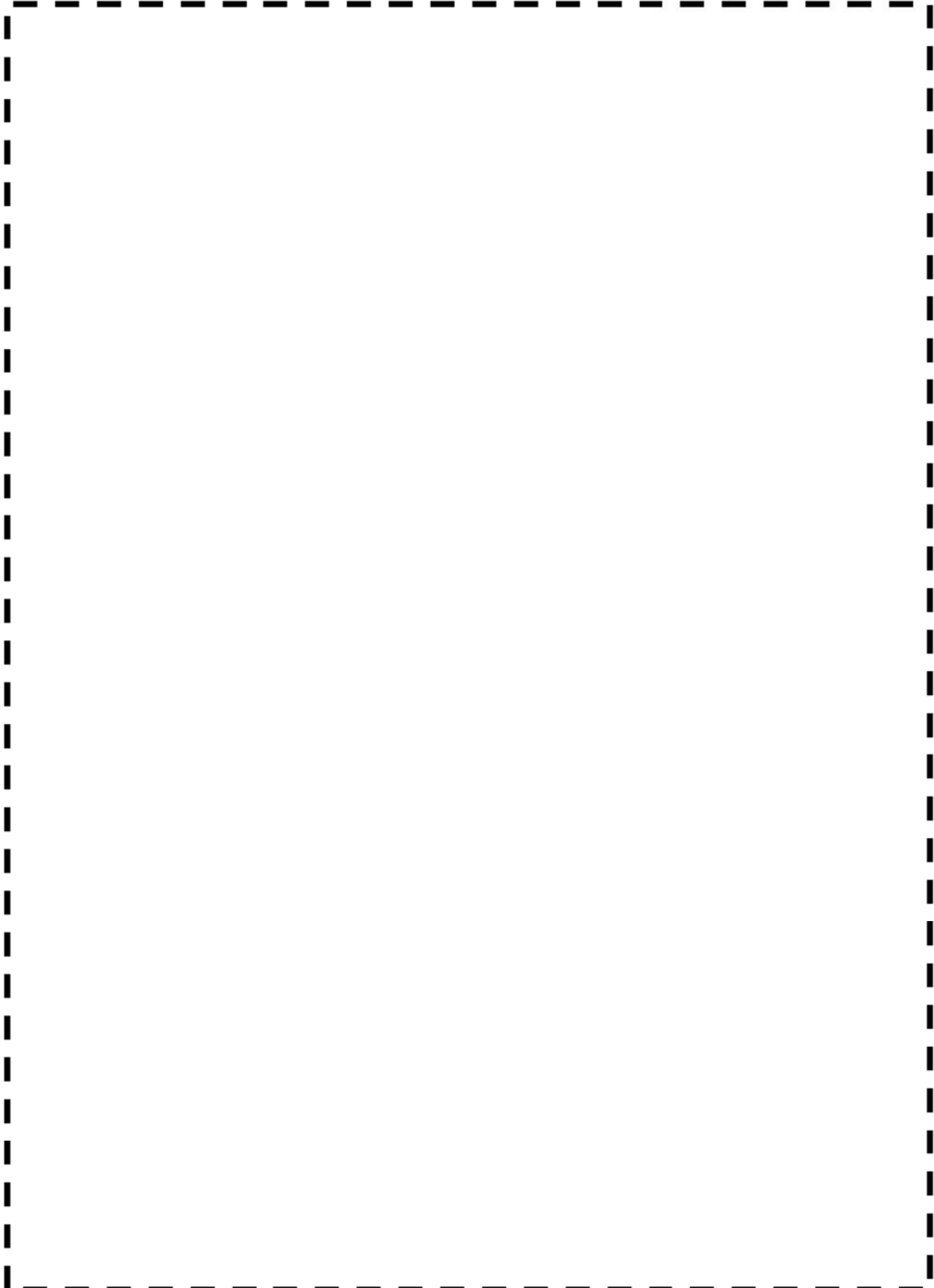
1次冷却材ポンプケーシング 評価点 (2 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



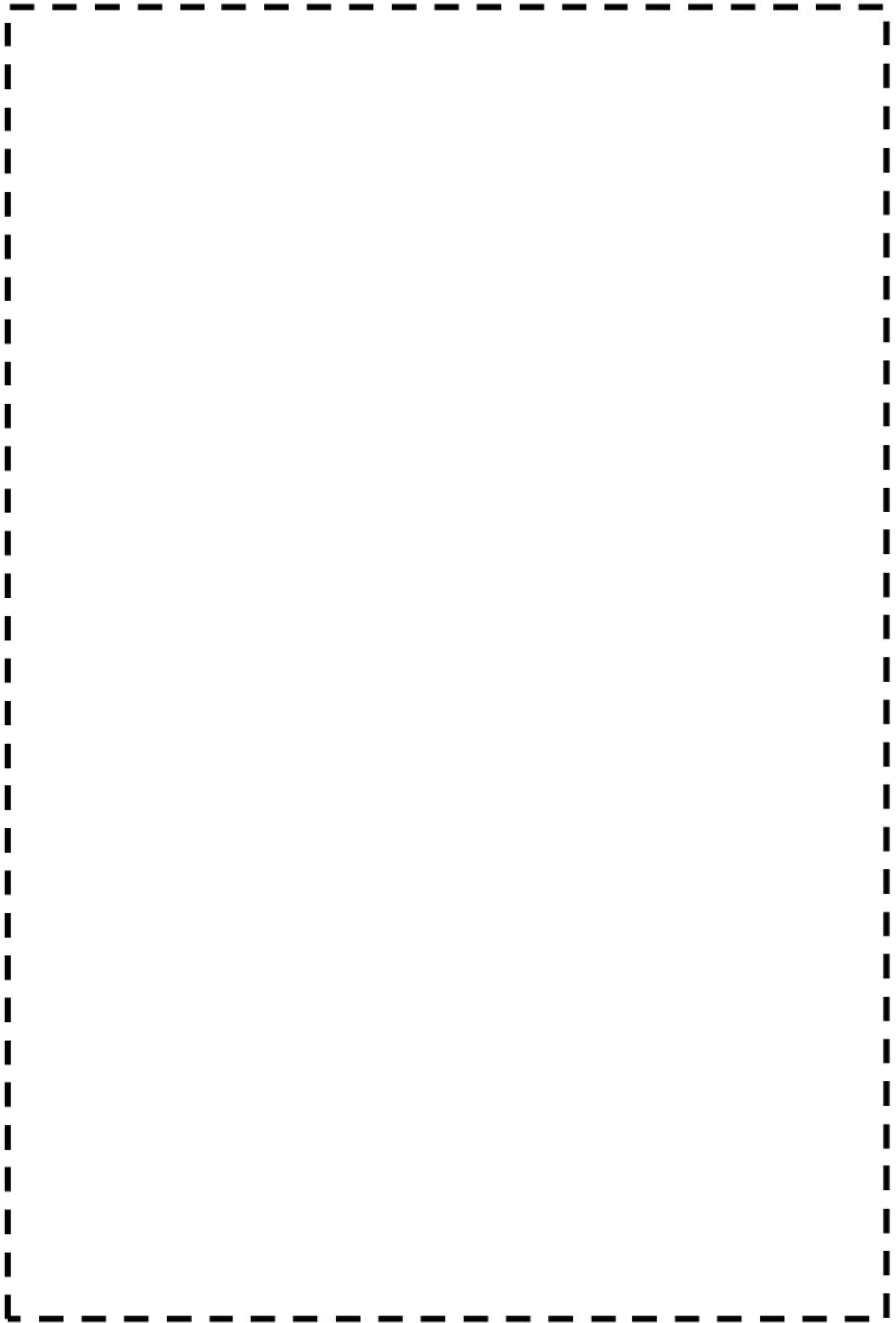
1次冷却材ポンプケーシング 評価点 (3 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



1次冷却材ポンプケーシング 評価点 (4 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



1次冷却材ポンプケーシング 評価点 (5 / 5)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次冷却材ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定 (吸込ノズル)

Location		Usage Factor		
		S1-S2	S2-S3	S3-S1
44862	IN			
44926	OUT			
48704	IN			
48728	OUT			
60234	IN			
62173	OUT			
61057	IN			
58036	OUT			

※INは接液部、OUTは大気中の評価点を表す

吸込ノズル疲労評価結果 (評価点 : 48704)

STRESS INTENSITY				NUMBER OF CYCLES		USAGE FACTOR
MAXIMUM	MINIMUM	KE	ALT	N	N*	

TOTAL = | 0.00009 |

→通常UF : 0.001

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次冷却材ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定 (吐出ノズル)

Location		Usage Factor		
		S1-S2	S2-S3	S3-S1
6003	IN			
6016	OUT			
57367	IN			
58927	OUT			
60337	IN			
58858	OUT			
60786	IN			
59125	OUT			
559977	IN			
559150	OUT			

※INは接液部、OUTは大気中の評価点を表す

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

吐出ノズル疲労評価結果 (評価点 : 6003)

STRESS INTENSITY				NUMBER OF CYCLES		USAGE
MAXIMUM	MINIMUM	KE	ALT	N	N*	FACTOR
<div style="border: 2px solid blue; width: 100%; height: 100%;"></div>						
TOTAL =						0.01649
						→通常UF : 0.017

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次冷却材ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定（支持脚（1））

Location		Usage Factor		
		S1-S2	S2-S3	S3-S1
57546	IN			
58075	OUT			
59214	IN			
58270	OUT			
59310	IN			
58071	OUT			
59813	IN			
59101	OUT			
61124	IN			
58316	OUT			

※INは接液部、OUTは大気中の評価点を表す

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1 次冷却材ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定 (支持脚 (2))

Location		Usage Factor		
		S1-S2	S2-S3	S3-S1
57825	IN			
61374	OUT			
59238	IN			
58921	OUT			
59737	IN			
58792	OUT			
59889	IN			
58507	OUT			

※INは接液部、OUTは大気中の評価点を表す

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次冷却材ポンプケーシング 最大疲労評価点の選定 (支持脚 (3))

Location		Usage Factor		
		S1-S2	S2-S3	S3-S1
557825	IN			
561374	OUT			
559238	IN			
558921	OUT			
559737	IN			
558792	OUT			
559889	IN			
558507	OUT			

※INは接液部、OUTは大気中の評価点を表す

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

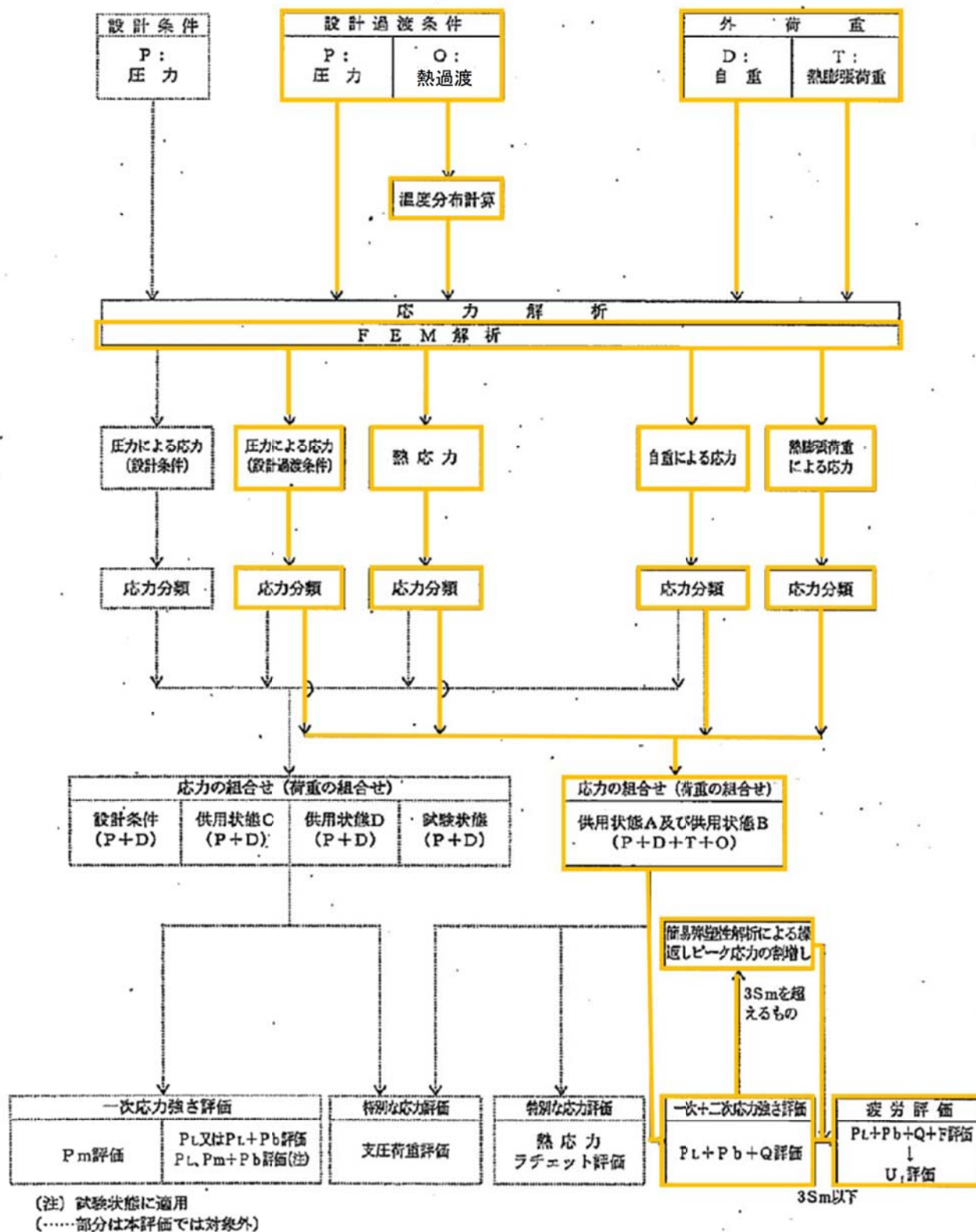
支持脚 (3) 疲労評価結果 (評価点 : 561374)

