

美浜3号炉-低サイクル疲労-2

|      |  |
|------|--|
| タイトル | 環境疲労評価を実施している機器・部位について、その評価手法及び疲労累積係数と地震による合計値について<br>(一)  |
| 説明   | 環境疲労評価を実施している機器・部位について、その評価手法（「係数倍法」、「簡易評価法」又は「詳細評価法」のいずれによるか）及び環境疲労評価による疲労累積係数と地震による疲労累積係数との合計値について添付に示す。 |

美浜3号炉 低サイクル疲労評価結果一覧表 (1 / 3)

| 評価対象機器 |                        | 健全性評価 (運転開始後60年時点 <sup>1)</sup> の疲労累積係数) |                         |                   |       |                  |          |            |    |
|--------|------------------------|--|-------------------------|-------------------|-------|------------------|----------|------------|----|
| 機種・機器名 | 部 位                    | 設計<br>評価 <sup>2)</sup>                   | 環境中<br>評価 <sup>3)</sup> | 耐震評価              |       | 合計 <sup>4)</sup> | 評価<br>手法 | 評価点<br>の相違 |    |
| 容器     | 原子炉<br>容 器             | 冷却材入口管台                                  | 0.038                   | 0.001<br>※1       | Sd    | 0.000            | 0.038    | 詳細<br>評価   | あり |
|        |                        |  |                         |                   | Ss    | 0.000            | 0.038    |            |    |
|        |                        | 冷却材出口管台                                  | 0.047                   | 0.001<br>※1       | Sd    | 0.000            | 0.047    | 詳細<br>評価   | あり |
|        |                        |  |                         |                   | Ss    | 0.001            | 0.048    |            |    |
|        |                        | 蓋用管台                                     | 0.113                   | 0.002<br>※1       | Sd    | 0.000            | 0.113    | 詳細<br>評価   | あり |
|        | Ss                     |  |                         |                   | 0.000 | 0.113            |          |            |    |
|        | 炉内計装筒                  | 0.140                                    | 0.006<br>※1             | Sd                | 0.001 | 0.141            | 詳細<br>評価 | あり         |    |
|        | Ss                     | 0.002                                    | 0.142                   |                   |       |                  |          |            |    |
|        | 炉心支持金物および<br>炉心支持金物取付部 | 0.006                                    | 0.000<br>※1             | Sd                | 0.000 | 0.006            | 詳細<br>評価 | あり         |    |
|        |                        |  |                         | Ss                | 0.002 | 0.008            |          |            |    |
| 加圧器    | スプレイライン用管台             | 0.089                                    | 0.022<br>※2<br>※4       | Sd                | 0.000 | 0.089            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        | Ss                     | 0.000                                    | 0.089                   |                   |       |                  |          |            |    |
| サージ用管台 | 0.017                  | 0.048<br>※1                              | Sd                      | 0.000             | 0.048 | 詳細<br>評価         | あり       |            |    |
|        |                        |  | Ss                      | 0.001             | 0.049 |                  |          |            |    |
| 配管     | ステン<br>レス鋼<br>配管       | 余熱除去系統配管                                 | 0.001                   | 0.020             | Sd    | 0.000            | 0.020    | 係数<br>倍法   | なし |
|        |                        |  |                         |                   | Ss    | 0.001            | 0.021    |            |    |
|        |                        | 加圧器サージ配管                                 | 0.011                   | 0.003<br>※2<br>※4 | Sd    | 0.000            | 0.011    | 詳細<br>評価   | なし |
|        | Ss                     |  |                         |                   | 0.001 | 0.012            |          |            |    |
|        | 加圧器スプレ配管               | 0.005                                    | 0.150<br>※3<br>※4       | Sd                | 0.000 | 0.150            | 詳細<br>評価 | あり         |    |
| Ss     | 0.000                  | 0.150                                    |                         |                   |       |                  |          |            |    |

美浜3号炉 低サイクル疲労評価結果一覧表 (2 / 3)

| 評価対象機器 |                 | 健全性評価 (運転開始後60年時点 <sup>1)</sup> の疲労累積係数) |                         |       |    |                  |          |            |    |
|--------|-----------------|--|-------------------------|-------|----|------------------|----------|------------|----|
| 機種・機器名 | 部 位             | 設計<br>評価 <sup>2)</sup>                   | 環境中<br>評価 <sup>3)</sup> | 耐震評価  |    | 合計 <sup>4)</sup> | 評価<br>手法 | 評価点<br>の相違 |    |
| 配管     | 炭素鋼<br>配 管      | 主給水系統配管                                  | 0.047                   | 0.209 | Sd | 0.019            | 0.228    | 係数<br>倍法   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.725            | 0.934    |            |    |
|        | 1次冷<br>却材管      | ホットレグ                                    | 0.001                   | 0.001 | Sd | 0.001            | 0.002    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.006            | 0.007    |            |    |
|        |                 | クロスオーバーレグ                                | 0.002                   | 0.009 | Sd | 0.000            | 0.009    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.009    |            |    |
|        |                 | コールドレグ                                   | 0.001                   | 0.003 | Sd | 0.000            | 0.003    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.001            | 0.004    |            |    |
|        |                 | 加圧器サージライン<br>用管台                         | 0.154                   | 0.400 | Sd | 0.001            | 0.401    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.020            | 0.420    |            |    |
|        |                 | 安全注入系ライン<br>用管台                          | 0.006                   | 0.013 | Sd | 0.001            | 0.014    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.003            | 0.016    |            |    |
|        |                 | 化学体積制御系ライン<br>用管台                        | 0.004                   | 0.018 | Sd | 0.000            | 0.018    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.018    |            |    |
| 弁      | 仕切弁             | 余熱除去ポンプ入口弁                               | 0.006                   | 0.153 | Sd | 0.000            | 0.153    | 簡易<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.153    |            |    |
|        | 玉形弁             | 抽出水第1しゃ断弁                                | 0.026                   | 0.535 | Sd | 0.000            | 0.535    | 簡易<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.535    |            |    |
|        | スイン<br>グ逆止<br>弁 | 原子炉容器連絡逆止弁                               | 0.008                   | 0.089 | Sd | 0.000            | 0.089    | 簡易<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.089    |            |    |
|        | リフト<br>逆止弁      | 加圧器補助スプレライン<br>逆止弁                       | 0.003                   | 0.023 | Sd | 0.000            | 0.023    | 簡易<br>評価   | なし |
|        |                 |  |                         |       | Ss | 0.000            | 0.023    |            |    |

美浜3号炉 低サイクル疲労評価結果一覧表 (3 / 3)

| 評価対象機器 |            | 健全性評価 (運転開始後60年時点 <sup>1)</sup> の疲労累積係数) |                         |             |       |                  |          |            |    |
|--------|------------|--|-------------------------|-------------|-------|------------------|----------|------------|----|
| 機種・機器名 | 部 位        | 設計<br>評価 <sup>2)</sup>                   | 環境中<br>評価 <sup>3)</sup> | 耐震評価        |       | 合計 <sup>4)</sup> | 評価<br>手法 | 評価点<br>の相違 |    |
| ポンプ    | 余熱除去ポンプ    | ケーシング                                    | 0.036                   | 0.027<br>※1 | Sd    | 0.000            | 0.036    | 詳細<br>評価   | あり |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.000            | 0.036    |            |    |
|        | 1次冷却材ポンプ   | ケーシング脚部                                  | 0.176                   | 0.095<br>※1 | Sd    | 0.000            | 0.176    | 詳細<br>評価   | あり |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.001            | 0.177    |            |    |
|        |            | ケーシング吐出ノズル                               | 0.017                   | 0.243       | Sd    | 0.000            | 0.243    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.000            | 0.243    |            |    |
|        | ケーシング吸込ノズル | 0.001                                    | 0.001                   | Sd          | 0.000 | 0.001            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.000 | 0.001            |          |            |    |
| 熱交換器   | 再生クーラ      | 管板                                       | 0.165                   | 0.210       | Sd    | 0.000            | 0.210    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.000            | 0.210    |            |    |
|        | 余熱除去クーラ    | 管板                                       | 0.032                   | 0.044       | Sd    | 0.000            | 0.044    | 詳細<br>評価   | なし |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.000            | 0.044    |            |    |
|        | 蒸気発生器      | 管板廻り                                     | 0.095                   | 0.094<br>※1 | Sd    | 0.000            | 0.095    | 詳細<br>評価   | あり |
|        |            |  |                         |             | Ss    | 0.000            | 0.095    |            |    |
|        | 給水入口管台     | 0.073                                    | 0.317<br>※3<br>※4       | Sd          | 0.036 | 0.353            | 詳細<br>評価 | あり         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.179 | 0.496            |          |            |    |
| 炉内構造物  | 上部炉心支持板    | 0.001                                    | 0.002                   | Sd          | 0.000 | 0.002            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.000 | 0.002            |          |            |    |
|        | 上部炉心支持柱    | 0.001                                    | 0.001                   | Sd          | 0.000 | 0.001            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.001 | 0.002            |          |            |    |
|        | 下部炉心支持板    | 0.001                                    | 0.001                   | Sd          | 0.000 | 0.001            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.000 | 0.001            |          |            |    |
|        | 下部炉心支持柱    | 0.001                                    | 0.001                   | Sd          | 0.000 | 0.001            | 詳細<br>評価 | なし         |    |
|        |            |  |                         | Ss          | 0.001 | 0.002            |          |            |    |



- 1) 運転開始後60年時点の各過渡条件の繰返し回数は、運転実績に基づく2011年3月末時点の過渡回数を用いて、今後も同様な運転を続けたと仮定して推定した。  
未取替機器：60年時点過渡回数 = 運開後実績過渡回数 + (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) × 1.5 × 残年数  
取替機器（原子炉容器蓋用管台、スタッドボルト、蒸気発生器）：60年時点過渡回数 = 取替後実績過渡回数 + (未取替機器の1年間当たり平均過渡回数) × 1.5 × 残年数
- 2) 社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」JSME S NC1-2005/2007（炉内構造物を除く）、JSME S NC1-2012（炉内構造物）に基づいて評価した。
- 3) 社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法」JSME S NF1-2009に基づいて評価した。  
高温水に接液している評価点を対象として、評価方法は余熱除去系統配管と主給水系統配管は係数倍法、弁では簡易評価手法、他は詳細評価手法にて評価した。
- 4) 合計の疲労累積係数は評価対象機器の設計評価、環境中評価を通じて得られた疲労累積係数のうち最大となる点に対して、地震動による疲労累積係数を加算して算出した。

- ※1：接液環境にあり、かつ疲労評価上最も厳しい箇所について評価を実施しており、設計・建設規格の疲労評価対象箇所と異なる。
- ※2：設計評価と環境中評価の評価点は同じであるが、環境中評価は熱成層を考慮しているため、評価モデルが異なる。
- ※3：環境中評価は熱成層を考慮したモデルを用いている。また、熱成層を考慮した応力評価の結果最も厳しい箇所について評価しており、設計・建設規格の疲労評価対象箇所と異なる。
- ※4：熱成層を考慮した通常UFと熱成層を考慮した環境UFは下記の通り。

|              | 熱成層を考慮した通常UF | 熱成層を考慮した環境UF |
|--------------|--------------|--------------|
| 加圧器スプレライン用管台 |              | 0.022        |
| 加圧器サージ配管     |              | 0.003        |
| 加圧器スプレ配管     |              | 0.150        |
| 蒸気発生器給水入口管台  |              | 0.317        |

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—10 rev 1

| <p>タイトル</p>       | <p>加圧器本体スプレイライン用管台等の疲労累積係数の算出根拠について<br/>(4-2.2-16頁)</p>   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
|-------------------|---|------------|-------------------|------|--|------|--|-----|--|-----|--|------|----|------------|------|-------------------|--|--|------------------|--|--|--------------|--|--|
| <p>説明</p>         | <p>加圧器本体スプレイライン用管台及びサージ用管台の疲労累積係数以下に示す。</p> <p>1. 解析モデル<br/>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="459 801 1294 1084"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>ABAQUS Ver. 6.3-1</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>解析モデルを添付1に示す。</p> <p>2. 材料物性値<br/>材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="432 1236 1366 1608"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">材料</th> <th>設計応力 (MPa)</th> </tr> <tr> <th>345℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スプレイライン用管台、サージ用管台</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スプレイライン用管台セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>サージ用管台セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>3. 最大評価点の選定<br/>解析モデル上の評価点は、構造不連続部等において応力が大きくなる評価断面を抽出しており、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。<br/>スプレイライン用管台については、熱成層による影響を考慮しており、接液部位で疲労累積係数が最大となる点について、環境疲労評価を実施している。<br/>サージ用管台については熱成層が発生しないが、管台に作用する外荷重は、各過渡の中で最高温度となり、最大荷重となる条件を評価に用いることにより、サージ配管の熱成層を考慮した外荷重より厳しい条件で評価をおこなっている。<br/>解析モデル上の評価結果及び最大評価点の選定結果を、添付2に示す。</p> | 解析プログラム    | ABAQUS Ver. 6.3-1 | 要素種類 |  | 要素次数 |  | 要素数 |  | 節点数 |  | 評価部位 | 材料 | 設計応力 (MPa) | 345℃ | スプレイライン用管台、サージ用管台 |  |  | スプレイライン用管台セーフエンド |  |  | サージ用管台セーフエンド |  |  |
| 解析プログラム           | ABAQUS Ver. 6.3-1   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| 要素種類              |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| 要素次数              |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| 要素数               |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| 節点数               |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| 評価部位              | 材料  | 設計応力 (MPa) |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
|                   |   | 345℃       |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| スプレイライン用管台、サージ用管台 |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| スプレイライン用管台セーフエンド  |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |
| サージ用管台セーフエンド      |   |            |                   |      |  |      |  |     |  |     |  |      |    |            |      |                   |  |  |                  |  |  |              |  |  |