STRESS INTENSITY				NUMBER OF CYCLES		USAGE
MAXIMUM	MINIMUM	KE	ALT	N	N*	FACTOR
[Redacted Data]						TOTAL = 0.17588

→通常UF : 0.176

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

応力評価フロー



Ke係数と環境疲労パラメータ (吸込ノズル 評価点48704) (詳細評価手法)

過渡条件 記号	一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果を 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
A										
B										
2I1	2D3									
2I1	2G1									
2I1	2E1									
2I1	2J1									
2I1	2D2									
2I1	2F1									
2I1	1I1									
1A1	1I1									
1A1	2H1									
1A1	1B1									
NSS	1B1									
合計: 0.00031										
→環境UF: 0.001										

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Ke係数と環境疲労パラメータ (吐出ノズル 評価点6003) (詳細評価手法)

過渡条件 記号	一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
A										
B										
2D3	1A1									
1B1	1A1									
1B1	2I1									
2G1	2I1									
2I2	2I1									
2I2	NSS									
2J1	NSS									
2H1	NSS									
2D2	NSS									
2F1	NSS									
2B1	NSS									
1K1	NSS									
2A1	NSS									
1C1	NSS									
1C1	1I1									
1C1	2B1									
合計: 0.24208										

→環境UF: 0.243

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Ke係数と環境疲労パラメータ (支持脚 評価点59737) (詳細評価手法)

過渡条件 記号	一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数 KE	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数 n	許容繰返し 回数 n*	疲労累積係数 u	環境効果を 補正係数 fen	環境効果を考慮した 疲労累積係数 uen
	smax	smin		補正前 salt	補正後 salt'					
A										
B										
2D3	1A1									
1B1	1A1									
1B1	2I1									
2G1	2I1									
2I2	2I1									
2I2	NSS									
2J1	NSS									
2D2	NSS									
2H1	NSS									
2F1	NSS									
1K1	NSS									
合計: 0.09426										

→環境UF: 0.095

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下に環境補正係数が1を超える過渡の温度、ひずみ履歴を示す。

(1) 吸込ノズル

a. 過渡21I [1次系漏えい試験(加圧)] - 2D3 [不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]

b. 過渡21I [1次系漏えい試験(加圧)] - 2G1 [出力運転中の非常用炉心冷却系の誤作動]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

(2) 吐出ノズル

a. 過渡2D3[不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]-1AI[起動(温度上昇率55.6°C/h)]

b. 過渡1B1[停止(温度降下率55.6°C/h)]-1AI[起動(温度上昇率55.6°C/h)]

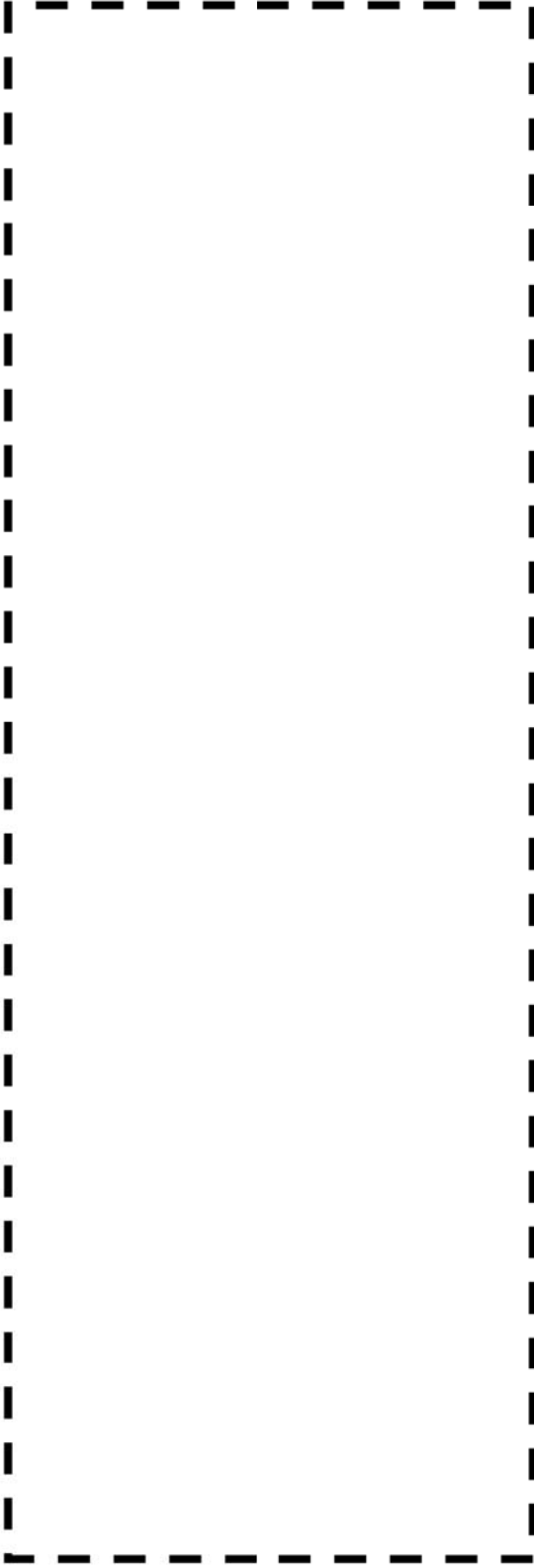
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡IB1[停止(温度降下率 $55.6^{\circ}\text{C}/\text{h}$)]-2II[1次系漏えい試験(加圧)]

d. 過渡2G1[出力運転中の非常用炉心冷却系の誤作動]-2II[1次系漏えい試験(加圧)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

e. 過渡2I2[1次系漏えい試験(減圧)]-2I1[1次系漏えい試験(加圧)]



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

(3) 支持脚

a. 過渡2D3 [不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ] - 1AI [起動 (温度上昇率 55.6°C/h)]

b. 過渡1B1 [停止 (温度降下率 55.6°C/h)] - 1AI [起動 (温度上昇率 55.6°C/h)]

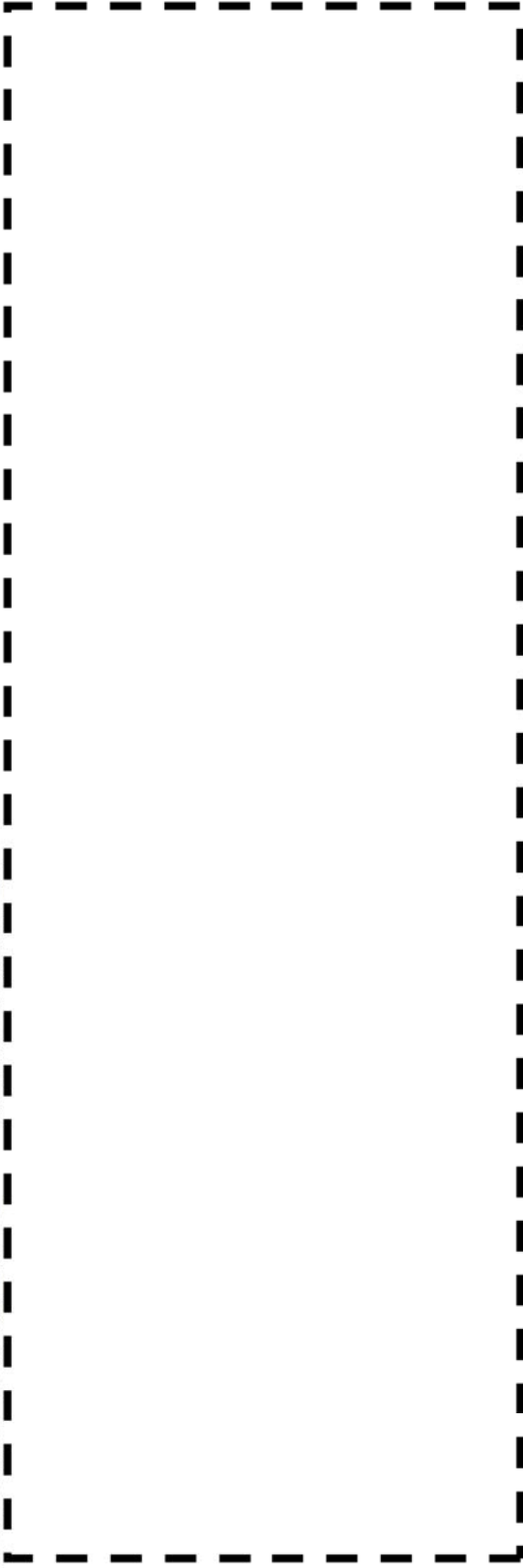
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡1B1 [停止(温度降下率55.6°C/h)]-2I1 [1次系漏えい試験(加圧)]

d. 過渡2G1 [出力運転中の非常用炉心冷却系の誤作動]-2I1 [1次系漏えい試験(加圧)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

e. 過渡2I2[1次系漏えい試験(減圧)]-2I1[1次系漏えい試験(加圧)]



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－中性子照射脆化－5 rev1

<p>タイトル</p>	<p>監視試験片の配置、試験片数、各カプセルの取り出し時期、中性子照射量、照射温度、中性子束、照射量分布、及びリードファクターについて。</p>																														
<p>説明</p>	<p>監視試験片の全カプセル数： 8体（4体を取出自済み）</p> <p>カプセルの配置：</p> <div style="border: 2px dashed black; height: 300px; width: 100%;"></div> <p>カプセルの取出時期、中性子照射量、照射温度、中性子束、リードファクター：</p> <table border="1" data-bbox="421 1438 1342 1744"> <thead> <tr> <th>監視試験 回次</th> <th>取出時期</th> <th>照射温度 [°C]</th> <th>中性子 照射量 [$\times 10^{19}\text{n}/\text{cm}^2$, E>1MeV]</th> <th>中性子束 [$\times 10^{10}\text{n}/\text{cm}^2/\text{S}$, E>1MeV]</th> <th>リード ファクター</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第1回</td> <td>1977年</td> <td></td> <td>0.3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>第2回</td> <td>1987年</td> <td></td> <td>2.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>第3回</td> <td>2002年</td> <td></td> <td>3.5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>第4回</td> <td>2011年</td> <td></td> <td>5.8</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以上</p> <div style="border: 2px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません</p> </div>	監視試験 回次	取出時期	照射温度 [°C]	中性子 照射量 [$\times 10^{19}\text{n}/\text{cm}^2$, E>1MeV]	中性子束 [$\times 10^{10}\text{n}/\text{cm}^2/\text{S}$, E>1MeV]	リード ファクター	第1回	1977年		0.3			第2回	1987年		2.0			第3回	2002年		3.5			第4回	2011年		5.8		
監視試験 回次	取出時期	照射温度 [°C]	中性子 照射量 [$\times 10^{19}\text{n}/\text{cm}^2$, E>1MeV]	中性子束 [$\times 10^{10}\text{n}/\text{cm}^2/\text{S}$, E>1MeV]	リード ファクター																										
第1回	1977年		0.3																												
第2回	1987年		2.0																												
第3回	2002年		3.5																												
第4回	2011年		5.8																												

美浜3号炉—中性子照射脆化— 8 rev2

タイトル	PTS事象として設定した、小破断LOCA、大破断LOCA及び主蒸気管破断、2次系からの除熱機能喪失のKI曲線について。
説明	<p>国内PWRに対しては、発電技検「溶接部等熱影響部信頼性実証試験」のうち、「原子炉圧力容器加圧熱衝撃試験」において、設計基準事象から主蒸気管破断事故、小破断冷却材喪失(LOCA)事故、大破断冷却材喪失(LOCA)事故が制限的なPTS事象として選定されており、これらを評価対象として、現行のJEAC4206に反映されている。PTS評価は、これに従って評価を実施している。</p> <p>(参考) 溶接部等熱影響部信頼性実証試験に関する調査報告書「原子炉圧力容器加圧熱衝撃試験」[総まとめ版](平成4年3月、財団法人発電設備技術検査協会)</p> <p>遷移曲線設定条件及びPTS評価における応力拡大係数の計算条件を添付資料に示す。添付資料は代表的な3ループプラントでの評価であるが、PTS事象の中で最も厳しくなる大LOCAの条件について、主要条件を比較した結果、下記の観点から美浜3号炉は代表プラントと同等であり、適用性に問題ないと判断している。</p> <p>①ステップ状温度低下幅(初期温度 [] °C → [] °C) 美浜3号炉は代表プラントと同条件。</p> <p>②再循環切替時間 ([] °C → [] °C) 代表プラントでは [] であるのに対し、美浜3号炉は [] であり、再循環切替時間は代表プラント以下であることから安全側の評価となっている。</p> <p>③圧力 美浜3号炉は代表プラントと同条件。</p> <p>④冷却水温度 ([] °C) 美浜3号炉は代表プラントと同条件。</p> <p>また、工事計画(平成28年11月申請)の内容を反映したPTS評価結果を添付2に示す。工事計画において、低温/高圧となりPTS事象の観点から設計基準事故状態よりも厳しい状態となる可能性のある事象を複数の炉心損傷防止シーケンスから検討した結果、2次冷却系からの除熱機能喪失を選定している。</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