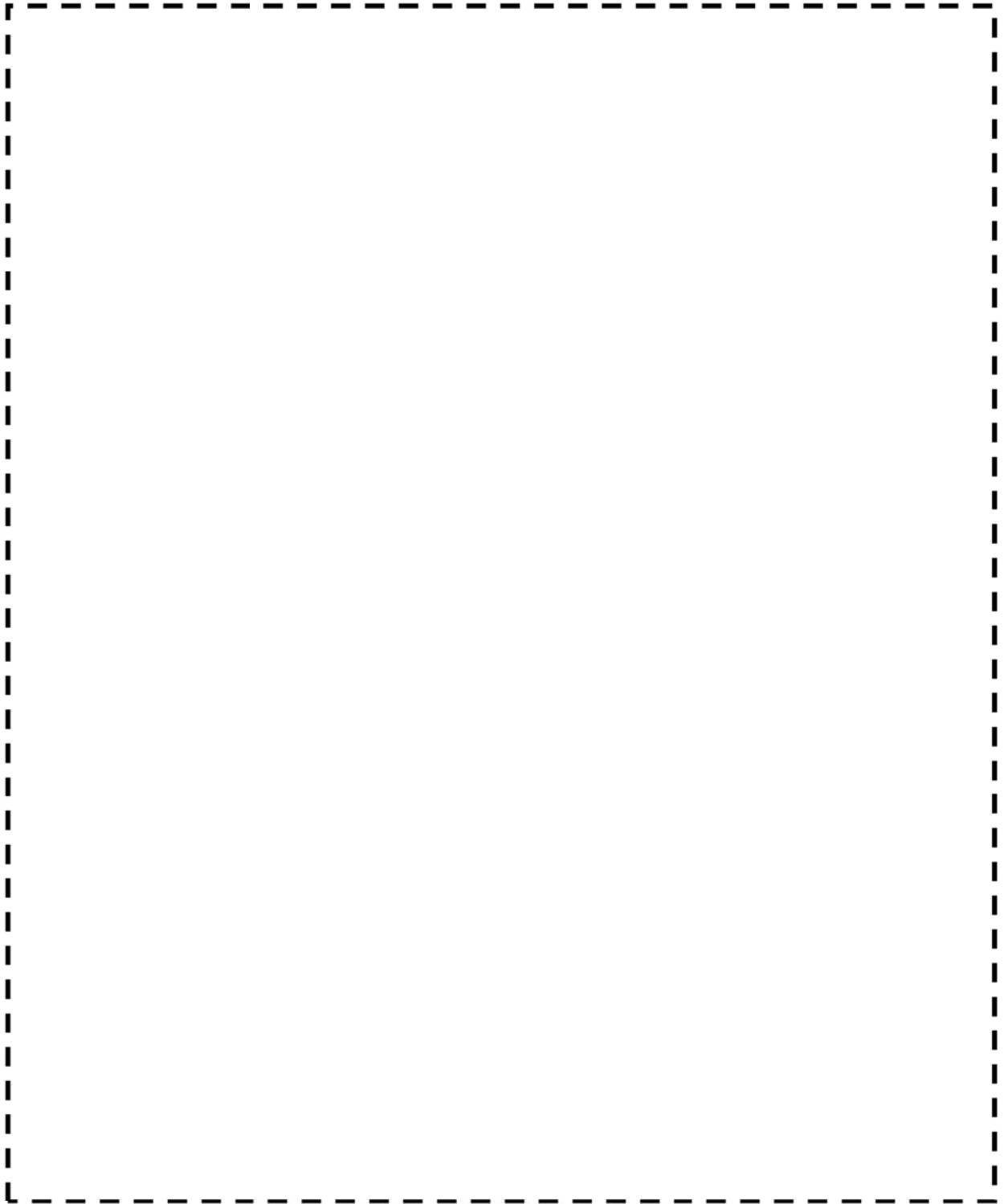
#### 4. 応力分類

評価における荷重の組み合わせを以下に示します。また、応力フローを添付3に示す。

| 状 態       | 荷重の組合せ          |
|-----------|-----------------|
| 供用状態 A, B | 圧力+熱過渡+自重+熱膨張荷重 |

#### 5. $K_e$ 係数および環境評価パラメータ

評価に用いた  $K_e$  係数および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。



加圧器 スプレイライン用管台 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



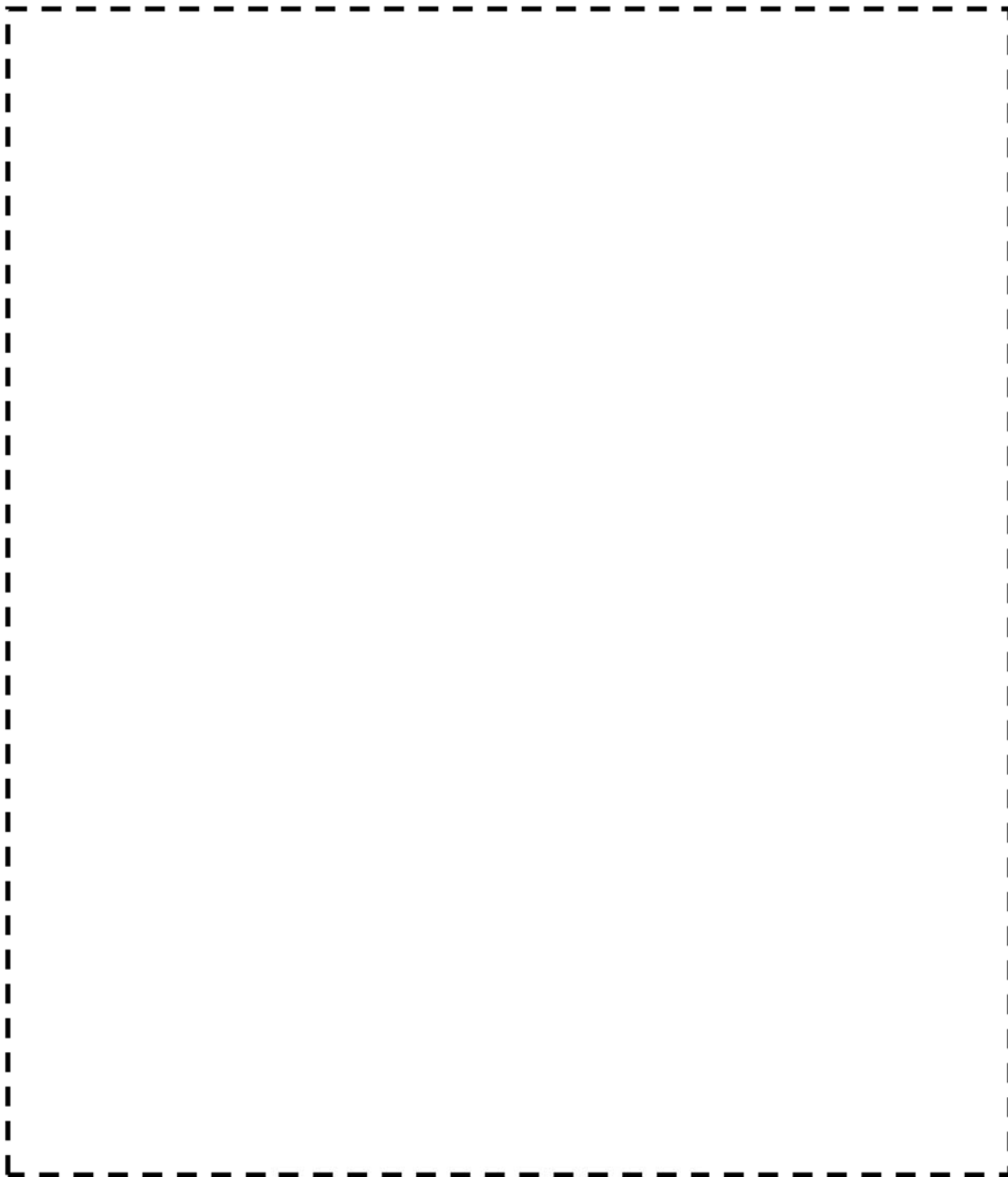
加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (全体図)



加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (断面図)

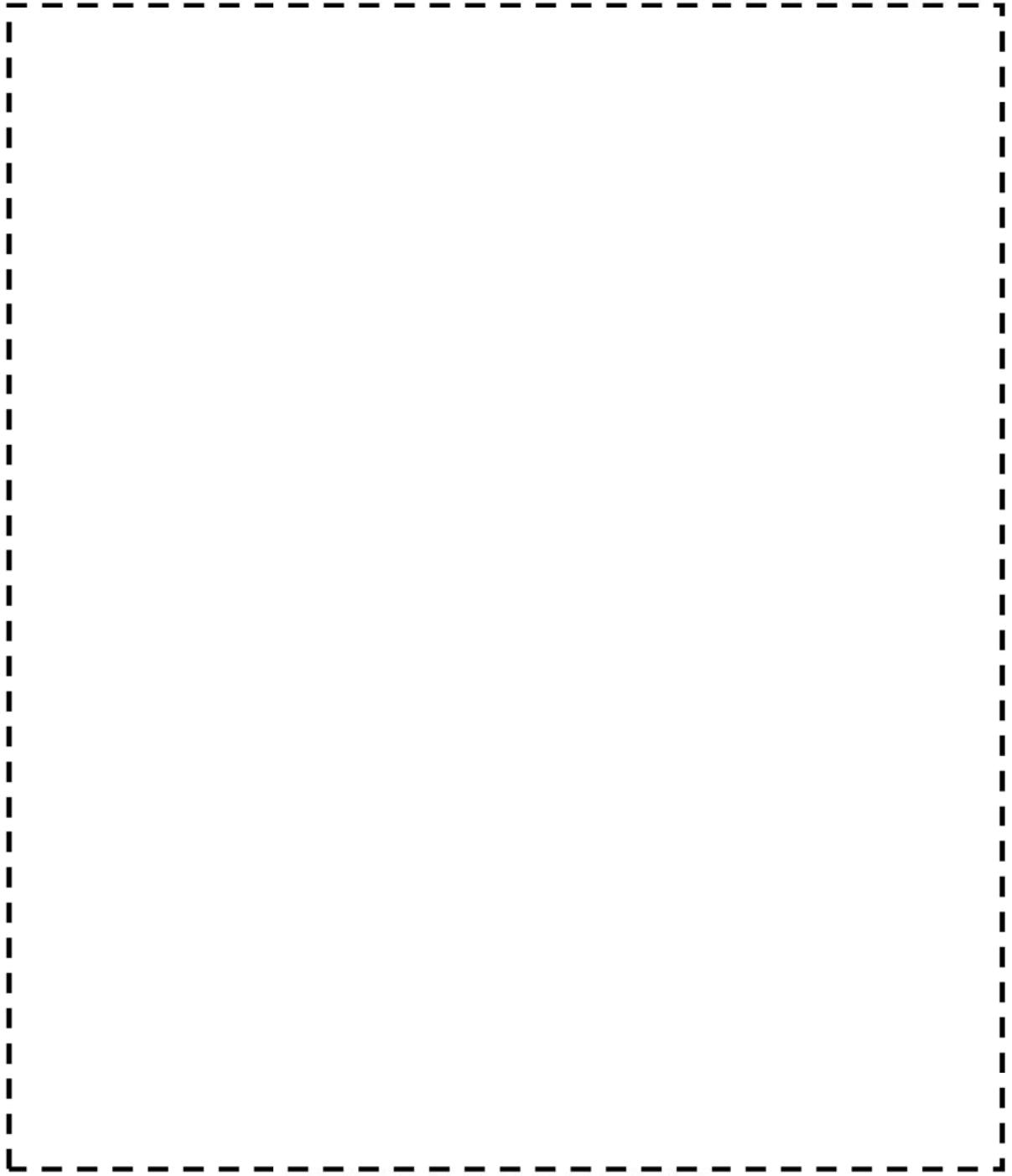
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません





加圧器 サージ用管台 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



加圧器 スプレイライン用管台 評価点

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

## スプレイライン用管台 最大評価点の選定

| 評価点 | U(S12) | U(S23) | U(S31) |
|-----|--------|--------|--------|
| 1   |        |        |        |
| 2   |        |        |        |
| 3   |        |        |        |
| 4   |        |        |        |
| 5   |        |        |        |
| 6   |        |        |        |
| 7   |        |        |        |
| 8   |        |        |        |
| 9   |        |        |        |
| 10  |        |        |        |
| 11  |        |        |        |
| 12  |        |        |        |
| 13  |        |        |        |
| 14  |        |        |        |
| 15  |        |        |        |
| 16  |        |        |        |
| 17  |        |        |        |
| 18  |        |        |        |

許容値  $U_f=1.0$ 

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

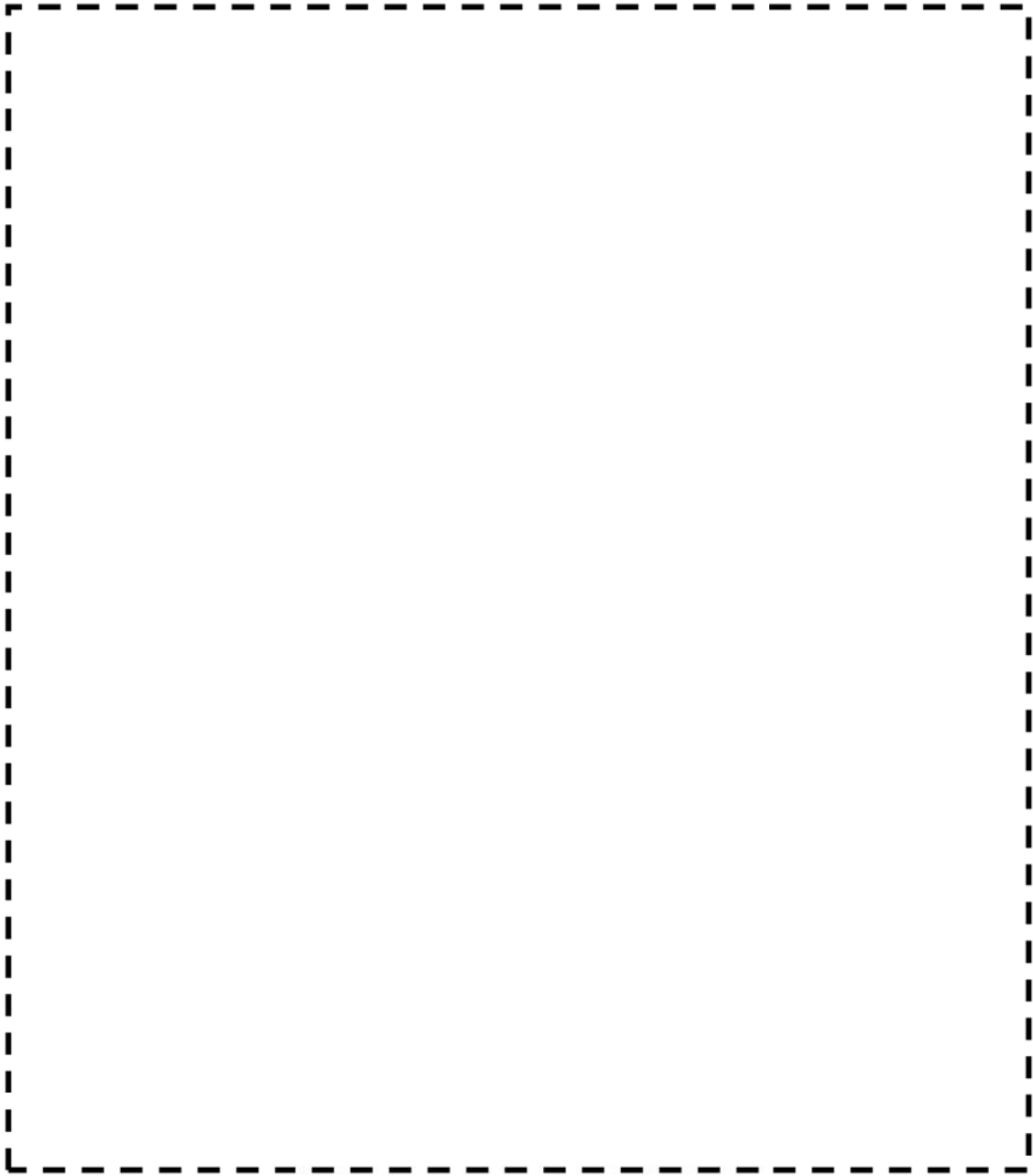
スプレイライン管台 疲労評価結果 (評価点 : 15)

| 応力強さ (単位 : MPa) |     |    |     |      | 繰返し回数 |    | 疲労係数<br>(=N/N*)  |
|-----------------|-----|----|-----|------|-------|----|------------------|
| 極大値             | 極小値 | Ke | ALT | ALT' | N     | N* |                  |
|                 |     |    |     |      |       |    | 疲労累積係数 = 0.08808 |