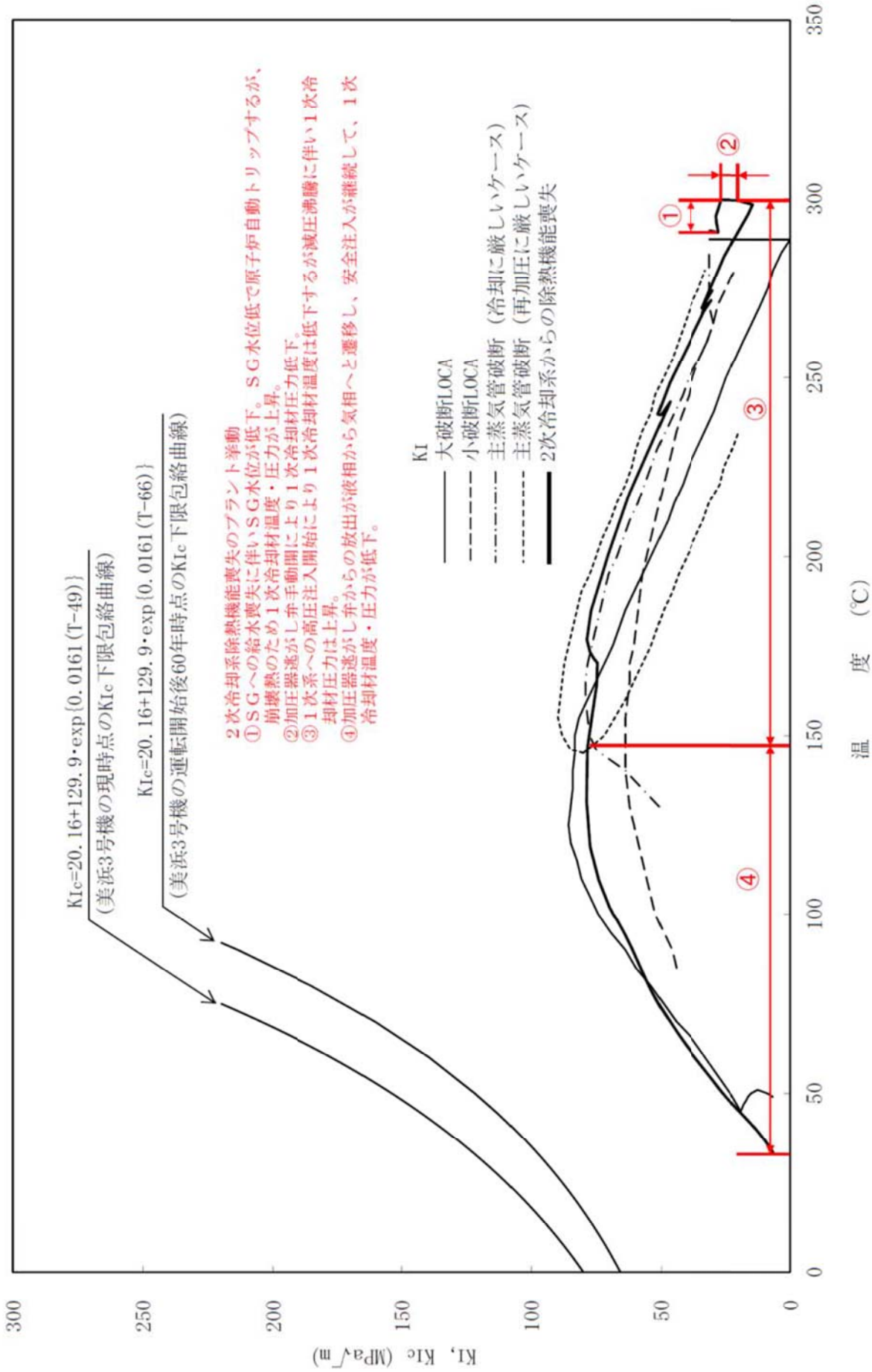
表1 3ループプラントの状態遷移曲線（大破断LOCA）

パラメータ	3ループプラントの状態遷移曲線
き裂形状 ① 深さ ②軸方向長さ	
温度条件	
圧力条件	

表2 PTS評価における応力拡大係数の計算の条件

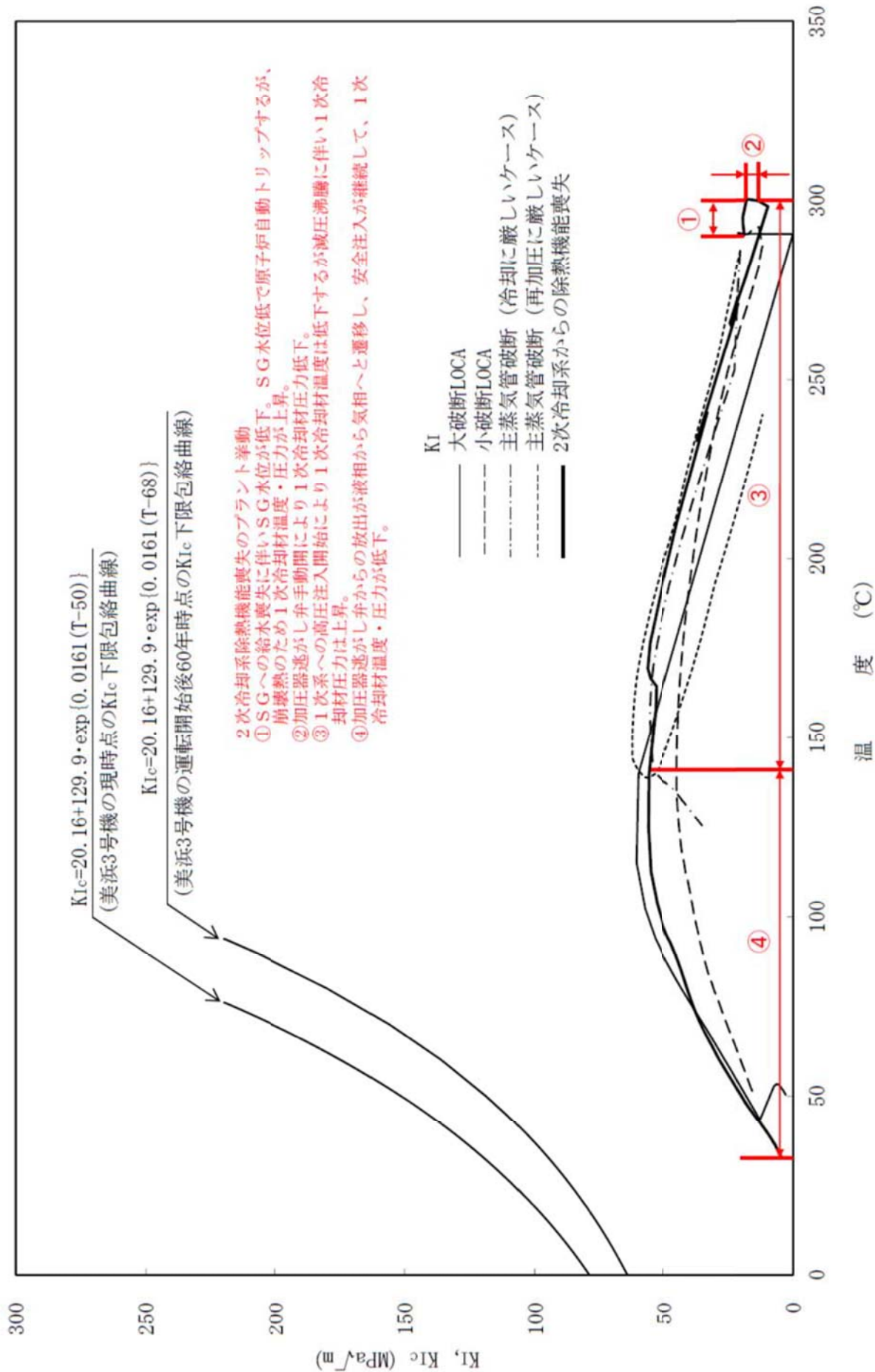
項目	算出方法	備考
過渡条件	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気管破断事故 小破断冷却材喪失事故(小破断LOCA) 大破断冷却材喪失事故(大破断LOCA) 2次冷却系からの除熱機能喪失 	<ul style="list-style-type: none"> 1次冷却材温度が低温となりPTS評価上厳しい過渡を選定。 選定した過渡のうち、PTS評価上厳しい大破断LOCAは、安全側に冷却水の混合を考慮しないステップ状の温度変化を与えている。
応力解析	<ul style="list-style-type: none"> 内圧による応力は、厚肉円筒の式より算出 熱による応力は、厚肉円筒の内外温度差による熱応力の式を使用し算出 	
応力拡大係数の算出	<ul style="list-style-type: none"> C. B. Buchalet & W. H. Bamford の応力拡大係数式より算出 	<ul style="list-style-type: none"> 応力解析により求められた応力分布に基づき仮想欠陥最深部での応力拡大係数を算出。 評価式はJEAC4206-2007 C-3120 (3)に規定されている。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



美浜3号炉 原子炉容器胴部 (炉心領域部) 中性子照射脆化に対するPTS評価結果

[深さ10mmの想定き裂を用いた評価]



美浜3号炉 原子炉容器胴部 (炉心領域部) 中性子照射脆化に対するPTS評価結果
 [深さ5mmの想定き裂を用いた評価]

美浜3号炉－IASC－2

タイトル	炉心支持構造物の日本機械学会事例規格 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」の適用状況について。
説明	<p>【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(NC-CC-002)によると、応力腐食割れ(SCC)発生因子である「材料」「応力」「環境」を改善することでSCC発生を抑制する対応が示されている。</p> <p>炉心支持構造物の各部位にはオーステナイト系ステンレス鋼を採用しており、オーステナイト系ステンレス鋼については、溶存酸素濃度が低く管理されているPWR水質環境ではSCCは発生し難いことが事例規格で示されている。美浜3号炉においては、1次冷却材の水質を溶存酸素5ppb以下に管理していることからSCC発生の可能性は小さいと考える。</p> <p>また、高い中性子照射量を受ける部位については、「材料」が変化することで照射誘起型応力腐食割れ(IASCC)が生じる可能性があると考えられている。</p> <p>このIASCCに対し、「材料(中性子照射による材料の変化)」「応力」「環境(温度)」の3因子で炉内構造物のうち最も厳しい部位を抽出した結果、最も厳しい部位はバッフルフォーマボルトとなる。バッフルフォーマボルトのIASCCに対しては、美浜3号炉では炉内構造物取替に際して以下の配慮を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none">・炉心バッフルについて、剛性の高い角バッフル構造を採用することにより、バッフル構造の変形を抑え、バッフルフォーマボルトに発生する応力を低減・バッフルフォーマボルトについて、シャンク長さを増大させ、ボルト首下部に発生する曲げ応力を低減。また、ボルト首下形状をパラボリック形状とすることで応力集中を低減・炉心バッフル取付板にボルト冷却孔を設け、バッフルフォーマボルトの温度を低減・炉心槽と炉心バッフルの間の領域を流れるバイパス流量を増加させることにより、バッフル構造の温度、熱変形を低減させ、バッフルフォーマボルトに発生する熱応力を低減 <p>また、バッフルフォーマボルトについては、「照射誘起型応力腐食割れ(IASCC)評価技術に関する報告書((独)原子力安全基盤機構)」に示された評価ガイドおよび「PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[バッフルフォーマボルト]((社)原子力安全推進協会)」に基づく評価をした結果、運転開始後60年時点においてもボルト損傷は発生せず、安全に関わる機能を維持できると評価している。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

美浜3号炉-IASCC-4

タイトル	通常運転時（運転状態1）における炉内構造物表面の温度について。																				
説明	<p>通常運転時の炉内構造物は1次冷却材と接しており、各部位の表面温度は1次冷却材の温度と同等と考えることから、炉内構造物の各部位が接する1次冷却の温度を下表に示す。また、炉内構造物各部位の位置と1次冷却材の流れの概念図を添付1に示す。</p> <table border="1" data-bbox="584 808 1198 1211"><thead><tr><th>部位</th><th>温度（℃）</th></tr></thead><tbody><tr><td>バップルフォーマボルト</td><td>323</td></tr><tr><td>炉心バップル</td><td>323</td></tr><tr><td>炉心バップル取付板</td><td>323</td></tr><tr><td>バレルフォーマボルト</td><td>323</td></tr><tr><td>炉心槽</td><td>323</td></tr><tr><td>下部炉心板</td><td>289</td></tr><tr><td>下部燃料集合体案内ピン</td><td>289</td></tr><tr><td>熱遮蔽材</td><td>289</td></tr><tr><td>熱遮蔽材固定用ボルト</td><td>289</td></tr></tbody></table> <p style="text-align: right;">以 上</p>	部位	温度（℃）	バップルフォーマボルト	323	炉心バップル	323	炉心バップル取付板	323	バレルフォーマボルト	323	炉心槽	323	下部炉心板	289	下部燃料集合体案内ピン	289	熱遮蔽材	289	熱遮蔽材固定用ボルト	289
部位	温度（℃）																				
バップルフォーマボルト	323																				
炉心バップル	323																				
炉心バップル取付板	323																				
バレルフォーマボルト	323																				
炉心槽	323																				
下部炉心板	289																				
下部燃料集合体案内ピン	289																				
熱遮蔽材	289																				
熱遮蔽材固定用ボルト	289																				