- Ke : 割増し係数
- ALT : 繰返しピーク応力強さ
- ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値
- N : 設計繰返し回数
- N\* : 許容繰返し回数

→通常UF : 0.089

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



加圧器サージ管台 評価点

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



## 加圧器サージ管台 最大評価点の選定

| 評価点 | U(S12) | U(S23) | U(S31) |
|-----|--------|--------|--------|
| 1   |        |        |        |
| 2   |        |        |        |
| 3   |        |        |        |
| 4   |        |        |        |
| 5   |        |        |        |
| 6   |        |        |        |
| 7   |        |        |        |
| 8   |        |        |        |
| 9   |        |        |        |
| 10  |        |        |        |
| 11  |        |        |        |
| 12  |        |        |        |
| 13  |        |        |        |
| 14  |        |        |        |
| 15  |        |        |        |
| 16  |        |        |        |
| 17  |        |        |        |
| 18  |        |        |        |
| 19  |        |        |        |
| 20  |        |        |        |
| 21  |        |        |        |
| 22  |        |        |        |

許容値  $U_f = 1.0$ 

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

## 加圧器サージ管台 疲労評価結果 (評価点 : 19)

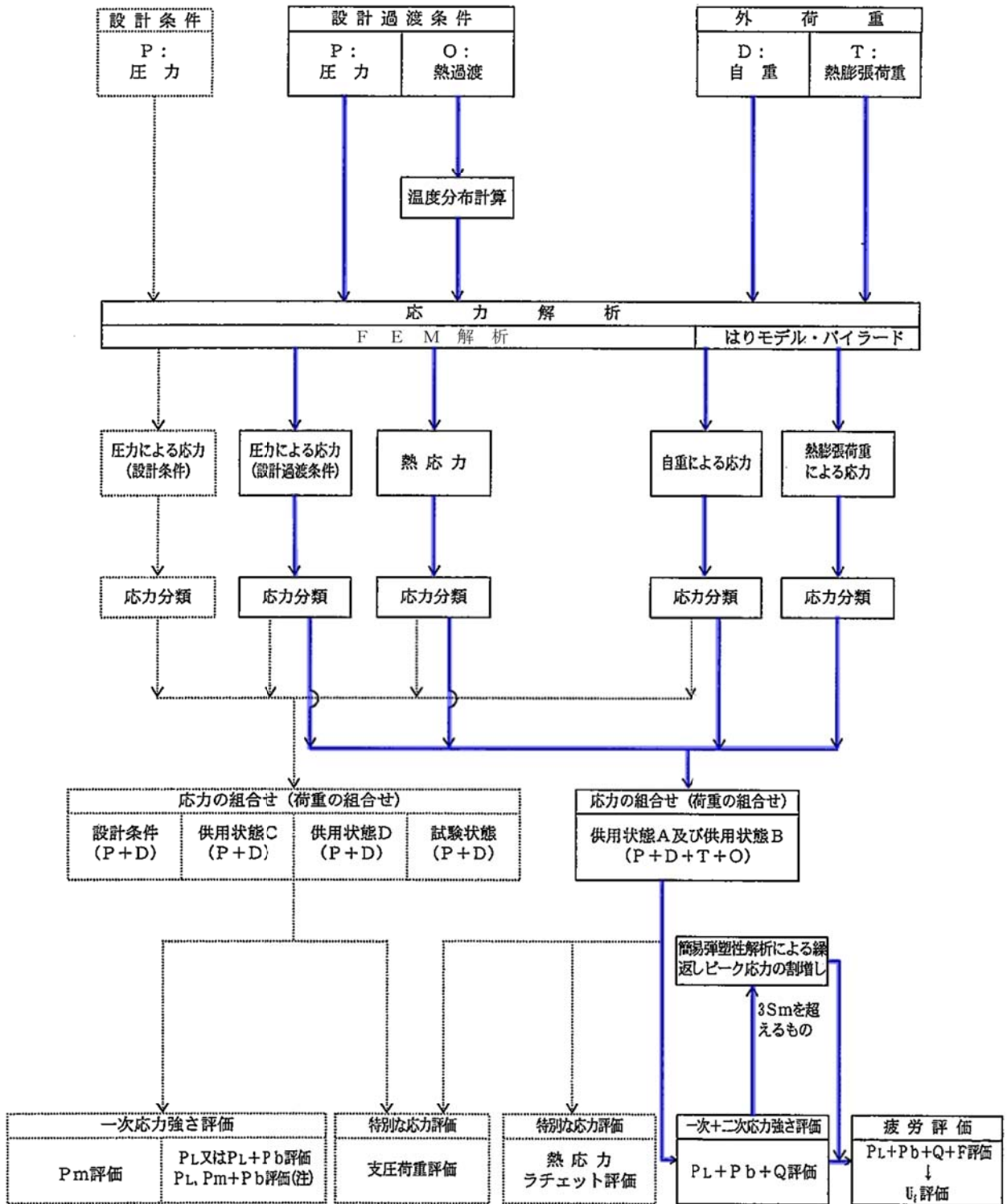
| 応力強さ (単位 : MPa) |     |    |     |      | 繰返し回数 |    | 疲労係数    |
|-----------------|-----|----|-----|------|-------|----|---------|
| 極大値             | 極小値 | Ke | ALT | ALT' | N     | N* | (=N/N*) |
| 疲労累積係数 =        |     |    |     |      |       |    | 0.01635 |

→通常UF : 0.017

- Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数

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

応力評価フロー



(注) 試験状態に適用  
(.....部分は本評価では対象外)

3Sm以下

Ke 係数と環境疲労パラメータ (詳細評価手法)

【スプレイライン管台 (評価点 : 3)】

| 過渡条件<br>記号   |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数 | 許容繰返し<br>回数 | 疲労累積係数 | 環境効果<br>補正係数 | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数 |
|--------------|---|-------------------|------|------------|----------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|---------------------|
| A            | B | smax              | smin | KE         | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' | n         | n*          | u      | fen          | uen                 |
| 合計 : 0.02149 |   |                   |      |            |                |              |           |             |        |              |                     |

→環境UF : 0.022

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

## 【サージライン管台（評価点：1）】

| 過渡条件<br>記号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数 | 許容繰返し<br>回数 | 疲労累積係数 | 環境効果<br>補正係数 | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数 |
|------------|---|-------------------|------|------------|----------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|---------------------|
| A          | B | smax              | smin | KE         | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' | n         | n*          | u      | fen          | uen                 |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        |              |                     |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        | 合計：          | 0.04718             |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt' $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

→環境UF : 0.048

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) スプレイン管用管台

a. 過渡2E2[1次系冷却系の異常な減圧] - 2E2[1次系冷却系の異常な減圧]

b. 過渡1B8[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)] - 1B7[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)]

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 1A6 [起動時の冷水注入 (温度差 15°C)] - 1B6 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)]

d. 過渡 1B3 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)] - 1B5 [停止時の冷水注入 (2.66MPa 以下) (温度差 110°C)]

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) サージライン用管台

a. 過渡2G1[出力運転中の非常用~~炬心~~冷却系の誤起動] - 2H1[1次系冷却系停止ループの誤起動]

b. 過渡NSS-1B2[停止時の冷水注入]

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2D3[100%からの原子炉トリップ(Ⅲ)不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]-1B2[停止時の冷水注入]

d. 過渡1C1[負荷上昇(負荷上昇率5%/min)]-1B2[停止時の冷水注入]

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2B1[外部電源喪失]-1B2[停止時の冷水注入]

f. 過渡1A2[起動時の冷水注入]-1B2[停止時の冷水注入]

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



g. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 1A2[起動時の冷水注入]

h. 過渡1L1[1ループ停止 / 1ループ起動(I)停止] - 1A2[起動時の冷水注入]

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

i. 過渡IDI[負荷減少(負荷減少率5%/min)]-1A2[起動時の冷水注入]



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 1 rev1

|             |   |
|-------------|---|
| <p>タイトル</p> | <p>抽出ライン貫通部、主蒸気・主給水ライン貫通部の疲労累積係数の算出根拠について<br/>(4-3. 2-36頁)</p>  |
| <p>説明</p>   | <p>抽出ライン貫通部の疲労累積係数は、配管解析から当該部位に加わる負荷を算出し、材料力学公式（参考文献：Formulas for Stress and Strain Raymond J. Roark他著）と、PVE-3100に準じてPVB-3130の応力集中係数にかかわる規定を用いた疲労評価により算出している。<br/>抽出ライン貫通部の仕様と、疲労評価結果を添付－1に示す。</p> <p>主蒸気・主給水ライン貫通部の疲労累積係数は、配管解析から当該部位の発生変位を算出し、「Kellogg」の計算式とPVE-3810の疲労評価にかかわる規定を用いて算出している。<br/>主蒸気・主給水ライン貫通部の仕様と、疲労評価結果を添付－2に示す。</p> |

抽出ライン配管貫通部の基本寸法箇所と仕様（形状、材料）を図1、表1に示す。

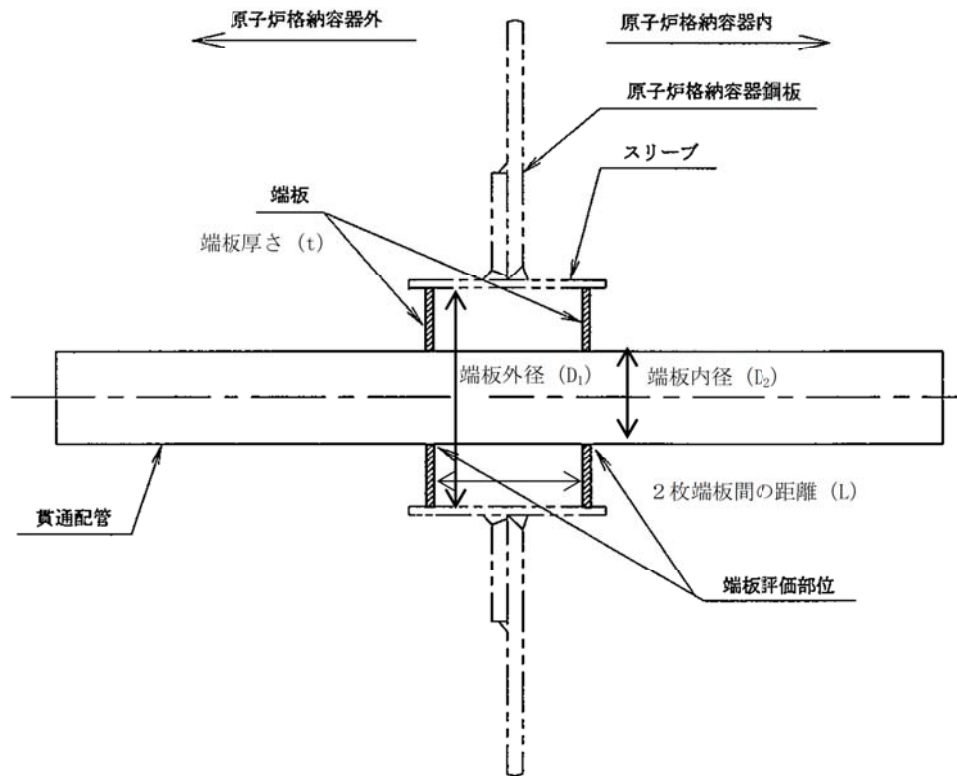


図1 抽出ライン貫通部の基本寸法箇所

表1 抽出ライン貫通部の仕様

| 格納容器<br>最高使用<br>圧力<br>(MPa) | 最高使<br>用<br>温度<br>(℃) | 端板<br>外径<br>(mm)<br>$D_1$ | 端板<br>内径<br>(mm)<br>$D_2$ | 端板<br>板厚<br>(mm)<br>$t$ | 2枚端板<br>間の距離<br>(mm)<br>$L$ | 端板材料 | 材料の最高使用<br>温度における<br>縦弾性係数<br>(MPa) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|------|-------------------------------------|
|                             |                       |                           |                           |                         |                             |      |                                     |

配管解析からの荷重と貫通部の仕様を用いて材料力学公式によって評価部位の最大発生応力が求まる。配管解析から得られる荷重の評価結果を表2に示す。

表2 端板に作用する荷重

| 位置  | 軸力[N] |       |       | モーメント[N・m] |       |       |
|-----|-------|-------|-------|------------|-------|-------|
|     | $F_x$ | $F_y$ | $F_z$ | $M_x$      | $M_y$ | $M_z$ |
| CV内 |       |       |       |            |       |       |
| CV外 |       |       |       |            |       |       |

x : 管軸方向 y : 管軸直 (水平) z : 管軸直 (鉛直)

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

その応力に対応する許容回数を疲労線図(JSME S NC1-2005/2007)から算出し、以下の式により疲労累積係数(Uf)が算出される。

なお、評価部位は端板と配管との境界部分であり、応力集中係数は4を考慮している。

$$Uf = \frac{n}{N}$$

ここで、n=過渡による負荷回数、N=発生応力で許容される回数

表3 抽出ライン貫通部の評価結果

|       | ピーク応力<br>強さ (MPa) | 過渡による<br>負荷回数 (n) | 許容回数<br>(N) | Uf    |
|-------|-------------------|-------------------|-------------|-------|
| 固定式端板 |                   |                   |             | 0.524 |