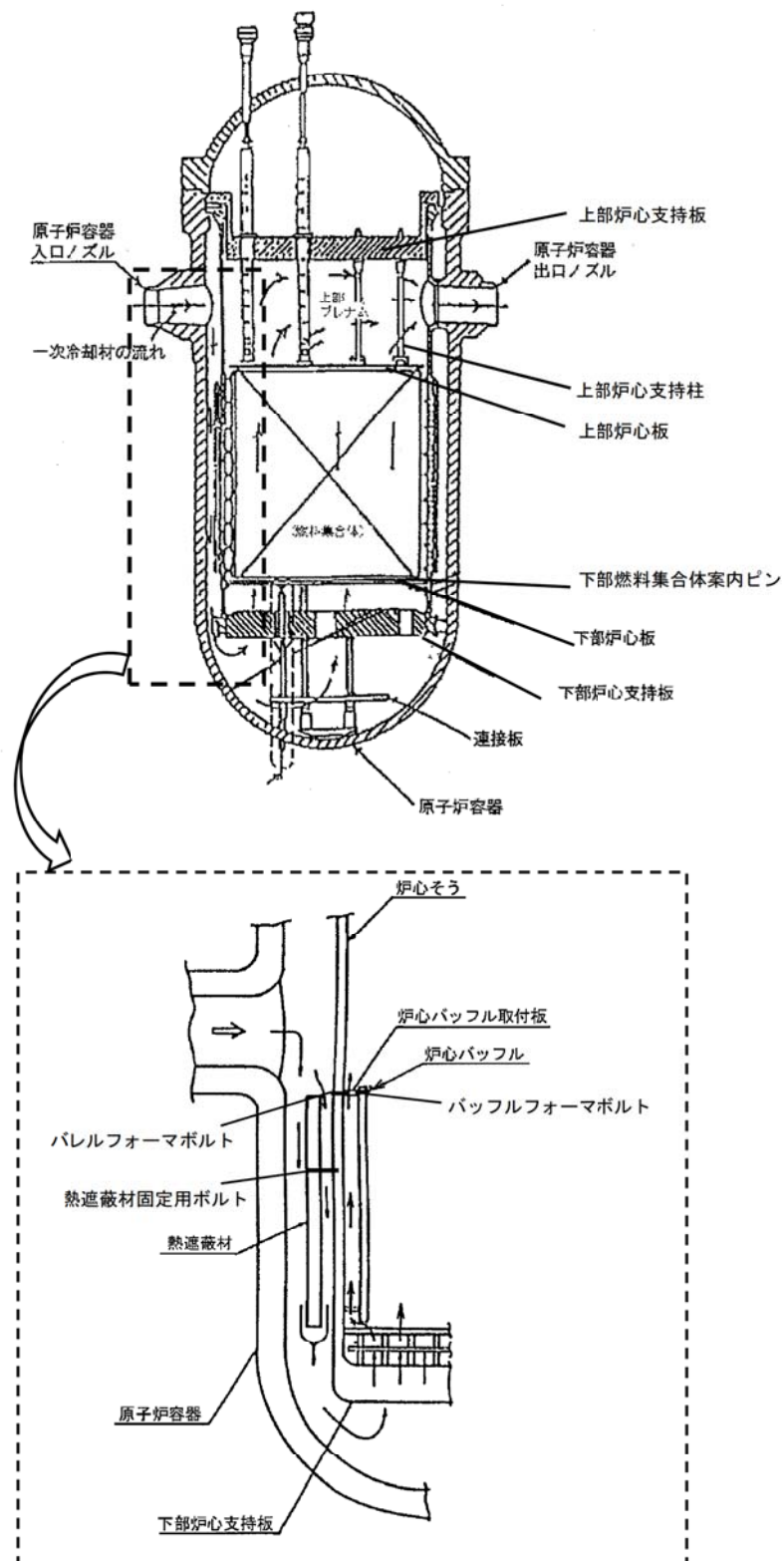


図 炉内構造物各部位と1次冷却材の流れの概念図

美浜3号炉－IASCC－11

タイトル	炉内構造物（炉心支持構造物を含む）が接する1次冷却材の水質の管理値と実績値について。
説明	<p>1次冷却材の水質については、分析項目に応じて基準値と標準値を設け、定期的に水質分析を実施し管理している。</p> <p>基準値：設備の健全性に影響を与える可能性のある値をいい、これを超えるか超えるおそれのある場合は適切な措置を講じる。</p> <p>標準値：設備の健全性を維持していくために、通常管理している値。</p> <p>各分析項目の基準値、標準値および至近サイクルにおける実績値の例を添付1に示す。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

水質記録表 (平成23年4月)

日	特記事項	課長	係長	班長	班長	係
1	1号機 第2回定検中 第2号機 定検熱出力一定運転中 3号機 定検熱出力一定運転中	23.4.-1	23.4.-1	23.4.-1	23.4.-1	
2	同上	23.4.-4	23.4.-4	23.4.-4	23.4.-4	
3	同上	23.4.-5	23.4.-4	23.4.-4	23.4.-4	
4	同上	23.4.-4	23.4.-4	23.4.-4	23.4.-4	
5	同上	23.4.-5	23.4.-5	23.4.-5	23.4.-5	
6	同上	23.4.-8	23.4.-8	23.4.-8	23.4.-8	
7	同上	23.4.-7	23.4.-7	23.4.-7	23.4.-7	
8	同上	23.4.-8	23.4.-8	23.4.-8	23.4.-8	
9	同上	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	
10	同上	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	
11	1号機 第2号機 第3号機 定検中 定検熱出力一定運転中 定検熱出力一定運転中	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	23.4.-11	
12	同上	23.4.-12	23.4.-12	23.4.-12	23.4.-12	
13	同上	23.4.-13	23.4.-13	23.4.-13	23.4.-13	
14	同上	23.4.-14	23.4.-14	23.4.-14	23.4.-14	
15	同上	23.4.-15	23.4.-15	23.4.-15	23.4.-15	
16	同上	23.4.-18	23.4.-18	23.4.-18	23.4.-18	
17	同上	23.4.-18	23.4.-18	23.4.-18	23.4.-18	
18	同上	23.4.-19	23.4.-19	23.4.-19	23.4.-19	
19	同上	23.4.-19	23.4.-19	23.4.-19	23.4.-19	
20	同上	23.4.-20	23.4.-20	23.4.-20	23.4.-20	
21	1号機 第2号機 第3号機 定検中 定検熱出力一定運転中 定検熱出力一定運転中	23.4.-21	23.4.-21	23.4.-21	23.4.-21	
22	同上	23.4.-22	23.4.-22	23.4.-22	23.4.-22	
23	同上	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	
24	同上	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	
25	同上	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	23.4.-25	
26	同上	23.4.-27	23.4.-27	23.4.-27	23.4.-27	
27	同上	23.4.-27	23.4.-27	23.4.-27	23.4.-27	
28	同上	23.4.-28	23.4.-28	23.4.-28	23.4.-28	
29	同上	23.5.-3	23.5.-3	23.5.-3	23.5.-3	
30	同上	23.5.-3	23.5.-3	23.5.-3	23.5.-3	
31						

美浜 3 号機 水質記録表 (平成23年 4 月)

試料	項目	1 次冷却材														
		電導度 μS/cm	pH	溶存酸素 mg/L	溶存水素 cm ³ -STP/L	溶存酸素 mg/L	溶存水素 cm ³ -STP/L	トリウム イオン ppm	ウラン イオン ppm	ヨウ素 イオン ppm	セシウム イオン ppm	ストロンチウム イオン ppm	バリウム イオン ppm	鉛 イオン ppm	銅 イオン ppm	モリブデン イオン ppm
1	0.00															
2	0.00															
3	0.00															
4	0.00															
5	0.00															
6	0.00															
7	0.00															
8	0.00															
9	0.00															
10	0.00															
11	0.00															
12	0.00															
13	0.00															
14	0.00															
15	0.00															
16	0.00															
17	0.00															
18	0.00															
19	0.00															
20	0.00															
21	0.00															
22	0.00															
23	0.00															
24	0.00															
25	0.00															
26	0.00															
27	0.00															
28	0.00															
29	0.00															
30	0.00															
最大値																
最小値																
平均値																
記号																

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜 3 号炉ーコン&鉄骨ー 1

タイトル	対象構造物および代表構造物の選定過程について
説明	<p>美浜 3 号炉におけるコンクリート構造物および鉄骨構造物のうち、対象構造物および代表構造物の選定過程を以下に示す。</p> <p>1. 対象構造物の選定</p> <p>対象構造物は、以下の通りに抽出される機器・構造物を対象とし、該当する構造物、または該当する機器を支持する構造物を選定した。選定結果を添付ー 1 「対象構造物の選定（高経年化技術評価書別冊 P3～5 表1-1）」に示す。</p> <p>1) 安全上重要な機器・構造物（クラス 1, 2）、高温・高圧の環境下にある機器（クラス 3）（火災防護設備および浸水防護施設を含む）、常設重大事故等対象設備を対象とし、色塗り系統図等により抽出する。</p> <p>2) 新規制基準適合性審査として新たに評価が必要な設備の抽出として、工事計画認可申請を踏まえ新たに劣化状況評価に追加する必要がある設備については、工事計画認可申請書本文（要目表、基本設計方針）に記載の全ての設備を対象とし、添付ー 2 「評価に追加する設備の抽出フロー」により抽出する。</p> <p>2. 代表構造物の選定</p> <p>対象構造物の使用条件（高温部の有無、放射線の有無など）の影響の大きさに基づき、代表構造物を選定した。選定結果を、添付ー 3 「代表構造物の選定（高経年化技術評価書別冊 P6～7 表1-2）」に示す。</p> <p>添付ー 1 対象構造物の選定（高経年化技術評価書別冊 P3～5 表1-1） 添付ー 2 評価に追加する設備の抽出フロー 添付ー 3 代表構造物の選定（高経年化技術評価書別冊 P6～7 表1-2）</p>

表1-1 対象構造物の選定(1/3)

安全重要度分類審査指針などに定める要求機能	分類など	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材圧力バウナダリ機能	PS-1	原子炉容器 蒸気発生器 1次冷却材ポンプ 加圧器	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒駆動装置圧力バウジング	内部コンクリート
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心そり	内部コンクリート
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒 制御棒クランプ案内管 制御棒駆動装置	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
未臨界維持機能	MS-1	制御棒 ほう酸注入系	内部コンクリート 内部コンクリート、原子炉補助建屋
原子炉冷却材圧力バウナダリの過圧防止機能	MS-1	加圧器安全弁	内部コンクリート
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	余熱除去系 補助給水系 主蒸気系 主給水系	内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋
炉心冷却機能	MS-1	低圧注入系 高圧注入系 蓄圧注入系	内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮蔽および放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器 格納容器スプレイ系 アニユラス空気循環設備 安全補機室空気浄化系 アニユラス	原子炉格納施設基礎 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 外部遮蔽壁、原子炉格納施設基礎 原子炉補助建屋
工学的安全施設および原子炉停止系への作動信号の発生機能	MS-1	安全保護系	原子炉補助建屋

表1-1 対象構造物の選定(2/3)

安全重要度分類審査指針などに定める要求機能 安全上特に重要な関連機能	分類など	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材を内蔵する機能 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されて いないものであって、放射性物質を貯蔵する機 能	MS-1	非常用所内電源系 中央制御室、同遮蔽、同換気空調系 原子炉補機冷却水系 原子炉補機冷却海水系 直流電源系、計測制御電気系 制御用圧縮空気設備	原子炉補助建屋、 非常用ディーゼル発電用燃料油タンク基礎 (配管トレンチ含む) 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 取水構造物 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	化学体積制御系	内部コンクリート、原子炉補助建屋
安全弁および逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	放射性気体廃棄物処理系 使用済燃料ピット、新燃料貯蔵庫	原子炉補助建屋 原子炉補助建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替クレーン 燃料移送装置 使用済燃料ピットクレーン	内部コンクリート 内部コンクリート 原子炉補助建屋
安全弁および逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	加圧器安全弁 加圧器逃がし弁	内部コンクリート 内部コンクリート
燃料ブール水の補給機能	MS-2	燃料取替用水タンク 燃料取替用水ポンプ	原子炉補助建屋 原子炉補助建屋
放射性物質放出の防止機能	MS-2	アニュラス空気浄化系 排気筒	原子炉補助建屋 外部遮蔽壁
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	内部コンクリート、原子炉補助建屋
異常状態の緩和機能	MS-2	加圧器逃がし弁 加圧器後備ヒータ 加圧器逃がし元弁	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
制御室外からの安全停止機能	MS-2	制御室外原子炉停止装置	原子炉補助建屋
重要度クラス3の内、最高使用温度が95℃を超 え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環 境下にある原子炉格納容器外の機器に要求され る機能	高 ^{*1}	高圧タービン、低圧タービン、湿分離加熱器 高圧給水ヒータ、脱気器 廃液蒸発装置、アスファルト固化設備、 雑固体焼却設備	タービン建屋 原子炉補助建屋 (廃棄物処理建屋)

*1：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

表1-1 対象構造物の選定(3/3)

安全重要度分類審査指針などに定める要求機能 浸水防護施設	分類など 設*2	主要設備	対象構造物
常設重大事故等対処設備	重*3	防潮堤 防潮扉 屋外排水路逆流防止設備 放水ピット止水壁 浸水防止蓋 恒設代替低圧注水ポンプ 原子炉下部キャビティ注水ポンプ 格納容器雰囲気ガスサンプリング冷却器 恒設代替低圧注水ポンプモータ 原子炉下部キャビティ注水ポンプモータ 格納容器再循環サンプスクリュー 代替所内電気設備用変圧器 緊急時対策所 格納容器スプレイ流量 使用済燃料ピット水位 潮位 使用済燃料ピット温度 恒設代替低圧注水ポンプ出口流量 原子炉下部キャビティ水位 原子炉格納容器水位 静的触媒式水素再結合装置温度 原子炉格納容器水素燃焼装置温度 原子炉水位 原子炉下部キャビティ注水ポンプ出口流量 A T W S 緩和設備 使用済燃料ピットエリア監視カメラ 津波監視カメラ S P D S 関連設備 衛星電話 緊急時衛星通報システム 統合原子力防災ネットワーク 格納容器循環冷却房ユニット 静的触媒式水素再結合装置 原子炉格納容器水素燃焼装置	防潮堤 防潮扉 屋外排水路逆流防止設備 放水ピット止水壁 取水構造物(浸水防止蓋) 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 内部コンクリート 原子炉補助建屋 緊急時対策所 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 取水構造物 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 緊急時対策所 緊急時対策所 緊急時対策所 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート

*2: 設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物であることを示す。

*3: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

評価に追加する設備の抽出フロー

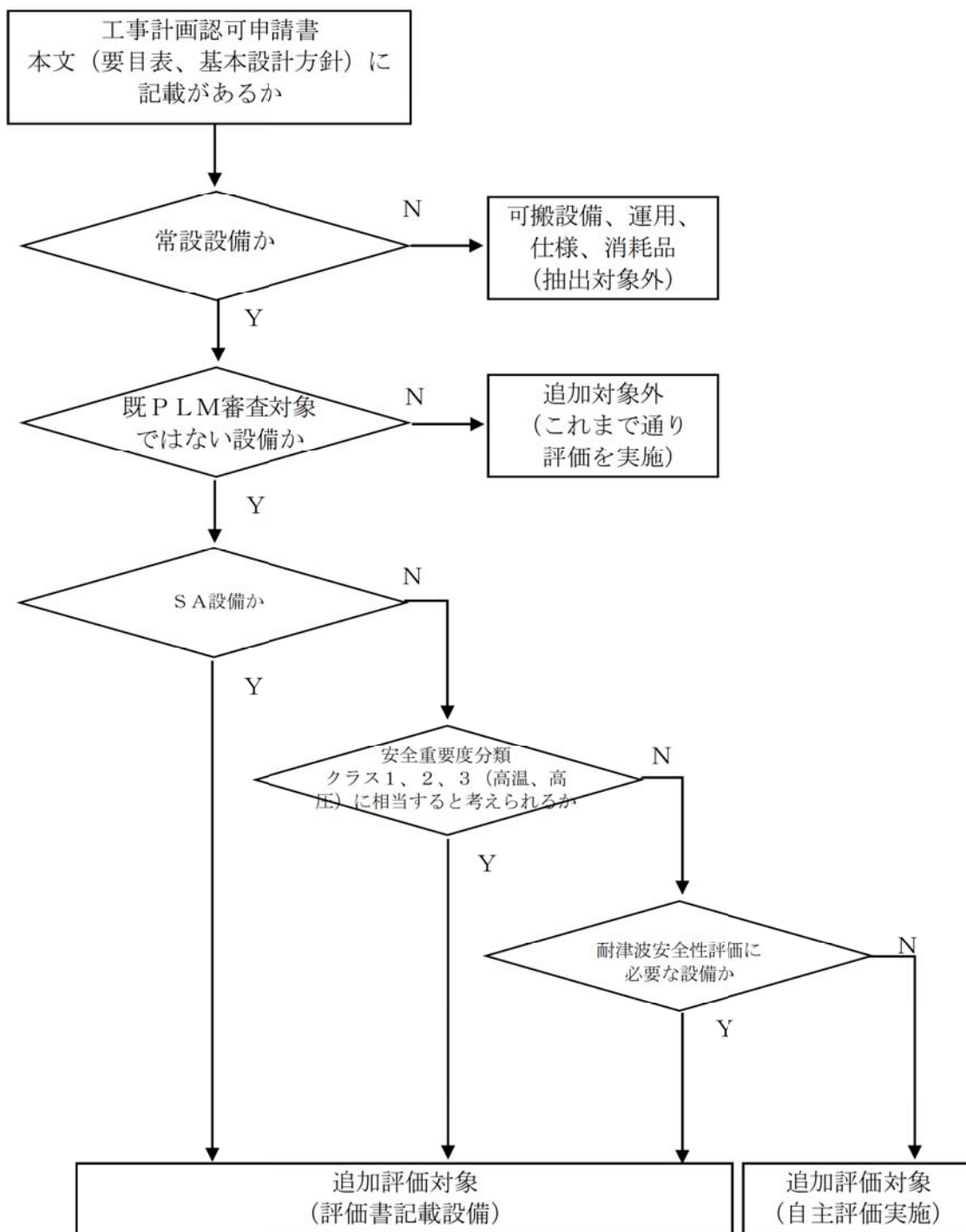


表1-2 代表構造物の選定(1/2)

対象構造物 (コンクリート構造物)	重要度分類	使用条件など										選定理由
		運転開始後 経過年数	高温部の 有無	放射線の 有無	振動の 有無	設置環境		供給 塩化物量	耐火要求 の有無	選定	特別点検結果 選定	
						屋内	屋外					
① 外部遮熱壁	炉内設備支持	38	◇	◇	-	一部 仕上がり無し	仕上がり	◇	-	◎		屋内で仕上げ無し
② 内部コンクリート	炉内設備支持	38	○ (1枚遮熱壁)	○ (1枚遮熱壁)	-	一部 仕上がり無し	/	/	-	◎		高温部、放射線の影響 屋内で仕上げ無し
③ 原子炉格納罐基礎	炉内設備支持	38	-	◇	-	部 仕上がり無し	埋設 ¹⁾	◇	/	◎		代表構造物を支持する構造物 屋内で仕上げ無し
④ 原子炉制御建屋	炉内設備支持	38	-	◇	○ (非常用イゼ ル発電機)	一部 仕上がり無し	仕上がり	◇	-	◎	◎	振動の影響 屋内で仕上げ無し 特別点検結果(中性化深さ)
⑤ 取水構造物	炉内設備支持	38	-	-	-	/	仕上がり無し	○ (海水と接触)	-	◎	◎	運転開始後経過年数 屋外で仕上げ無し 供給塩化物量の影響 特別点検結果(塩分浸透)
⑥ タービン建屋	炉内設備支持	38	-	-	○ (タービン架 台)	一部 仕上がり無し	埋設 ¹⁾	◇	/	◎		振動の影響 屋内で仕上げ無し
⑦ 非常用イゼル発電機補脚基礎(配管 パイプ台)	炉内設備支持	38	-	-	-	/	埋設 ¹⁾	◇	-			
⑧ 防潮堤	浸水防潮施設	0	-	-	-	/	仕上がり無し	◇	/			
⑨ 防潮扉	浸水防潮施設	0	-	-	-	/	仕上がり無し	◇	/			
⑩ 放水ピット止水壁	浸水防潮施設	0	-	-	-	/	仕上がり無し	◇	/			
⑪ 緊急時排気	常運転時排気設備	0	-	-	-	仕上がり	仕上がり	◇	-			

* 1：環境条件の区分として、土中是一般の環境に区分されることから、他の屋外で仕上げが無い構造物で代表させる。

【凡例】

- ：影響大
- ◇：影響小
- ：影響極小、または無し

表1-2 代表構造物の選定(2/2)

対象構造物 (鉄骨構造物)	重要度分類	運転開始後 経過年数	使用条件など			選定	選定理由
			設置環境		使用材料		
			屋内	屋外			
① 原子炉補助建屋(鉄骨部)	7751設備支持	38	仕上げ有り		炭素鋼	◎	使用材料、運転開始後経過年数
② タービン建屋(鉄骨部)	7753設備支持	38	仕上げ有り		炭素鋼	◎	使用材料、運転開始後経過年数
③ 防潮堤	浸水防護施設	0		仕上げ有り	炭素鋼		
④ 防潮扉	浸水防護施設	0		仕上げ有り	炭素鋼		
⑤ 屋外排水路逆流防止設備	浸水防護施設	0		仕上げ有り	ステンレス鋼		
⑥ 取水構造物(浸水防止蓋)	浸水防護施設	0		仕上げ有り	ステンレス鋼		

美浜3号炉ーコン&鉄骨ー10

タイトル	熱による強度低下における、RVサポート直下部の1次遮蔽壁における温度解析について
説明	<p>RV サポート直下部の1次遮蔽壁における温度解析の方法等について、以下に示す。</p> <p>1. 温度解析の方法</p> <p>RV サポート廻りコンクリート部の温度分布解析は対象範囲を3次元ソリッド要素でモデル化し、定常伝熱解析を実施している。解析条件である冷却空気温度及び熱伝達率は、解析より得られた温度を用いて算出し、繰返し定常伝熱解析を実施している。解析コードは“ANSYS Ver. 5.7”を使用している。</p> <p>(1) 解析モデル</p> <p>解析モデルの対象範囲は、温度条件の厳しいRV出口ノズル部廻りとし、以下の要素から構成している。具体的な対象範囲と解析モデルは添付ー1に示す。</p> <ul style="list-style-type: none">・ サポートパッド・ RVサポート・ 1次遮蔽壁（コンクリート） <p>(2) 入力条件</p> <p>入力条件としては下記のとおりとしている。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 1次冷却材温度 T_H : []・ RV 冷却ファン出口流量 [] 冷却空気温度 []・ γ 発熱…添付グラフを考慮（添付ー2）・ 材料物性値…添付表参照（添付ー3） <p>解析の条件としては、下記のとおり解析モデルと入力条件を適切かつ保守的に設定している。</p> <p>解析モデル</p> <ul style="list-style-type: none">・ 1次遮蔽壁は原子炉容器側の面および1次冷却材配管側の面以外は熱が逃げない断熱モデルとしている <p>入力条件</p> <ul style="list-style-type: none">・ サポートパッドの配管接触部温度は保守的に1次冷却材温度と等しいとみなしている・ 冷却空気温度は実機測定温度が設計値よりも低いことを確認している・ 各部位の熱伝導率は使用材料、文献に基づき適切に設定している・ RVサポート、1次遮蔽壁（コンクリート）の寸法等について、許容差（施工誤差、摩耗等）を考慮しても最大で0.5℃程度の温度上昇で

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

あることを確認している

2. 解析結果

温度分布解析の結果、RVサポート直下のコンクリート部の最高温度は約64℃であり、強度上の熱に対するコンクリートの温度制限値（一般部65℃、局部90℃）を下回る結果である（添付－4）。

解析の条件は実機に比べて保守的に設定していること、また、1次遮蔽壁の評価点近傍における温度計の実測温度（約[]）が解析結果（約[]）よりも低いことを確認していることから、RVサポート直下のコンクリート部の実機の最高温度は解析値より低くなると判断している。

なお、炉心領域部での最高温度は約[]となり、RVサポート下部の温度より下回ることを確認している（添付－5）。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



図1. 解析対象範囲



図2. 解析モデル (全体)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



図3 1次遮蔽壁（コンクリート、炉心中心高さ）の γ 発熱量分布

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

表1 材料物性値

部位	材質	熱伝導率 (W/(m・K)) ※
サポートパッド	低合金鋼	43.0 (300K), 41.7 (500K), 34.8 (800K)
サポートシュー	低合金鋼	43.0 (300K), 41.7 (500K), 34.8 (800K)
シムプレート	低合金鋼	43.0 (300K), 41.7 (500K), 34.8 (800K)
サポートブラケット	炭素鋼	51.6 (300K), 47.8 (500K), 38.2 (800K)
コンクリート	普通コンクリート	1.5 (293K), 1.1 (600K)

※ (出展) 伝熱工学資料 改訂第4版 日本機械学会

熱伝導率は記載の値を定義し、その間の温度では解析コード内で線形補完した値を設定している

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



図4 RVサポート直下の1次遮蔽壁（コンクリート）の最高温度部位

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

1次遮蔽壁のガンマ発熱による温度分布は、1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布を1次元輸送計算コードANISNにより算出し、熱伝導方程式を解いて温度分布を求めている。

ANISNコードは、米国のオークリッジ国立研究所で開発された中性子輸送方程式を数値的に解くコードであり、入力パラメータは、以下のとおりである。

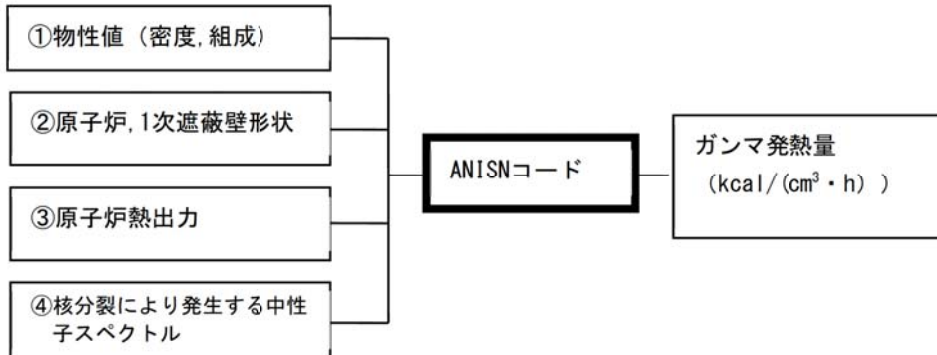


図5 評価概要図

1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布の評価では、下図に示すような1次元の円筒形状を入力して、評価している。

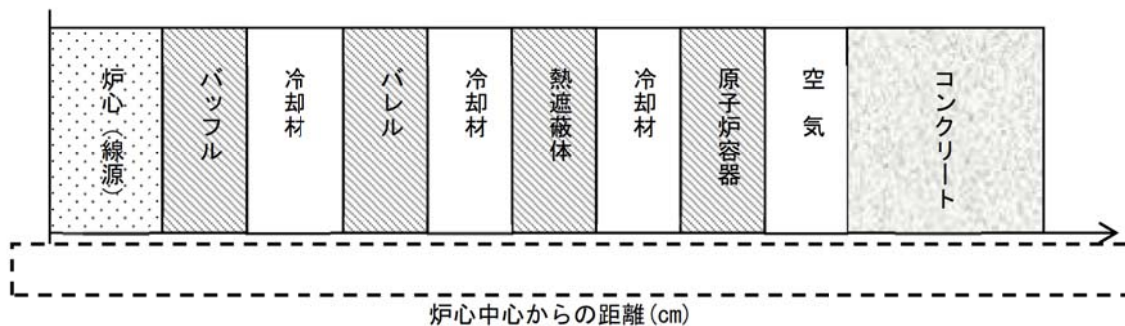


図6 炉心中心からの距離模式図

上記の方法で算出した1次遮蔽壁内のガンマ発熱量分布を基に、円筒形状に対する熱伝導方程式を解いて、温度分布を求めると、1次遮蔽壁（コンクリート）内での最高温度は、0° 角度方向の1次遮蔽壁（コンクリート）内面から約 [] の位置に現れ、約 [] である。1次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布を以下に示す。