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

主蒸気・主給水ライン配管貫通部の基本寸法箇所と仕様（形状、材料）を図2、表3に示す。

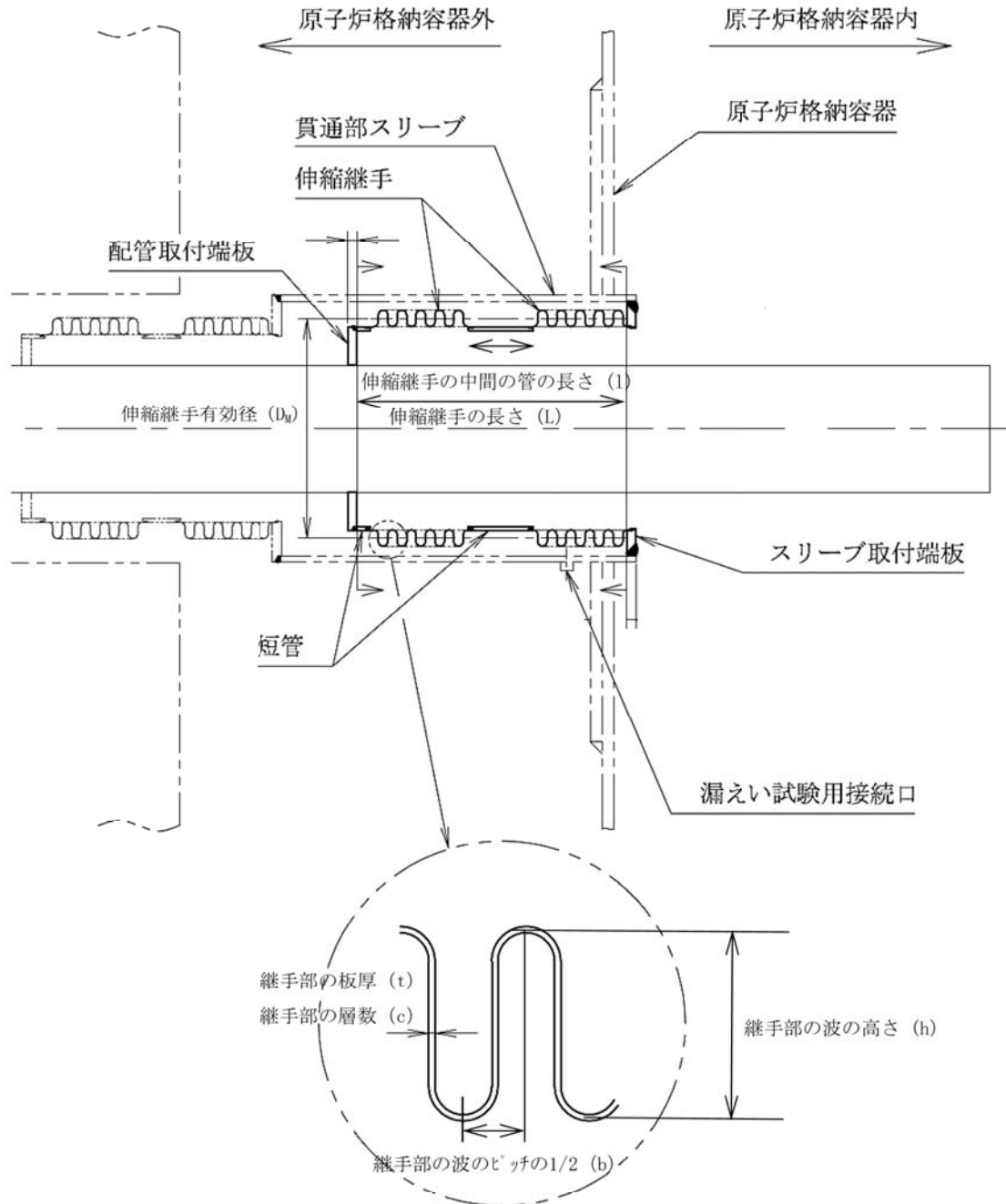


図2 主蒸気・主給水ライン貫通部の基本寸法箇所

表4 主蒸気・主給水ライン（伸縮継手）の仕様\*

| 配管名称                                | 主蒸気配管 | 主給水配管 |
|-------------------------------------|-------|-------|
| 格納容器最高<br>使用圧力 (MPa)                |       |       |
| 伸縮継手有効径 (mm) $D_M$                  |       |       |
| 継手部の波の高さ (mm) $h$                   |       |       |
| 継手部の波のピッチの<br>1/2 (mm) $b$          |       |       |
| 継手部の板厚 (mm) $t$                     |       |       |
| 継手部の全山数 $n$                         |       |       |
| 継手部の層数 $c$                          |       |       |
| 継手部材料                               |       |       |
| 材料の最高使用温度に<br>おける縦弾性係数<br>(MPa) $E$ |       |       |
| 伸縮継手の中間の管の長さ<br>(mm) $l$            |       |       |
| 伸縮継手の長さ (mm) $L$                    |       |       |

\*：伸縮継手の疲労評価結果が最も厳しくなったC主蒸気系統、C主給水系統の仕様

配管解析から伸縮継手に作用する変位量が求まる。配管解析から得られる変位量の評価結果を表5に示す。

表5 伸縮継手に作用する変位量\*

| 配管名称 | 起動・停止      |   |   |                  | 起動・停止以外    |   |   |                  |
|------|------------|---|---|------------------|------------|---|---|------------------|
|      | 熱膨張変位 (mm) |   |   |                  | 熱膨張変位 (mm) |   |   |                  |
|      | x          | y | z | $\sqrt{y^2+z^2}$ | x          | y | z | $\sqrt{y^2+z^2}$ |
| 主蒸気  |            |   |   |                  |            |   |   |                  |
| 主給水  |            |   |   |                  |            |   |   |                  |

\*：伸縮継手の疲労評価結果が最も厳しくなったC主蒸気系統、C主給水系統の変位量  
x：管軸方向 y：管軸直（水平） z：管軸直（鉛直）

変位量による応力および最高使用圧力による応力を考慮して、PVE-3810で示す以下の式により許容繰り返し回数を求める。

$$N = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ここで、 $\sigma$  = 全伸縮量による応力 + 最高使用圧力による応力

許容繰り返し回数と過渡による負荷の回数から、以下の式により疲労累積係数(Uf)が算出される。

$$Uf = \frac{n}{N}$$

ここで、n=過渡による負荷回数、N=発生応力で許容される回数

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4 主蒸気・主給水貫通部の評価結果

|           |        | ピーク応力<br>強さ (MPa) | 過渡による<br>負荷回数 (n) | 許容回数<br>(N) | Uf | 全体<br>Uf |
|-----------|--------|-------------------|-------------------|-------------|----|----------|
| 主蒸気<br>配管 | 起動停止   |                   |                   |             |    | 0.005    |
|           | 起動停止以外 |                   |                   |             |    |          |
| 主給水<br>配管 | 起動停止   |                   |                   |             |    | 0.010    |
|           | 起動停止以外 |                   |                   |             |    |          |

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—14rev1

| <p>タイトル</p> | <p>1次冷却材管の疲労累積係数の算出根拠について<br/>(5-4-11頁)</p>  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
|-------------|--|-------------|---------------------|------|--|---------|-----------------|------|--|------|--|-----|--|-----|--|-----|-----------|-------------|------|--|--|--|-------|--|--|--|---------------------|
| <p>説明</p>   | <p>1次冷却材管の疲労累積係数の算出根拠は以下の通りである。</p> <p><b>【ホットレグ、クロスオーバーレグ、コールドレグ】</b></p> <p>1. 解析モデル<br/>疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <p>&lt;配管荷重の算出&gt;</p> <table border="1" data-bbox="475 855 1311 936"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>MSAP</td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> <td></td> </tr> </table> <p>&lt;温度分布の算出※&gt;</p> <table border="1" data-bbox="475 976 1311 1335"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>ABAQUS Ver. 6.3</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>解析モデルを添付1に示す。</p> <p>※ホットレグ、クロスオーバーレグ、コールドレグの評価点には1次冷却材ポンプの取合部やエルボの外側テーパ部等の構造不連続部が多数あるため、2次元FEM解析にて温度分布を計算している。</p> <p>2. 材料物性<br/>材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="418 1639 1366 1935"> <thead> <tr> <th>材 料</th> <th>温度<br/>(℃)</th> <th>Sm<br/>(MPa)</th> <th>使用箇所</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ホットレグ</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>クロスオーバーレグ<br/>コールドレグ</td> </tr> </tbody> </table> | 解析プログラム     | MSAP                | 要素種類 |  | 解析プログラム | ABAQUS Ver. 6.3 | 要素種類 |  | 要素次数 |  | 要素数 |  | 節点数 |  | 材 料 | 温度<br>(℃) | Sm<br>(MPa) | 使用箇所 |  |  |  | ホットレグ |  |  |  | クロスオーバーレグ<br>コールドレグ |
| 解析プログラム     | MSAP   |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 要素種類        |  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 解析プログラム     | ABAQUS Ver. 6.3  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 要素種類        |  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 要素次数        |  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 要素数         |  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 節点数         |  |             |                     |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
| 材 料         | 温度<br>(℃)  | Sm<br>(MPa) | 使用箇所                |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
|             |  |             | ホットレグ               |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |
|             |  |             | クロスオーバーレグ<br>コールドレグ |      |  |         |                 |      |  |      |  |     |  |     |  |     |           |             |      |  |  |  |       |  |  |  |                     |

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. 最大評価点の選定

解析モデル上の評価点は構造不連続部等において応力が大きくなる点を抽出しており、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。

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。

| 状態      | 荷重の組み合わせ              |
|---------|-----------------------|
| 供用状態A、B | 圧力+機械的荷重+配管の熱膨張荷重+熱過渡 |

5. Ke係数

評価に用いたKe係数を添付4に示す。

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fen）を、添付4に示す。

【管台】

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。

<配管荷重の算出>

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 解析プログラム | MSAP (配管) PC1.0 |
| 要素種類    |                 |

<応力の算出>

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 解析プログラム | ABAQUS Ver. 6.3 |
| 要素種類    |                 |
| 要素次数    |                 |
| 要素数     |                 |
| 節点数     |                 |

解析モデルを添付5に示す。

## 2. 材料物性

材料物性値を以下に示す。

| 材 料 | 温度<br>(°C) | Sm<br>(MPa) | 使用箇所                             |
|-----|------------|-------------|----------------------------------|
|     |            |             | 加圧器サージライン用管台                     |
|     |            |             | 安全注入系ライン用管台<br>化学体積制御系<br>ライン用管台 |

## 3. 最大評価点の選定

解析モデル上の評価点は、構造不連続部において応力が大きくなる評価断面を抽出しており、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6に示す。

## 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7に示す。

| 状態      | 荷重の組み合わせ              |
|---------|-----------------------|
| 供用状態A、B | 圧力+機械的荷重+自重+熱膨張荷重+熱過渡 |

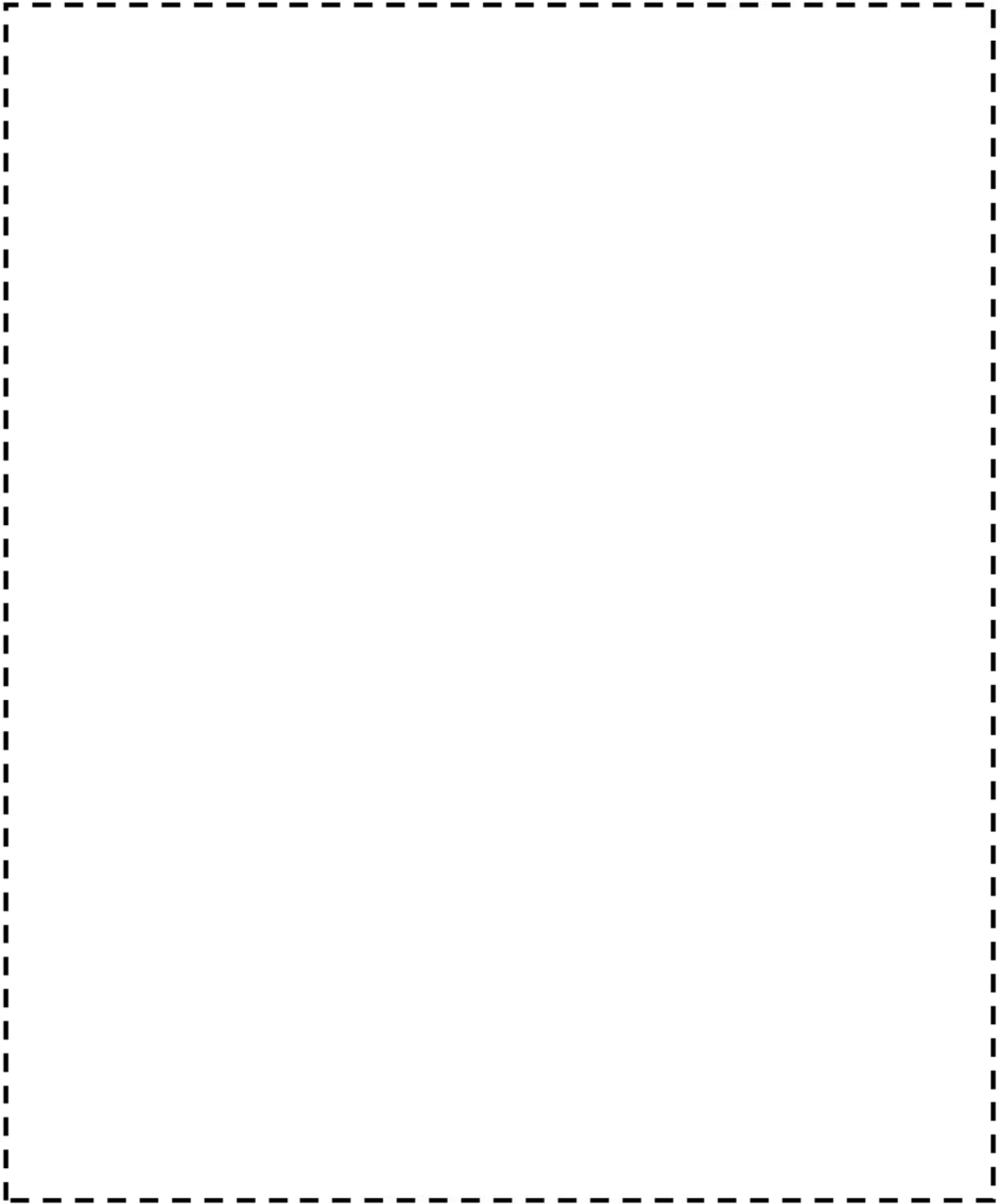
## 5. Ke係数

評価に用いたKe係数を添付8に示す。

## 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8に示す。

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次冷却材管 形状及び評価点

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次冷却材管（ホットレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

1次冷却材管（クロスオーバレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

1次冷却材管（コールドレグ） 解析モデル（ABAQUSによるモデル）

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



## 1次冷却材管 ループ解析モデル

1次冷却材管は上記のようにループ連成の多質点梁モデルで解析を行っている。多質点モデルによる解析の妥当性については、手計算との比較や、PWR 1次冷却材管の耐震実証試験<sup>※1</sup>にて地震応力による各部位の応力実測値と解析結果とを比較している。その結果、例えばクロスオーバーレグについても解析結果が応力実測値を上回っており、大きい応力が発生する位置では応力実測値の $\square$ 倍以上となり、実測値を上回る保守的な解析結果となっていることから、解析が妥当であることを確認している。耐震実証試験では地震加速度による配管が変形する応力を検証しており、地震によって各部位の様々な方向の変形が再現できていることから、配管の変形を生じる応力について包括的に検証できていると判断している。

※1



1 次冷却材管 最大疲労評価点の選定 (1 / 2)

| 評価部位     | 節点番号 | 圧力による<br>応力<br>(MPa) | 外荷重による<br>応力<br>(MPa) | 板厚方向線形<br>温度差による<br>応力<br>(MPa) | 構造上の<br>不連続による<br>熱応力<br>(MPa) | 板厚方向<br>非線形温度差<br>による応力<br>(MPa) | ピーク応力<br>Sp<br>(MPa) | 繰返しピーク<br>応力強さ<br>ALT<br>(MPa) | 繰返しピーク<br>応力強さ<br>ALT<br>(MPa) | 疲労累積係数 | 許容値 |
|----------|------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|-----|
| ホットレグ    | 107  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                | 1.0    |     |
|          | 109  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 111  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 113  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 114  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 117  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 141  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
| クロスオーバレグ | 142  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                | 1.0    |     |
|          | 143  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 145  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 147  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 149  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 151  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
|          | 153  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |
| 157      |      |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                |        |     |

→ ホットレグ通常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

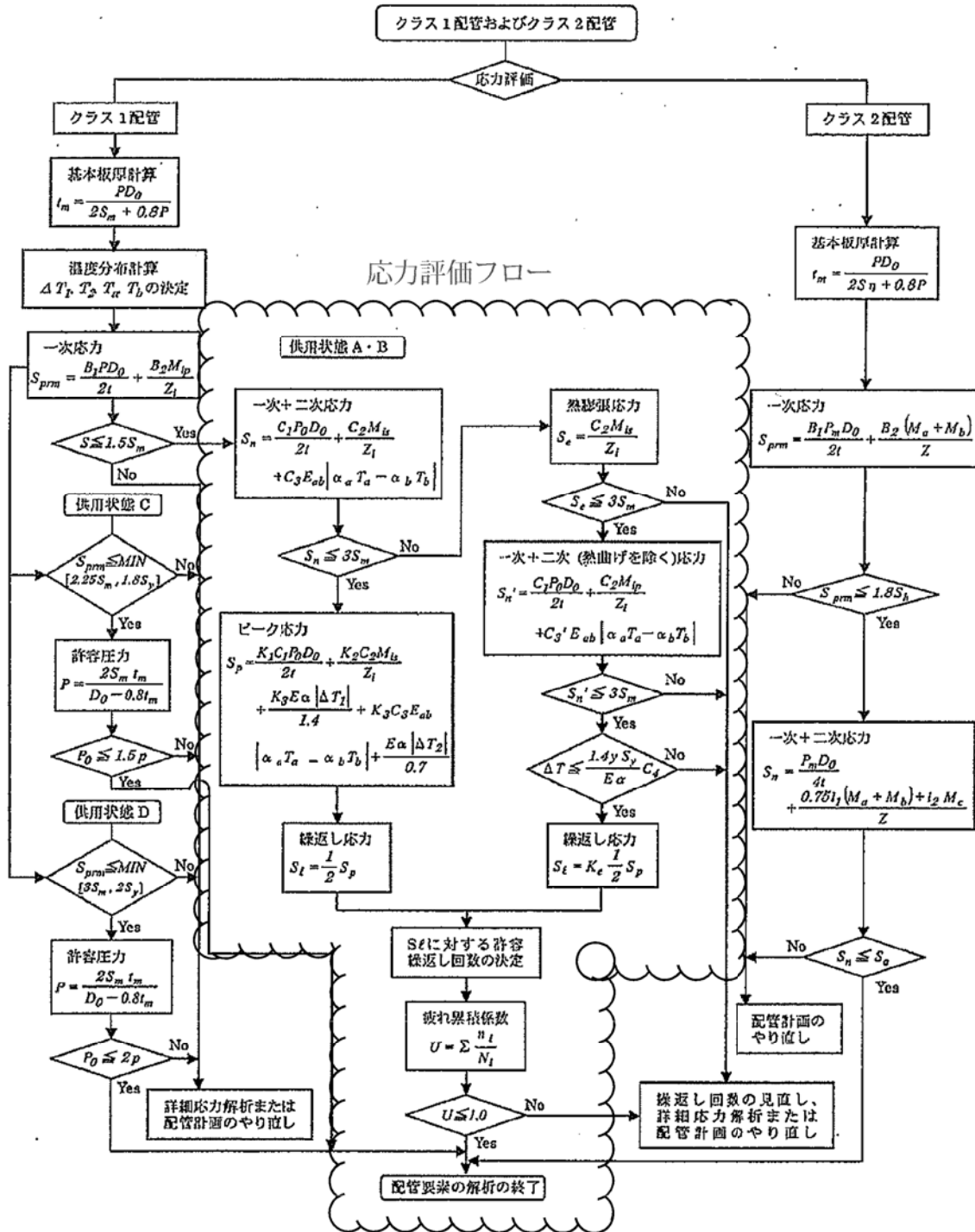
1 次冷却材管 最大疲労評価点の選定 (2 / 2)

| 評価部位      | 節点番号 | 圧力による<br>応力<br>(MPa) | 外荷重による<br>応力<br>(MPa) | 板厚方向線形<br>温度差による<br>応力<br>(MPa) | 構造上の<br>不連続による<br>熱応力<br>(MPa) | 板厚方向<br>非線形温度差<br>による応力<br>(MPa) | ピーク応力<br>Sp<br>(MPa) | 繰返しピーク<br>応力強さ<br>ALT<br>(MPa) | 繰返しピーク<br>応力強さ<br>ALT'<br>(MPa) | 疲労累積係数 | 許容値 |
|-----------|------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------|-----|
| クロスオーバーレグ | 159  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 | 1.0    |     |
|           | 160  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 161  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 163  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 165  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 167  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 181  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
| コールドレグ    | 183  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 185  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 189  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |
|           | 194  |                      |                       |                                 |                                |                                  |                      |                                |                                 |        |     |

→クロスオーバーレグ 通常UF：0.002  
コールドレグ 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 」





(備考) クラス2配管の解析手順には管の機械的荷重により生じるモーメント  $M_b$  を含む場合の式のみを記載した

解説図 PPB-3511-1 配管要素の解析手順

応力評価フローチャート

Ke 係数と環境評価パラメータ (ホットレグ) (詳細評価手法: 評価点114)

| 過渡条件番号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力<br>sp | 割り増し<br>係数<br>KE | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数<br>n | 許容繰返し<br>回数<br>n* | 疲労累積係数<br>u | 環境効果<br>補正係数<br>fen | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数<br>uen |
|--------|---|-----------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| A      | B |                       |                  | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' |                |                   |             |                     |                            |
|        |   |                       |                  |                |              |                |                   |             |                     |                            |
|        |   |                       |                  |                |              |                |                   |             | 合計:                 | 0.00052                    |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  ( $salt' \leq 214.5$ ) の場合、 $fen=1.0$

→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 係数と環境評価パラメータ (クロスオーバーレグ) (詳細評価手法: 評価点167)

| 過渡条件番号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力<br>sp | 割り増し<br>係数<br>KE | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数<br>n | 許容繰返し<br>回数<br>n* | 疲労累積係数<br>u | 環境効果<br>補正係数<br>fen | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数<br>uen |
|--------|---|-----------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|-------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| A      | B |                       |                  | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' |                |                   |             |                     |                            |
|        |   |                       |                  |                |              |                |                   |             |                     |                            |
|        |   |                       |                  |                |              |                |                   |             | 合計:                 | 0.00857                    |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt'  $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

→環境UF: 0.009

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 係数と環境評価パラメータ (コールドレグ) (詳細評価手法: 評価点181)

| 過渡条件番号 |   | 一次+二次+ピーク応力<br>sp | 削り増し係数<br>KE | 繰返しピーク応力強さ  |              | 実過渡回数<br>n | 許容繰返し回数<br>n* | 疲労累積係数<br>u | 環境効果補正係数<br>fen | 環境効果を考慮した疲労累積係数<br>uen |
|--------|---|-------------------|--------------|-------------|--------------|------------|---------------|-------------|-----------------|------------------------|
| A      | B |                   |              | 補正前<br>salt | 補正後<br>salt' |            |               |             |                 |                        |
|        |   |                   |              |             |              |            |               |             |                 |                        |
|        |   |                   |              |             |              |            |               |             |                 | 合計: 0.00297            |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt'  $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

→環境UF: 0.003

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) ホットレグ

a. 過渡2H1[1次冷却系停止ループの誤作動] - 1I1[燃料交換] - 2F1[制御棒クラスタの落下] - 1I1[燃料交換]

環境疲労評価手法 (JSME S NF1) のEF-3233に従い、式EF-20における $\Delta T$ 項が支配的ではないため、EF-3222により「起動」時の上昇過程に線形としたひずみ速度で評価。



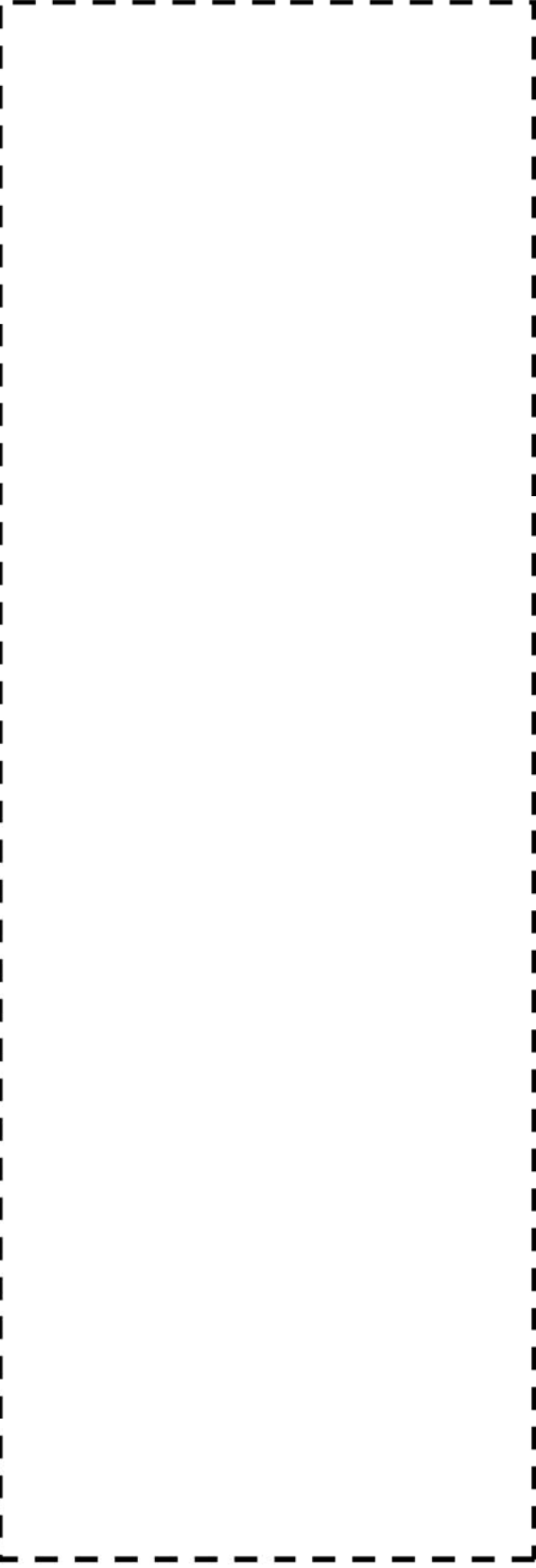
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

(2) クロスオーバーバレー  
a. 過渡2J[1次系漏えい試験] - IBI[停止(温度降下率55.6°C/h)]

b. 過渡1A1[起動(温度上昇率55.6°C/h)] - IBI[停止(温度降下率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1A1[起動(温度上昇率55.6°C/h)]-2J2[1次系漏えい試験]



【 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) コールドレグ

a. 過渡2J1[1次系漏えい試験] - IB1[停止(温度降下率55.6%/h)]



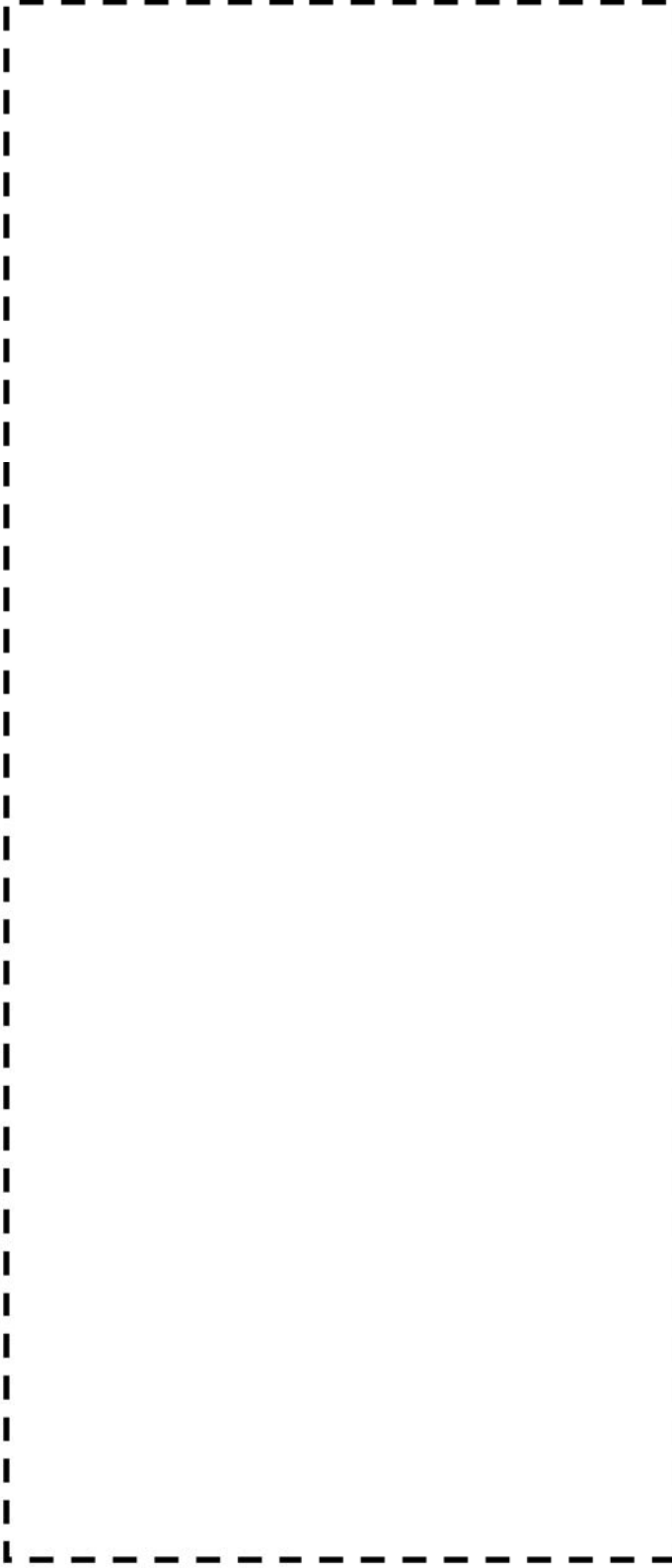
b. 過渡1A1[起動(温度上昇率55.6%/h)] - IB1[停止(温度降下率55.6%/h)]