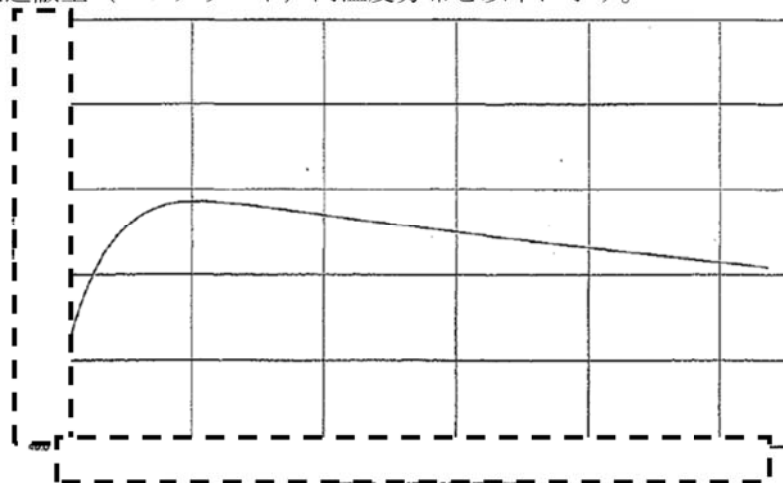
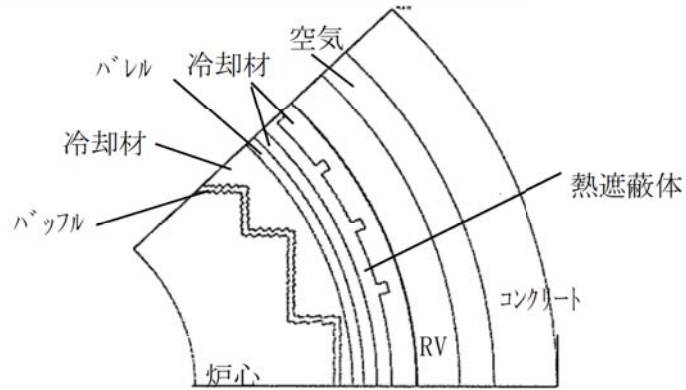


図7 一次遮蔽壁（コンクリート）内温度分布

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

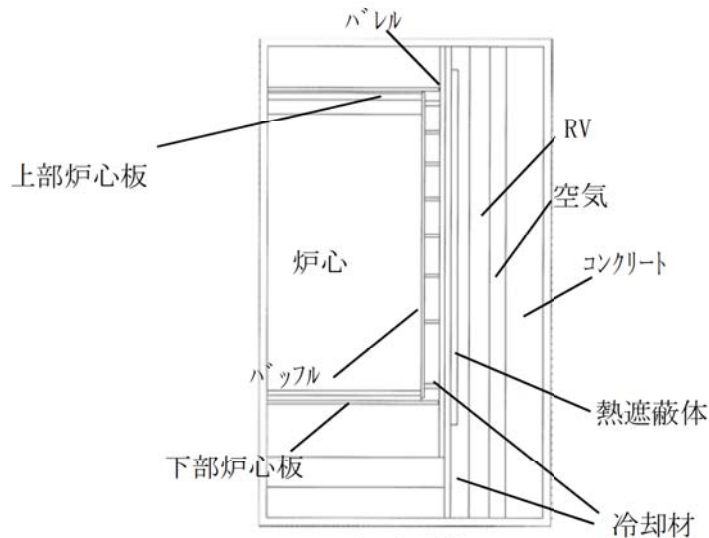
美浜3号炉ーコン&鉄骨ー11

<p>タイトル</p>	<p>1次遮蔽壁の中性子及びガンマ線の放射線照射量の算出方法、条件及び結果について</p>
<p>説明</p>	<p>1次遮蔽の放射線照射量は、1次遮蔽における中性子束 ($E > 0.11\text{MeV}$) 及びガンマ線量率を2次元輸送計算コードDORTにより算出し、運転時間を掛けることで中性子、ガンマ線照射量を求めている。</p> <p>DORTコードは、米国のオークリッジ国立研究所で開発された中性子輸送方程式を数値的に解くコードであり、入力パラメータは以下のとおりである。</p> <div data-bbox="475 891 1353 1249" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre> graph LR A[①物性値 (密度, 組成)] --> DORT[DORTコード] B[②遮蔽形状] --> DORT C[③線源スペクトルおよび線源分布] --> DORT D[④核分裂により発生する中性子スペクトル] --> DORT DORT --> E[中性子束 (n/cm²/s) ガンマ線量率 (rad/h)] </pre> </div> <p>1次遮蔽内の中性子束及びガンマ線量率は、炉心の水平断面形状 (R, θ 計算) を用いて、1次遮蔽の照射量が最大となる高さ位置の中性子束及びガンマ線量率を各々算出する。</p> <p>また、中性子束及びガンマ線量率の軸方向分布 ($\phi(z)$) は、水平断面形状 (R, θ 計算) で算出した中性子束及びガンマ線量率の最大値 (ϕ_{\max}) を垂直断面形状 (R, Z 計算) より算出した軸方向の補正係数 (fz) を用いて補正することで算出する。</p> $\phi(z) = \phi_{\max} \times fz$ <p>$\phi(z)$: 中性子束及びガンマ線量率の軸方向分布 ϕ_{\max} : 中性子束及びガンマ線量率の最大値 fz : 軸方向の補正係数</p> <p>1次遮蔽内の水平断面形状 (R, θ 計算) の評価では、下図に示すような形状を入力して、1次遮蔽の最大高さ位置の中性子束及びガンマ線量率を算出している。</p>



(R, θ) 形

また、1次遮蔽内の垂直断面形状 (R, Z計算) の評価では、下図に示すような形状を入力して、軸方向の補正係数 (fz) を算出している。



(R, Z) 形状

以上により算出した1次遮蔽内の中性子束及びガンマ線量率に対し、運転開始後60年時点における定格負荷運転年数 (EFPY*) を乗じ、1次遮蔽壁コンクリートが受ける照射量を算出した結果を下表に示す。

項目	解析結果	備考
中性子照射量	4.14×10^{19} (n/cm ²)	中性子照射量: E>0.11MeV
ガンマ線照射量	2.16×10^{10} (Rad)	

運転開始後60年時点における定格負荷運転年数については、2015年11月までは運転実績を用い、2015年12月から2016年11月は停止、2016年12月以降は設備利用率を80%と仮定して計算している。将来の運転年数は、過去の設備利用率を踏まえて保守的に設定しており、実際の照射量は解析で算出した照射量よりも小さくなると判断している。

*運転開始後60年時点における定格負荷運転年数の予測値

(~2015年11月: 実績値 1.1 EFPY (累積平均設備利用率約64%)

2015年12月~2016年11月: 停止 (工事計画認可申請では2017年12月まで停止予定)

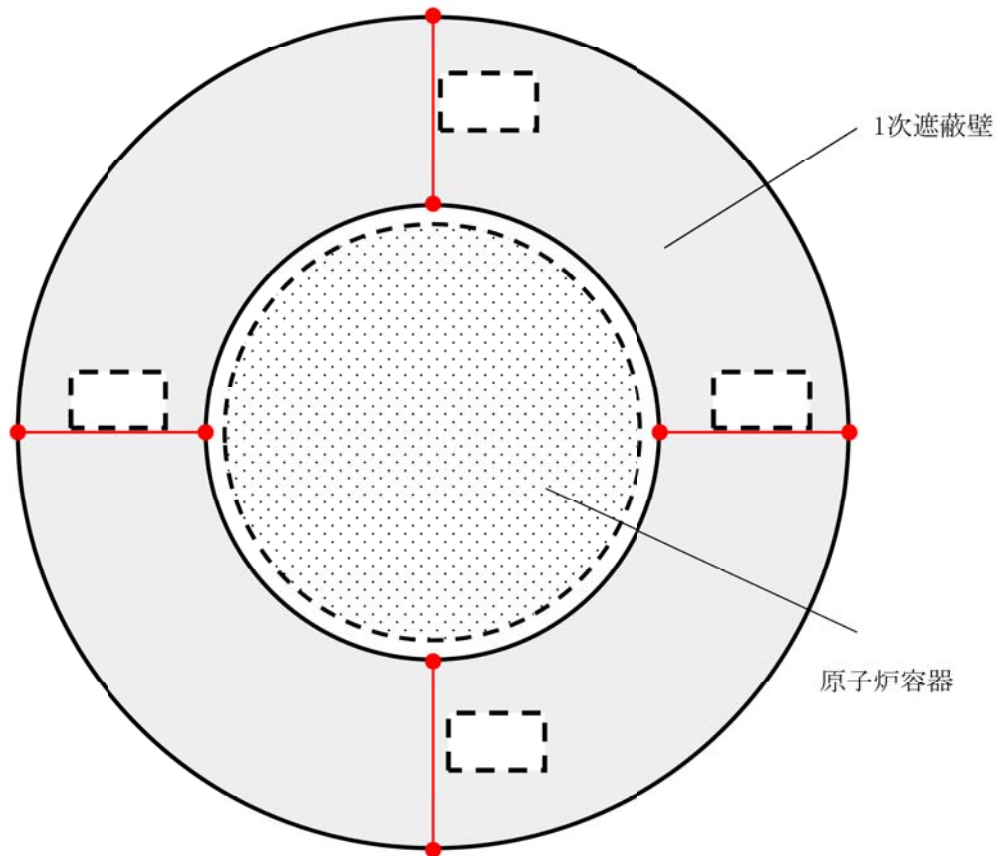
2016年12月~: 予測値 1.1 EFPY (設備利用率を80%と仮定)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

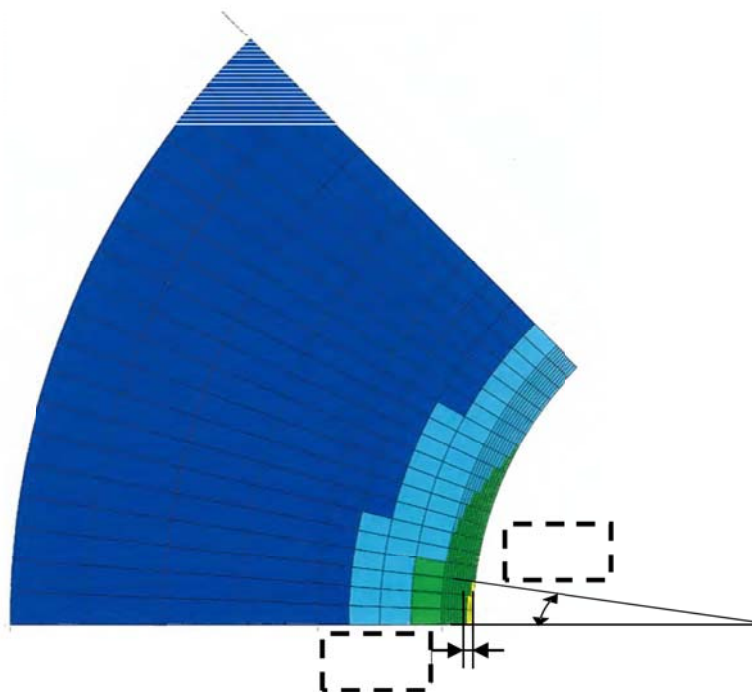
美浜3号炉ーコン&鉄骨ー12

<p>タイトル</p>	<p>1次遮蔽壁炉心側コンクリートの運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量が、目安値を超えても構造上問題とはならないとする根拠について</p>				
<p>説明</p>	<p>1. ガンマ線照射量が2×10^{10}radを超える範囲を添付ー1に示します。2×10^{10}radを超える範囲は、最大でも炉心中心部で深さ方向に約4cmであり、その断面積は [] で1次遮蔽壁コンクリート断面積 [] の約 [] です。</p> <p>2. 基準地震動による地震力を負担する断面に対して、ガンマ線照射量が2×10^{10}radを超える範囲を考慮し、構造健全性を評価した結果、以下のとおり最大せん断ひずみが基準値を下回っていることを確認した（添付ー2）。</p> <table border="1" data-bbox="467 1003 1270 1153"> <tr> <td>ガンマ線照射量が2×10^{10}radを超える範囲を考慮した最大せん断ひずみ</td> <td>基準値^{※1}</td> </tr> <tr> <td>約0.0865×10^{-3} ^{※2}</td> <td>2.0×10^{-3}</td> </tr> </table> <p>※1：(社)日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG 4601-1987) ※2：内部コンクリート（1次遮蔽壁を含む）の最大せん断ひずみを基に算出</p> <p>以上のように、照射の影響範囲が極めて限定的であること、および基準地震動による最大せん断ひずみが基準値を下回っていることから、構造強度上問題とはならないと判断した。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> <p>添付ー1 1次遮蔽壁におけるガンマ線照射量が2×10^{10}radを超える範囲 添付ー2 ガンマ線照射量が2×10^{10}radを超える範囲を考慮した基準地震動に対する最大せん断ひずみの算出</p>	ガンマ線照射量が 2×10^{10} radを超える範囲を考慮した最大せん断ひずみ	基準値 ^{※1}	約 0.0865×10^{-3} ^{※2}	2.0×10^{-3}
ガンマ線照射量が 2×10^{10} radを超える範囲を考慮した最大せん断ひずみ	基準値 ^{※1}				
約 0.0865×10^{-3} ^{※2}	2.0×10^{-3}				