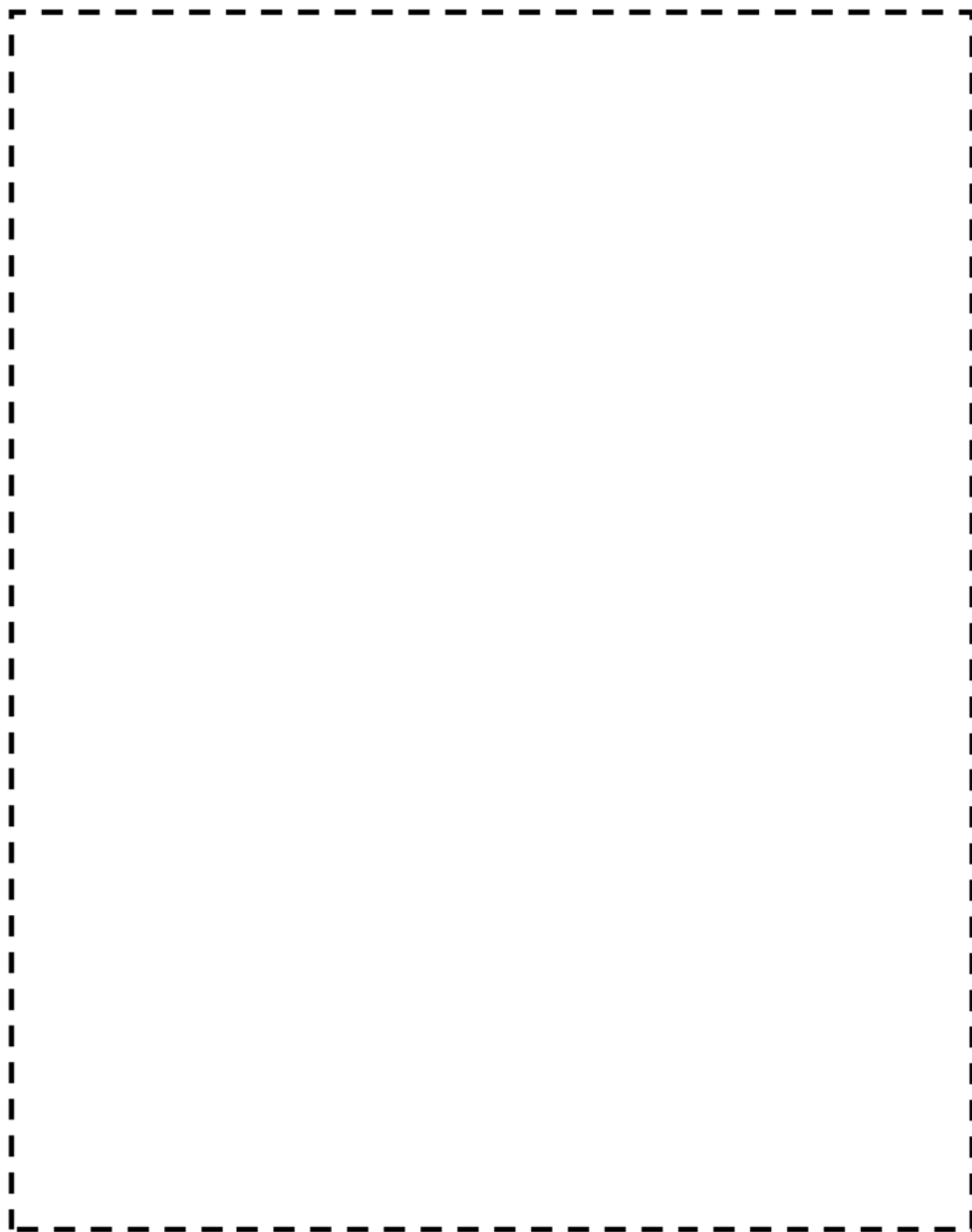
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



c. 過渡1A1[起動(温度上昇率55.6%/h)]-2J2[1次系漏えい試験]