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

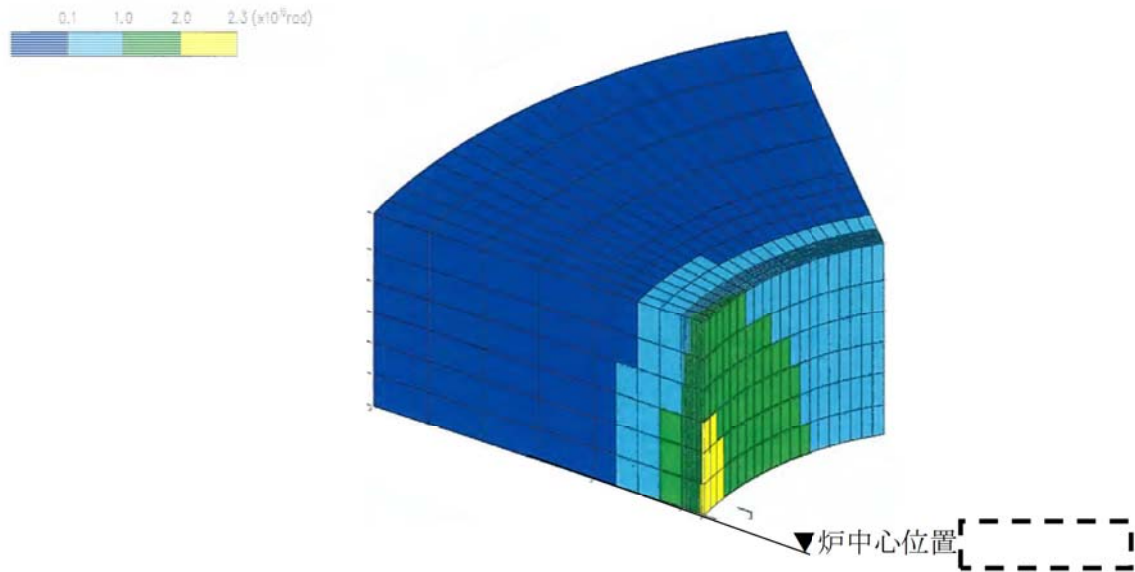


1次遮蔽壁平面模式図

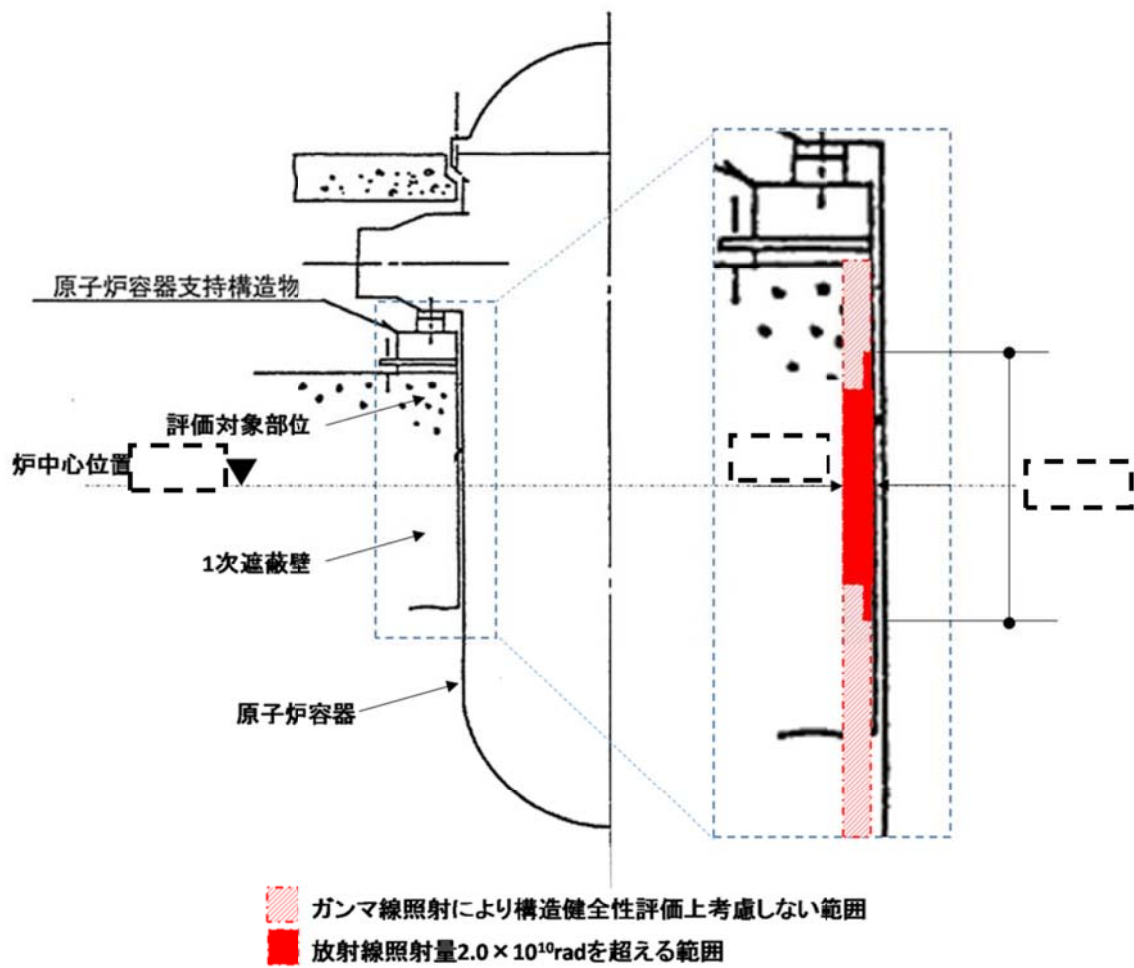


炉中心位置でのガンマ線照射線量当量分布

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



放射線照射量コンタ図 モデル全体



2.0×10^{10} radを超える範囲 (断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ガンマ線照射量が 2×10^{10} radを超える範囲を考慮した
基準地震動に対する最大せん断ひずみの算出

美浜発電所3号機の1次遮蔽壁において、ガンマ線照射量が 2×10^{10} radを超える範囲のコンクリートが欠損したと仮定し、その範囲のコンクリート強度を期待しない場合の、最大せん断ひずみ量についての検討を実施した。

(1) ガンマ線照射を考慮しない場合の最大せん断ひずみ

美浜発電所3号機の内部コンクリート（1次遮蔽壁含む）における、基準地震動に対する最大せん断ひずみは、 0.0863×10^{-3} です。

(出典：美浜発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果（原子力安全・保安院での審議状況の反映） 平成22年11月25日 関西電力株式会社）

(2) ガンマ線照射を考慮した場合の最大せん断ひずみ

せん断ひずみ γ は、以下の式で算出される。

$$\gamma = \tau / G$$

τ ：せん断応力

G ：せん断弾性係数

ここで、 τ ：せん断応力については、ガンマ線照射量が 2×10^{10} radを超える範囲のコンクリートが欠損したと仮定すると、断面積の比に反比例して増加する。

一方、 G ：せん断弾性係数は、コンクリートの物性値であることから、ガンマ線照射の影響がない範囲の値は照射後においても変化がないといえる。

したがって、ガンマ線照射を考慮した場合の最大せん断ひずみは、以下のとおり算出される。

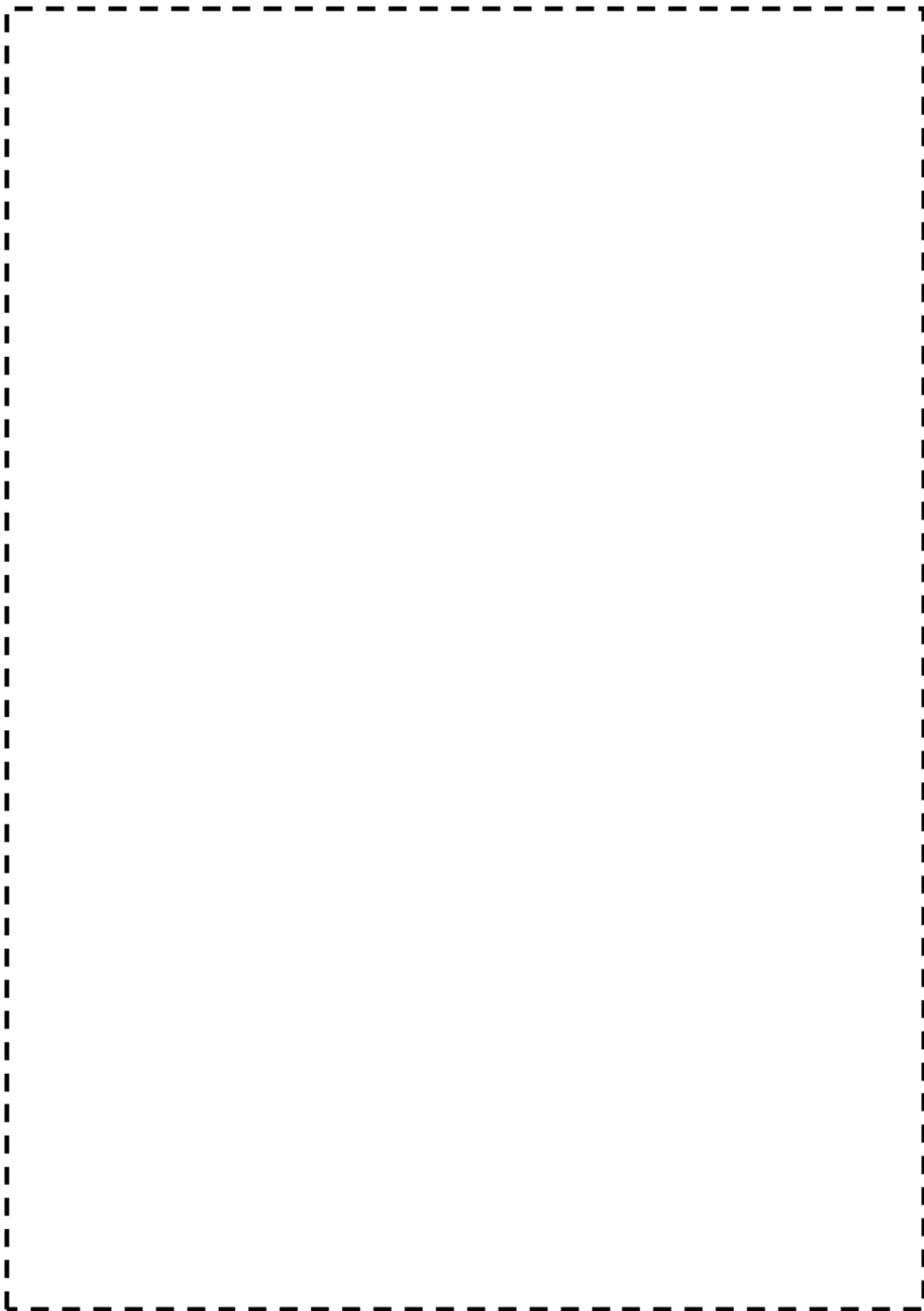
$$0.0863 \times 10^{-3} \times \left[\text{ } \right] = 0.08651 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow \underline{\underline{\text{約}0.0865 \times 10^{-3}}}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

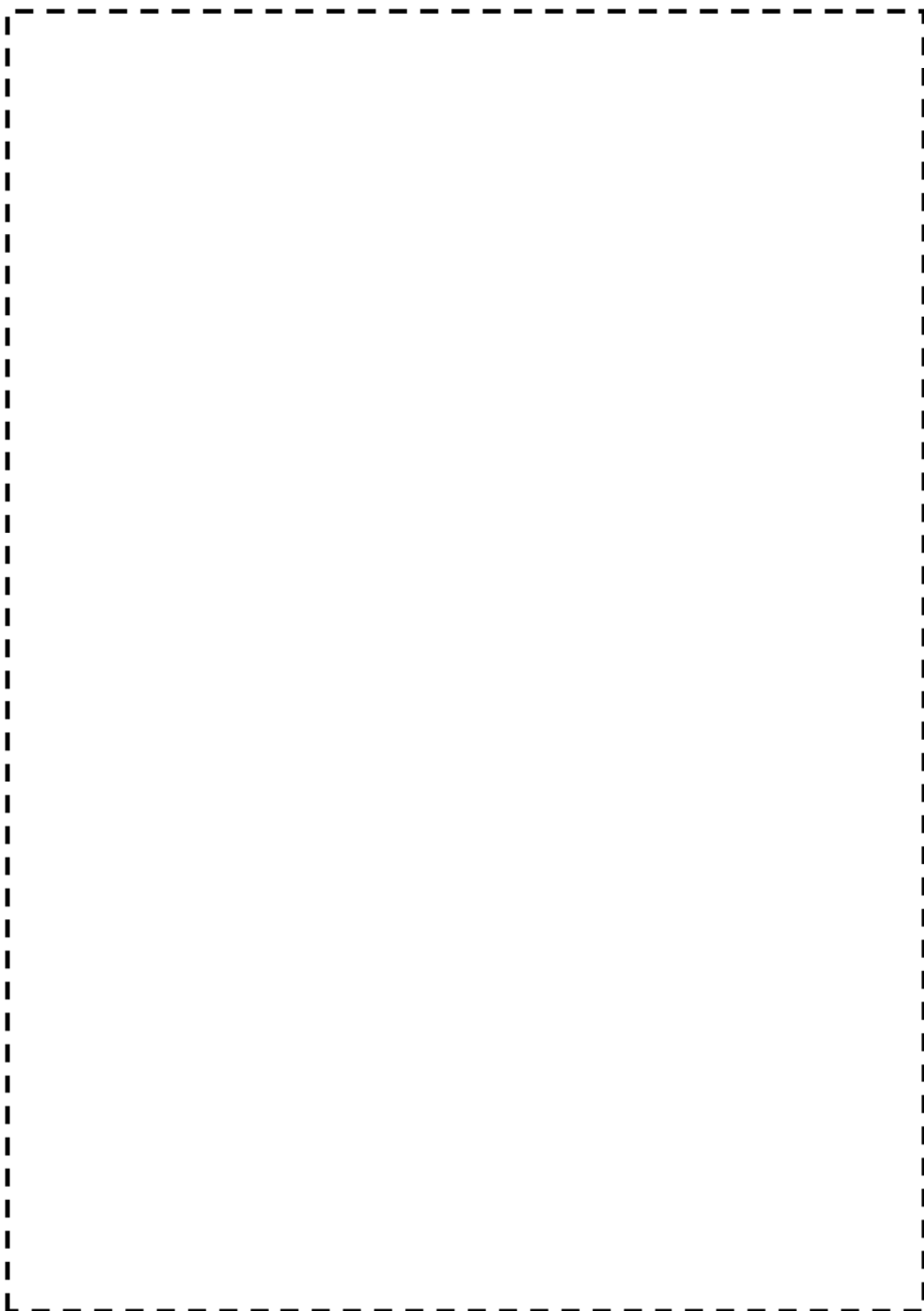
美浜3号炉－その他の経年劣化事象－14

<p>タイトル</p>	<p>(14-5-7頁) 被覆管の摩耗における、現状保全および落下試験の状況について。</p>
<p>説明</p>	<p>被覆管の摩耗については、 で摩耗深さが被覆管肉厚に達することから、摩耗深さが被覆管厚さに達する前の運転 て制御棒クラスタ全引き抜き位置を変更 し、さらに同じ時間経過するまでに計画して取替を実施している。結果を添付-1に示す。 また、 に落下試験を実施している。下記に落下試験の内容および判定基準を示す。結果を添付-2に示す。</p> <p>試験名：制御棒駆動系機能検査（定期事業者検査）</p> <p>内容： </p> <p>判定基準： </p>

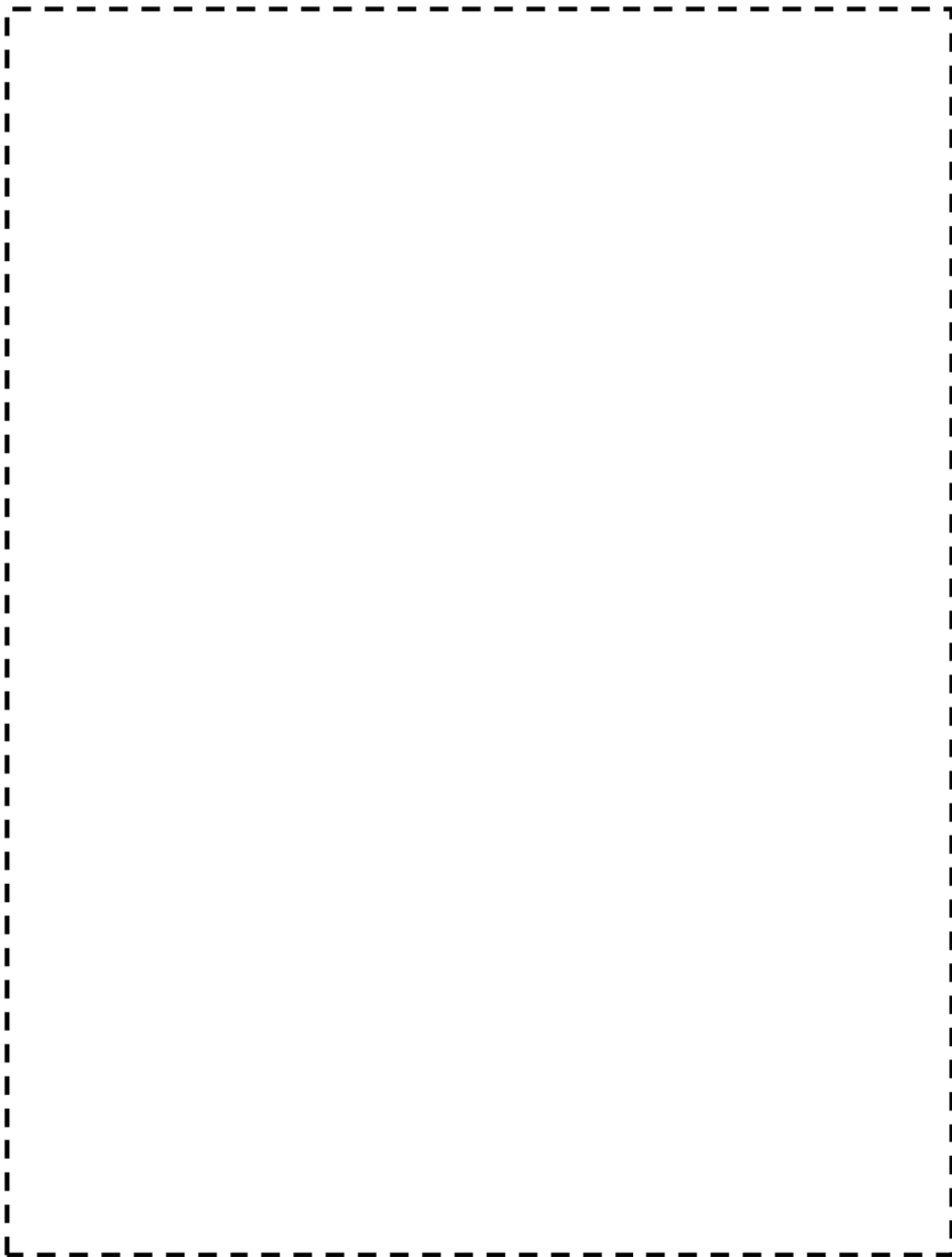
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

関西電力株式会社 美浜発電所

第3号機 第24保全サイクル

定期事業者検査成績書

設備名：計測制御系統設備
検査名：制御棒駆動系機能検査
要領書番号：M3-24-130

1. 発電所名 美浜発電所 第3号機
2. 検査名 制御棒駆動系機能検査
3. 申請番号 関原発 第323号 (平成21年11月12日)
4. 要領書番号 M3-24-130
5. 検査結果

検査項目	検査年月日	検査結果	検査実施責任者	摘要
機能・性能検査	平成22年3月19日	良		

添付-1 そう入検査記録

6. 特記事項
なし

7. その他添付資料

添付-2 検査実施体制表
添付-3 検査手順
添付-4 検査工程
添付-5 監視および検査等に使用する測定機器リスト
添付-6 監視および検査等に使用する監視機器リスト

そう入検査記録

検査年月日 平成22年 3月 19日

検査員 XXXXXXXXXX

グループ	バンク	サブグループ	制御クラス名	棒タ称	判定基準 (s)	そう入時間 (s)	結 果
停 止							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
						良	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

グループ	バンク	サブグループ	制御クラス名	棒タ称	判定基準 (s)	そう入時間 (s)	結 果
制 御							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良
							良

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉—その他の経年劣化事象—15

<p>タイトル</p>	<p>(14-6-19頁) ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れにおいて、使用環境での応力腐食割れの可能性および現状保全について。</p>
<p>説明</p>	<p>蒸発器胴側、濃縮液ポンプおよび配管の内部流体は濃縮廃液であり、塩化物イオン濃度が高く、かつ高温であるため、応力腐食割れが発生する可能性があると考えており、添付1に高経年化技術評価書の抜粋を示す。</p> <p>蒸発器胴側等については、定期的()に分解点検を行い、内面の目視確認を実施している。確認範囲は胴内面の全体としており、判定基準は損傷等、異常のないこととしている。割れに対しては、目視で判別可能なものを可能な限り見つけることとしている。</p> <p>また、蒸発器胴側等の漏えい確認については、分解点検後の最終確認として、内部の通水を実施し、フランジ部等から漏えいのないことを確認している。</p> <p>目視確認および漏えい確認記録を添付2に示す。</p> <p>なお、これまでに応力腐食割れによる不具合により補修を実施した実績はない。</p>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

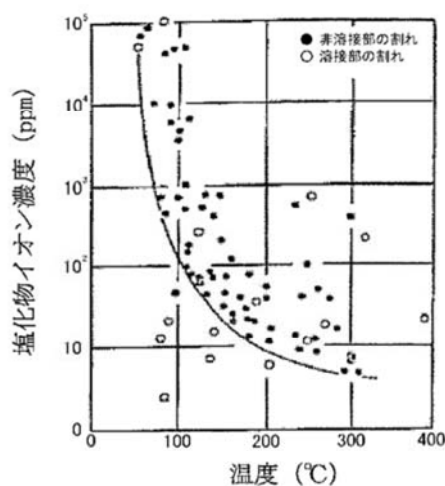
(4) ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ

蒸発器胴側、濃縮液ポンプおよび配管の内部流体は濃縮廃液であり、塩化物イオン濃度が高く、かつ高温であるため、応力腐食割れが発生する可能性がある。

応力腐食割れの発生要因は、腐食環境、材料、残留応力の3つが考えられる。腐食環境としては、塩化物イオン濃度、流体温度が支配的であり、応力腐食割れ発生の関係を図2.2-1に示す。

蒸発器等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより、塩化物イオン濃度が上昇することとなり、また、温度も約105℃となることから、応力腐食割れ発生の可能性は否定できない。

しかしながら、これまでの目視確認において有意な割れは認められていない。



注：下記出典では、「曲線は非溶接部の応力腐食割れの起る下限」とされている。

図2.2-1 18Cr-8Ni系ステンレス鋼の応力腐食割れ

に関する温度と塩化物イオン濃度との関係

[出典：総合技術センター「プラントの損傷事例と経年劣化・寿命予測法」]

現状保全として、蒸発器胴側等のステンレス鋼使用部位の応力腐食割れに対しては定期的に内面目視を、配管については系統機器分解点検時に内面目視を、また廃液蒸発器伝熱管については定期的に漏えい試験を実施し、有意な異常のないことを確認している。

したがって、今後も現状保全を継続することで、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。

B クラス	3-2001-21M150	関電	課長	係長	班長	係
	資料室保管		[Redacted]			

関西電力(株) 美浜発電所 3 号機

第 21 回 定 検 工 事

タービン主機他一般設備定期点検工事の内

工事件名 廃棄物処理設備定期点検工事

総括報告書兼定期点検工事記録

審査 及 び 認 可	美浜事業所 定検管理課(統括)		
	課長	係長	担当者
	[Redacted]		

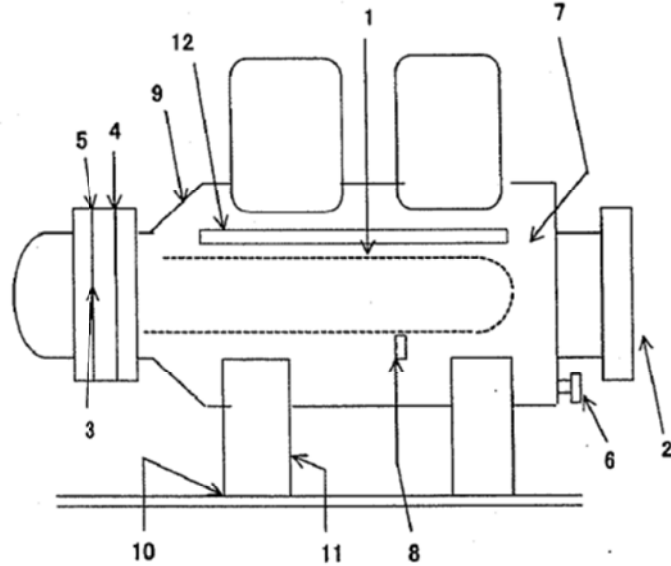
作成 認 可 確 認	定期検査工事請負会社:	
	作業所長	技術指導員
	[Redacted]	

工事コード
041P001420M150

作成 認 可 権	発行	美浜事業所				作成	平成 19 年 月 日	
	所長	副所長	次長	安全	品管	原紙保管	機械 課 機械C 係	
	[Redacted]						文書番号	M3-21-機C-0119-E
	異物	放管	課長	係長	係	配布先	関電	控 計 え 計
	[Redacted]							

美浜3号機
 廃棄物処理設備定期点検工事 日麻液蒸発装置蒸発器(1/3)

点検記録



74

No.	点検箇所	検査年月日	点検者	結果
1	加熱管	7/26		良
2	マンホール面	7/28		良
3	管板面	7/26		良
4	胴フランジ面	7/26		良
5	水室側フランジ面	7/26		良
6	電気ヒータフランジ面	7/28		良
7	内部状況	7/26		良
8	テストベース	7/28		良
9	外観	7/26		良
10	ボルト・ナット	7/26		良
11	サポートベース	7/26		良
12	ステンレス	7/28		良

判定基準: 各部の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び摩耗がないこと

判定年月日: H16.7.26 H16.7.28
 判定者: XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX
 判定結果: 合格 合格

点検項目	開放検査			
	開電	統括	品質	作業
区分	○	○	/	◎
月日	7/28	7/28	/	7/26/28
結果	✓	✓	/	✓
確認者	XXXXXXXXXX			

試運転検査記録(総合試運転中)

装置名: B廃液蒸発装置

検査項目	試 運 転 検 査			
	関電	統括	作業	品管
区分	◎	◎	◎	/
月日	8/6	8/6	8/6	
結果	✓	✓	✓	
確認者	[Redacted]			

(機 器 名) 点検内容	検査年月日	点検者	結 果	備 考
(A濃縮液ポンプ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(A蒸留水ポンプ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(B濃縮液ポンプ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(B蒸留水ポンプ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(No. 1精留塔)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(No. 2精留塔)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(蒸留水クーラ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(コンデンサ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(ベントコンデンサ)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
(蒸発器)				
1) 本体から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
2) フランジ部から漏れはないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	
3) 異音等異常はないか	4/16.8.6	[Redacted]	良	

判定基準: 各部より漏れ等、異常がないこと

判定年月日: 4/16.8.6

判定者: [Redacted]

判定結果: 合格

(点検結果の表示)

レ: 異常なし ▲: 異常あり

(区 分)

◎: 作業中同時立会 ○: 作業完了後立会 △: 作業記録の審査 /: 該当なし