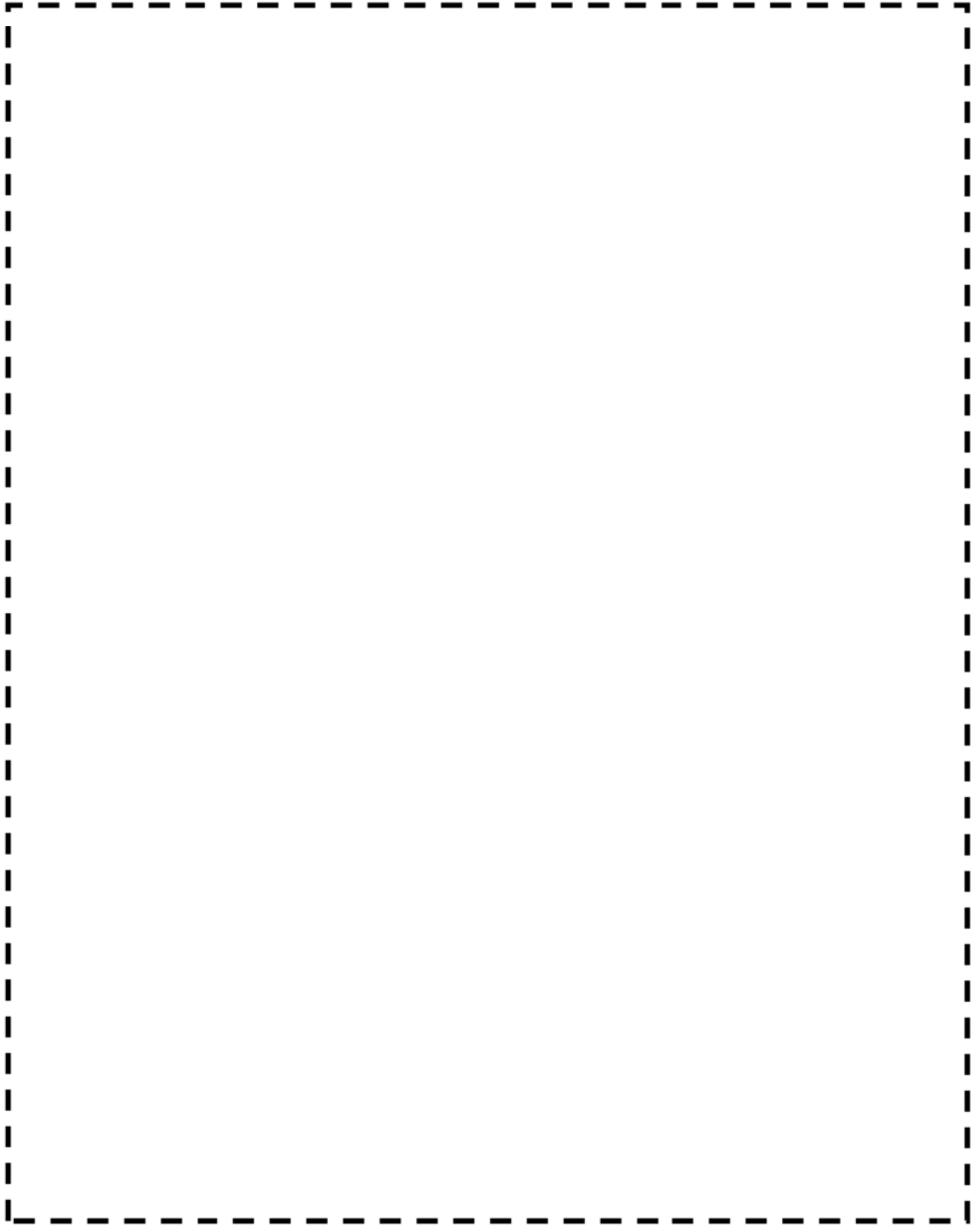


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



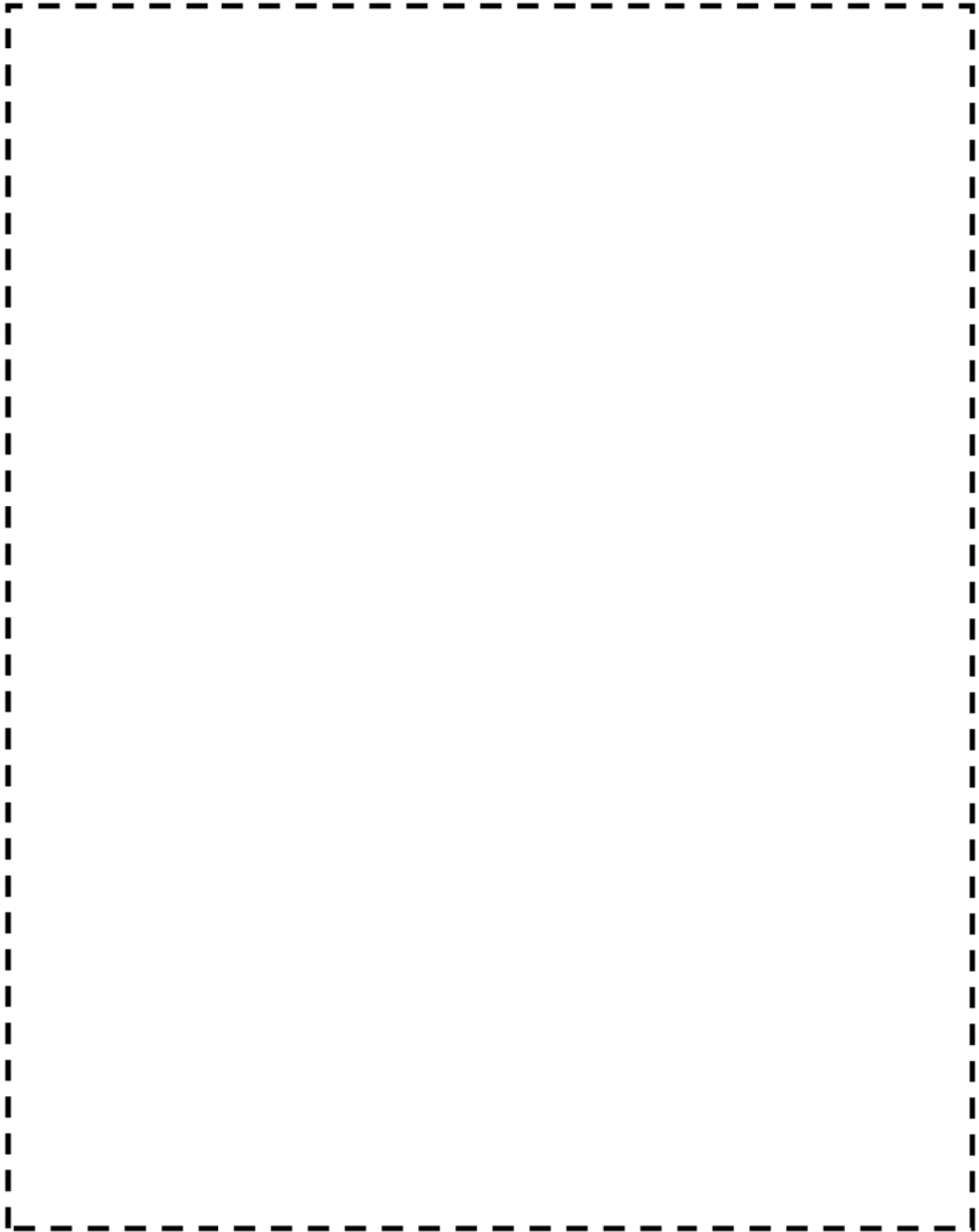
(1) 1次冷却材管（加圧器サージライン用管台） 解析モデル

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



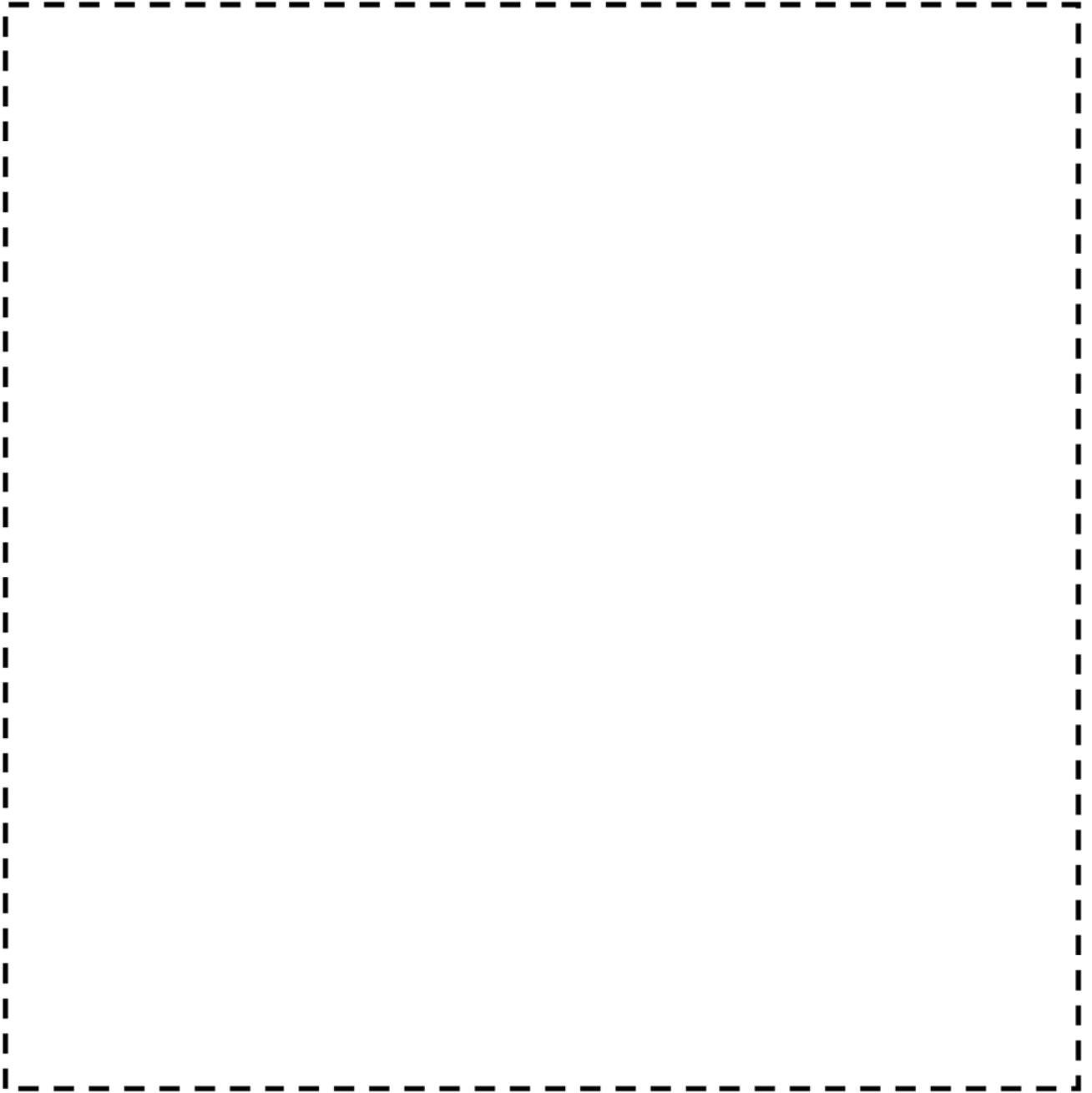
(2) 1次冷却材管（安全注入系ライン用管台） 解析モデル

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



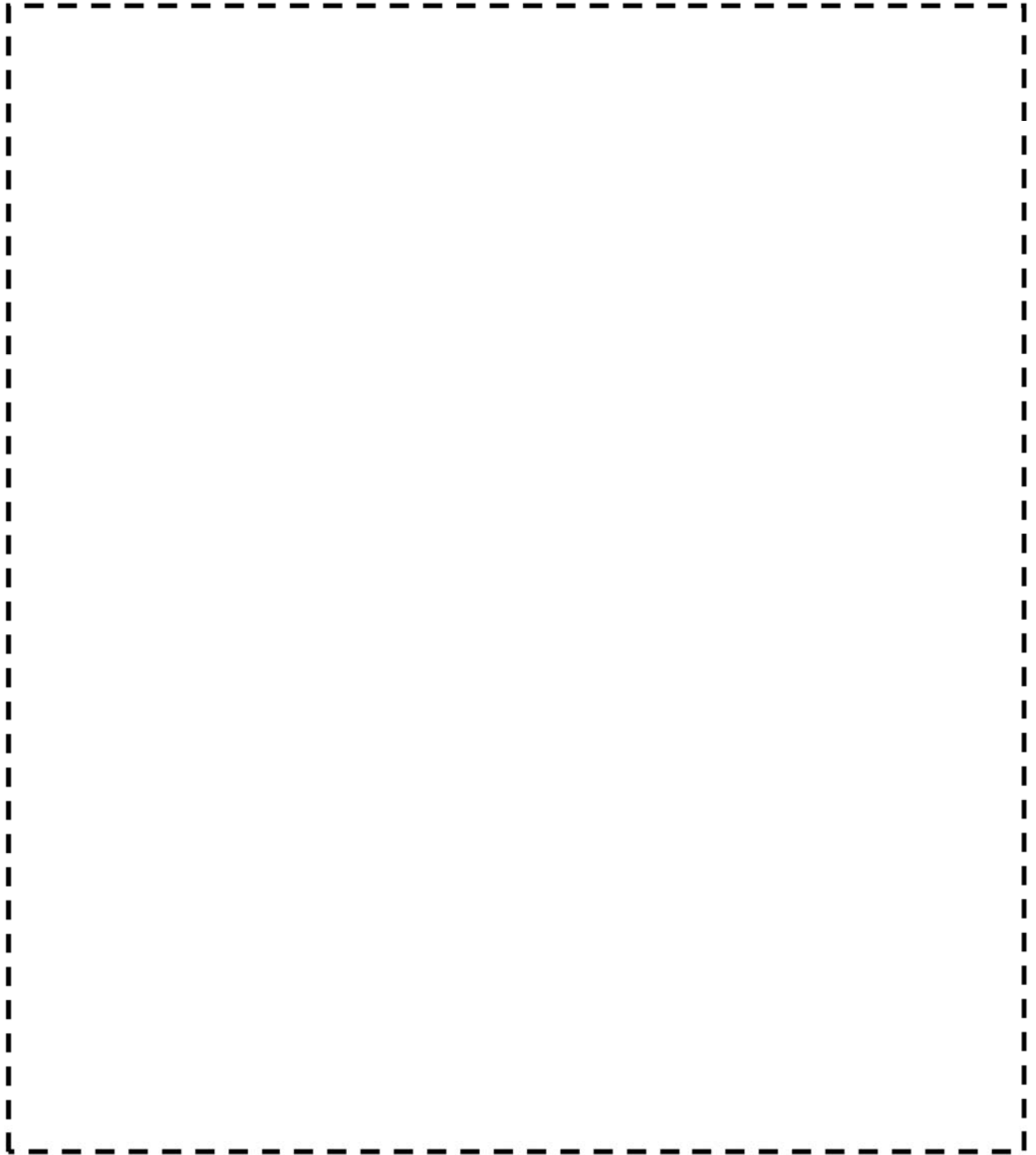
(3) 1次冷却材管（化学体積制御系ライン用管台） 解析モデル

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



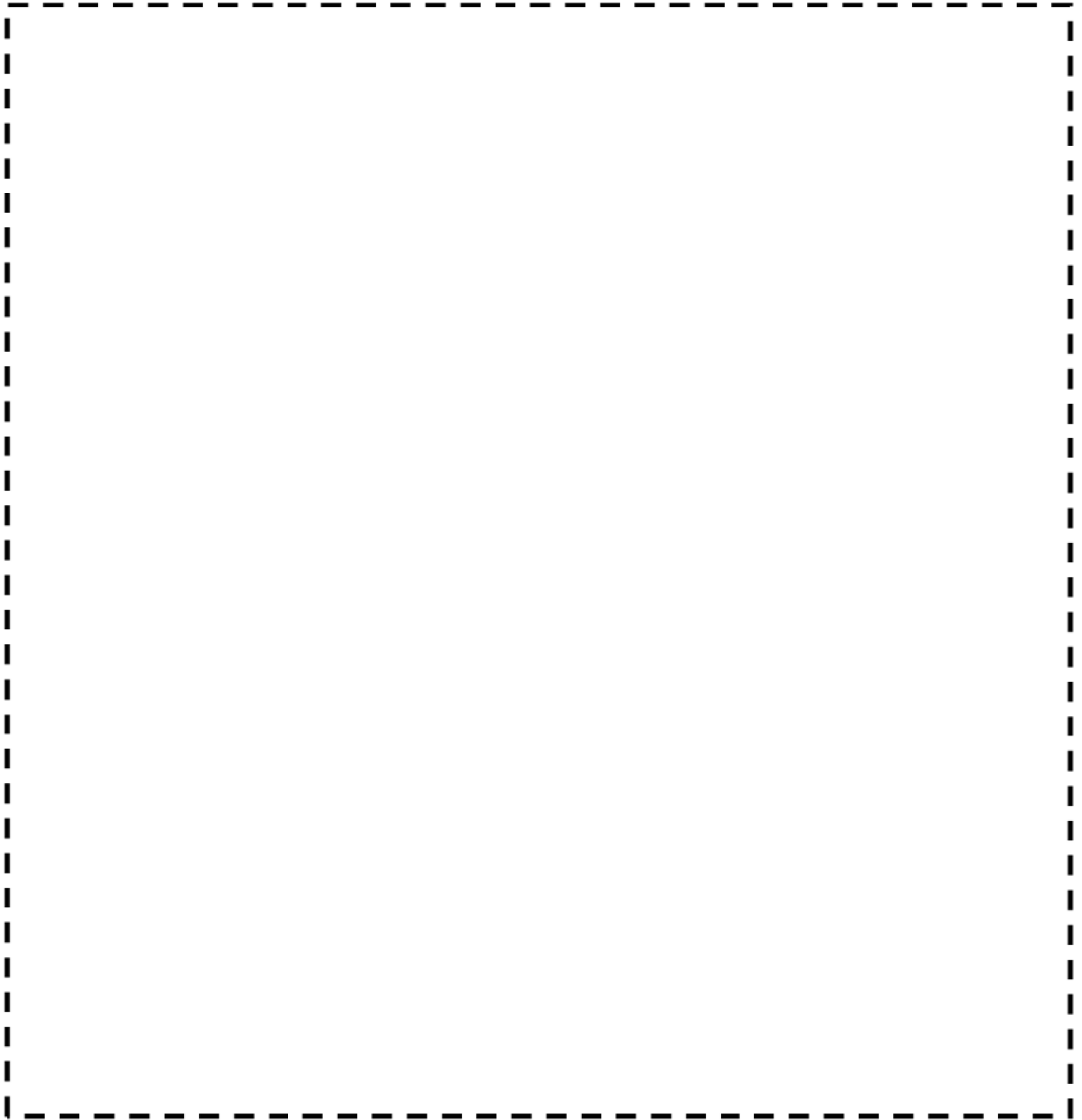
(1) 1次冷却材管（加圧器サージライン用管台） 評価点

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) 1次冷却材管（安全注入系ライン用管台） 評価点

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) 1次冷却材管（化学体積制御系ライン用管台）評価点

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) 1次冷却材管 (加圧器サージライン用管台) 最大疲労評価点の選定

| 評価点 | U(S12) | U(S23) | U(S31) |
|-----|--------|--------|--------|
| 1   |        |        |        |
| 2   |        |        |        |
| 3   |        |        |        |
| 4   |        |        |        |
| 5   |        |        |        |
| 6   |        |        |        |
| 7L  |        |        |        |
| 8L  |        |        |        |
| 7C  |        |        |        |
| 8C  |        |        |        |
| 9L  |        |        |        |
| 10L |        |        |        |
| 9C  |        |        |        |
| 10C |        |        |        |
| 11L |        |        |        |
| 12L |        |        |        |
| 11C |        |        |        |
| 12C |        |        |        |

許容値  $U_f = 1.0$ →通常 $U_f : 0.154$ 

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) 1次冷却材管 (安全注入系ライン用管台) 最大疲労評価点の選定

| 評価点 | U(S12) | U(S23) | U(S31) |
|-----|--------|--------|--------|
| 1   |        |        |        |
| 2   |        |        |        |
| 3   |        |        |        |
| 4   |        |        |        |
| 5   |        |        |        |
| 6   |        |        |        |
| 7L  |        |        |        |
| 8L  |        |        |        |
| 7C  |        |        |        |
| 8C  |        |        |        |
| 9L  |        |        |        |
| 10L |        |        |        |
| 9C  |        |        |        |
| 10C |        |        |        |
| 11L |        |        |        |
| 12L |        |        |        |
| 11C |        |        |        |
| 12C |        |        |        |

許容値  $U_f=1.0$  →通常 $U_f: 0.004$

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) 1次冷却材管 (化学体積制御系ライン用管台) 最大疲労評価点の選定

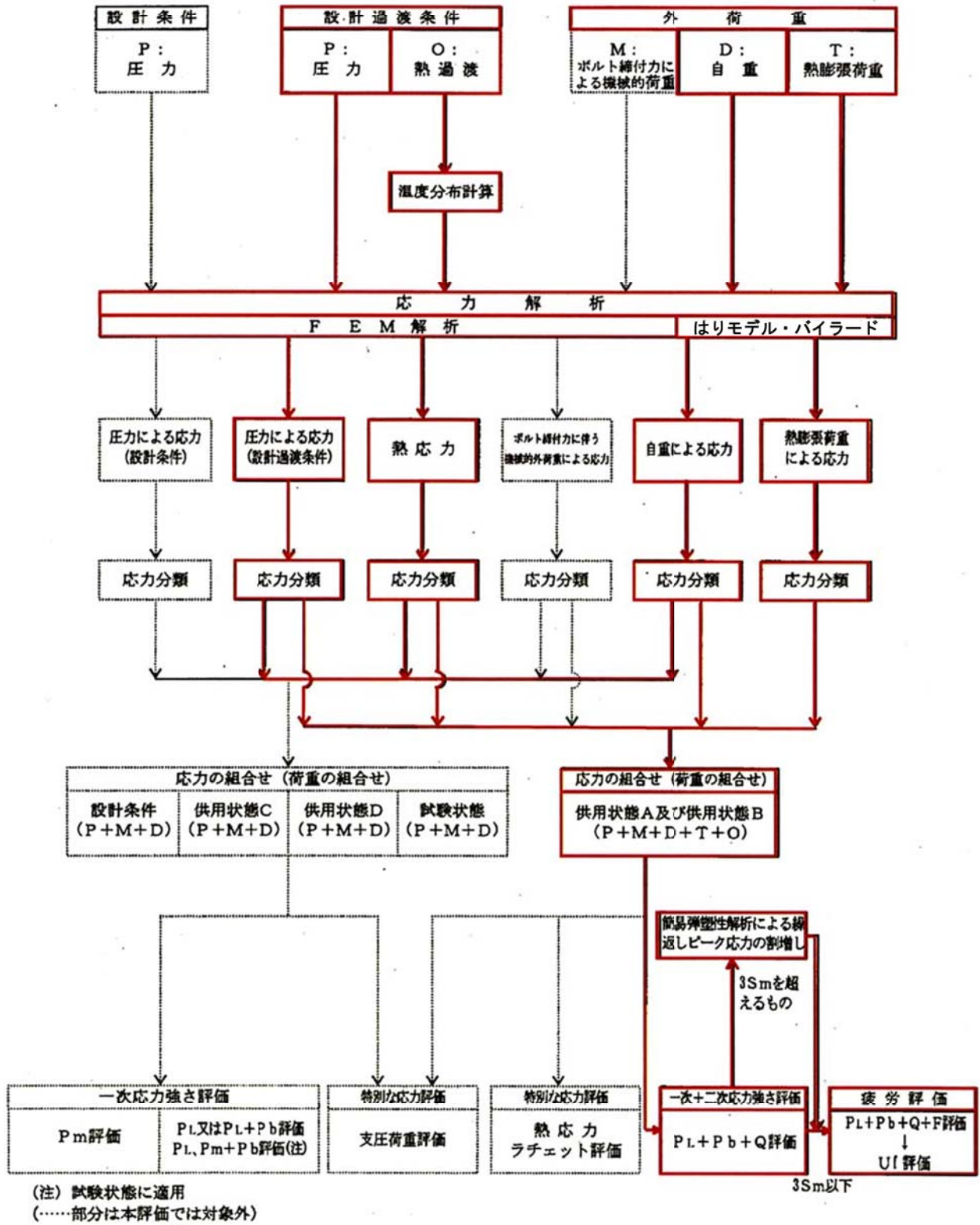
| 評価点 | U(S12) | U(S23) | U(S31) |
|-----|--------|--------|--------|
| 1   |        |        |        |
| 2   |        |        |        |
| 3   |        |        |        |
| 4   |        |        |        |
| 5   |        |        |        |
| 6   |        |        |        |
| 7L  |        |        |        |
| 8L  |        |        |        |
| 7C  |        |        |        |
| 8C  |        |        |        |
| 9L  |        |        |        |
| 10L |        |        |        |
| 9C  |        |        |        |
| 10C |        |        |        |
| 11L |        |        |        |
| 12L |        |        |        |
| 11C |        |        |        |
| 12C |        |        |        |

許容値  $U_f = 1.0$ 

→通常UF : 0.003

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



(1) Ke係数と環境疲労パラメータ (加圧器サージライン用管台) (詳細評価手法: 評価点3)

| 過渡条件<br>記号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数 | 許容繰返し<br>回数 | 疲労累積係数 | 環境効果<br>補正係数 | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数 |
|------------|---|-------------------|------|------------|----------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|---------------------|
| A          | B | smax              | smin |            | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' |           |             |        |              |                     |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        |              | 合計: 0.39916         |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  ( $salt' \leq 214.5$ ) の場合、 $fen=1.0$

→環境UF: 0.400

(2) Ke係数と環境疲労パラメータ (安全注入系ライン用管台) (詳細評価手法: 評価点3)

| 過渡条件<br>記号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回数 | 許容繰返し<br>回数 | 疲労累積係数 | 環境効果<br>補正係数 | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数 |
|------------|---|-------------------|------|------------|----------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|---------------------|
| A          | B | smax              | smin |            | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' |           |             |        |              |                     |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        |              | 合計: 0.01232         |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  ( $salt' \leq 214.5$ ) の場合、 $fen=1.0$

→環境UF: 0.013

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) Ke係数と環境疲労パラメータ (化学体積制御系ライン用管台) (詳細評価手法: 評価点7L)

| 通過条件<br>記号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実通過<br>回数 | 許容繰返し<br>回数 | 疲労累積係数 | 環境効果<br>補正係数 | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数 |
|------------|---|-------------------|------|------------|----------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------------|---------------------|
| A          | B | smax              | smin | KE         | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' | n         | n*          | u      | fen          | uen                 |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        |              |                     |
|            |   |                   |      |            |                |              |           |             |        | 合計:          | 0.01790             |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt' $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

→環境UF: 0.018

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) 加圧器サージライン用管台

a. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 2D5[100%からの原子炉トリップ(III)不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]

b. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 1L1[1ループ停止/1ループ起動(I)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

c. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 1G1[100%からの大きいステップ状負荷減少]

d. 過渡1B2[停止時の冷水注入] - 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 】

e. 過渡1B2[停止時の冷水注入] - 2E1[1次冷却系の異常な減圧]

f. 過渡1B2[停止時の冷水注入] - 1M1[ほう素濃度の均一化]

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) 安全注入系ライン用管台

a. 過渡2L1[蓄圧タンク出口電動弁の誤作動]→2E1[1次冷却系の異常な減圧]

b. 過渡2E1[1次冷却系の異常な減圧]→2L1[蓄圧タンク出口電動弁の誤作動]

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

(3) 化学体積制御系ライン用管台

a. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]ー2J2[1次系漏えい試験]

b. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰]ー1I1[燃料交換]

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2S1 [抽出流量の100%増加及び復帰] -NSS



d. 過渡2S1 [抽出流量の100%増加及び復帰] -204 [充てんライン隔離及び復帰]



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2S1[抽出流量の100%増加及び復帰] - 2QE[充てん流量の50%増加及び復帰]

f. 過渡2S1[抽出流量の100%増加及び復帰] - 2E[1次冷却系の異常な減圧]

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－低サイクル疲労－2 1 rev1

| <p>タイトル</p> | <p>(一)<br/>環境疲労評価を実施している機器・部位において、環境補正係数の算出に用いているパラメータ及びそれらの根拠について</p>  |             |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|-------------|---|-------------|----|----|---------|-------|----------|----------|---------|----------|------------|----------|------------|----------|-------|----|--------|---------|----|--------|-------|------|------|--------|------|-------|---------|--------|---------|--------|------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|
| <p>説明</p>   | <p>環境疲労評価は、「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法（2009年版）」（以下環境疲労評価手法）に基づいて実施している。</p> <p>環境疲労評価手法では、<math>F_{en}</math>（環境疲労補正係数）算出式が「炭素鋼・低合金鋼」、「オーステナイト系ステンレス鋼」、「ニッケルクロム鉄合金」の3つの区分で決められており、それぞれの式（PWR炉に適用する式）および、その関係パラメータは以下のとおりである。</p> <p>(1) 炭素鋼・低合金鋼<br/> <math display="block">\ln(F_{en}) = 0.00822(0.772 - \dot{\epsilon}^*) \times S^* \times T^* \times O^*</math></p> <p>(2) オーステナイト系ステンレス鋼<br/> <math display="block">\ln(F_{en}) = (3.910 - \dot{\epsilon}^*) \times T^*</math></p> <p>(3) ニッケルクロム鉄合金<br/> <math display="block">\ln(F_{en}) = (2.94 - \dot{\epsilon}^*) \times T^*</math></p> <p><math>\dot{\epsilon}^*</math>：ひずみ速度依存パラメータ<br/> <math>S^*</math>：硫黄含有量依存パラメータ<br/> <math>T^*</math>：温度依存パラメータ<br/> <math>O^*</math>：溶存酸素依存パラメータ</p> <p>各依存パラメータの決定式は、環境疲労評価手法のEF-2300参照</p> <p>このように、環境疲労評価に用いる関係パラメータは材質によって異なっている。美浜3号炉の劣化状況評価書において、接液環境中であり、環境疲労評価を行った機器・部位とその材質は以下のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">環境疲労評価対象機器・部位とその材質</p> <table border="1" data-bbox="421 1476 1331 2022"> <thead> <tr> <th>機器</th> <th>部位</th> <th>材質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>余熱除去ポンプ</td> <td>ケーシング</td> <td>ステンレス鋼鋳鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1次冷却材ポンプ</td> <td>ケーシング脚部</td> <td>ステンレス鋼鋳鋼</td> </tr> <tr> <td>ケーシング吐出ノズル</td> <td>ステンレス鋼鋳鋼</td> </tr> <tr> <td>ケーシング吸込ノズル</td> <td>ステンレス鋼鋳鋼</td> </tr> <tr> <td>再生クーラ</td> <td>管板</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>余熱除去クーラ</td> <td>管板</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">蒸気発生器</td> <td>管板廻り</td> <td>低合金鋼</td> </tr> <tr> <td>給水入口管台</td> <td>低合金鋼</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">原子炉容器</td> <td>冷却材入口管台</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>冷却材出口管台</td> <td>ステンレス鋼</td> </tr> <tr> <td>蓋用管台</td> <td>690系ニッケル基合金</td> </tr> <tr> <td>炉内計装筒</td> <td>600系ニッケル基合金</td> </tr> <tr> <td>炉心支持金物</td> <td>600系ニッケル基合金</td> </tr> </tbody> </table> | 機器          | 部位 | 材質 | 余熱除去ポンプ | ケーシング | ステンレス鋼鋳鋼 | 1次冷却材ポンプ | ケーシング脚部 | ステンレス鋼鋳鋼 | ケーシング吐出ノズル | ステンレス鋼鋳鋼 | ケーシング吸込ノズル | ステンレス鋼鋳鋼 | 再生クーラ | 管板 | ステンレス鋼 | 余熱除去クーラ | 管板 | ステンレス鋼 | 蒸気発生器 | 管板廻り | 低合金鋼 | 給水入口管台 | 低合金鋼 | 原子炉容器 | 冷却材入口管台 | ステンレス鋼 | 冷却材出口管台 | ステンレス鋼 | 蓋用管台 | 690系ニッケル基合金 | 炉内計装筒 | 600系ニッケル基合金 | 炉心支持金物 | 600系ニッケル基合金 |
| 機器          | 部位  | 材質          |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 余熱除去ポンプ     | ケーシング   | ステンレス鋼鋳鋼    |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 1次冷却材ポンプ    | ケーシング脚部   | ステンレス鋼鋳鋼    |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | ケーシング吐出ノズル  | ステンレス鋼鋳鋼    |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | ケーシング吸込ノズル  | ステンレス鋼鋳鋼    |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 再生クーラ       | 管板  | ステンレス鋼      |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 余熱除去クーラ     | 管板  | ステンレス鋼      |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 蒸気発生器       | 管板廻り  | 低合金鋼        |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | 給水入口管台  | 低合金鋼        |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
| 原子炉容器       | 冷却材入口管台   | ステンレス鋼      |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | 冷却材出口管台   | ステンレス鋼      |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | 蓋用管台  | 690系ニッケル基合金 |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | 炉内計装筒   | 600系ニッケル基合金 |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |
|             | 炉心支持金物  | 600系ニッケル基合金 |    |    |         |       |          |          |         |          |            |          |            |          |       |    |        |         |    |        |       |      |      |        |      |       |         |        |         |        |      |             |       |             |        |             |

| 機器       | 部位                | 材質       |
|----------|-------------------|----------|
| 加圧器      | スプレイライン用管台        | ステンレス鋼   |
|          | サージ用管台            | ステンレス鋼   |
| ステンレス鋼配管 | 余熱除去系配管           | ステンレス鋼   |
|          | 加圧器サージ配管          | ステンレス鋼   |
|          | 加圧器スプレイ配管         | ステンレス鋼   |
| 炭素鋼配管    | 主給水系統配管           | 炭素鋼      |
| 1次冷却材管   | ホットレグ             | ステンレス鋼鋳鋼 |
|          | クロスオーバレグ          | ステンレス鋼鋳鋼 |
|          | コールドレグ            | ステンレス鋼鋳鋼 |
|          | 1次冷却系加圧器サージライン用管台 | ステンレス鋼   |
|          | 安全注入系ライン用管台       | ステンレス鋼   |
|          | 化学体積制御系ライン用管台     | ステンレス鋼   |
| 仕切弁      | 余熱除去ポンプ入口弁        | ステンレス鋼鋳鋼 |
| 玉形弁      | 抽出水第1しゃ断弁         | ステンレス鋼鋳鋼 |
| スイング逆止弁  | 原子炉容器連絡逆止弁        | ステンレス鋼鋳鋼 |
| リフト逆止弁   | 加圧器補助スプレイライン逆止弁   | ステンレス鋼   |
| 炉内構造物    | 上部炉心支持板           | ステンレス鋼   |
|          | 上部炉心支持柱           | ステンレス鋼   |
|          | 下部炉心支持板           | ステンレス鋼   |
|          | 下部炉心支持柱           | ステンレス鋼   |

各々の部位の環境疲労評価に用いたパラメータについては下記を参照

余熱除去ポンプ：美浜3号炉－低サイクル疲労－4

1次冷却材ポンプ：美浜3号炉－低サイクル疲労－5

再生クーラ：美浜3号炉－低サイクル疲労－6

余熱除去クーラ：美浜3号炉－低サイクル疲労－6

蒸気発生器：美浜3号炉－低サイクル疲労－3、7

原子炉容器：美浜3号炉－低サイクル疲労－9

加圧器本体：美浜3号炉－低サイクル疲労－10

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）：添付1

ステンレス鋼配管（加圧器サージ、スプレイ配管）：低サイクル疲労－

12

炭素鋼配管：美浜3号炉－低サイクル疲労－3、13

1次冷却材管：美浜3号炉－低サイクル疲労－14

仕切弁：美浜3号炉－低サイクル疲労－15

玉形弁：美浜3号炉－低サイクル疲労－16

スイング逆止弁：添付2

リフト逆止弁：添付3

炉内構造物：添付4

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）の環境効果補正係数算出パラメータ

ステンレス鋼配管（余熱除去系統配管）の環境疲労評価にあたっては、環境疲労評価手法による係数倍法（EF-3121）を適用している。

EF-3121 に定めるオーステナイトステンレス鋼（PWR、鋳鋼以外）の式を用いた。

評価に用いたパラメータ（温度）及び、算出した  $F_{en}$ （環境効果補正係数）を以下に示す。

|          |                                       |                                    |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 部位       | 1次冷却材管高温側出口管台～余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁） | 余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）～原子炉格納容器貫通部 |
| 温度       | 343℃                                  | 200℃                               |
| $F_{en}$ | 19.696                                | 6.266                              |

これらの結果より、環境疲労評価における疲労累積係数（ $U_{en}$ ）は以下の数値となる。

1次冷却材管高温側出口管台～余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）  
 $U_{en}=0.001$ （大気中の疲労累積係数） $\times 19.696 \doteq 0.020$

余熱除去ポンプ入口弁（冷却材ループ連絡第1弁）～原子炉格納容器貫通部  
 $U_{en}=0.002$ （大気中の疲労累積係数） $\times 6.266 \doteq 0.013$



スイング逆止弁（原子炉容器連絡逆止弁）の環境効果補正係数算出パラメータ

| 運転状態                     | 過渡の組合せ |      | S <sub>p1</sub><br>(MPa) | N<br>(回) | N*<br>(回) | N/N* | Δt<br>(sec) | E<br>(MPa) | ε<br>(%/sec) | 錆鋼:1<br>以外:2 | ε*<br>(-) | T<br>(℃) | T*<br>(℃) | F <sub>en</sub><br>(-) | F <sub>en</sub> ×N/N* |
|--------------------------|--------|------|--------------------------|----------|-----------|------|-------------|------------|--------------|--------------|-----------|----------|-----------|------------------------|-----------------------|
|                          | 加熱過程   | 冷却過程 |                          |          |           |      |             |            |              |              |           |          |           |                        |                       |
| 起動時及び停止時<br>1次系漏えい試験(注1) |        |      |                          |          |           |      |             |            |              |              |           |          |           |                        |                       |
| 起動時及び停止時<br>以外           |        |      |                          |          |           |      |             |            |              |              |           |          |           |                        |                       |

ΣF<sub>en</sub>×N/N\* 0.08801

U<sub>en</sub>→0.089

ΣN/N\* (注3) 0.00756

U<sub>f</sub>→0.008

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。



リフト逆止弁（加圧器補助スプレイライン逆止弁）の環境効果補正係数算出パラメータ

| 運転状態            | 過渡の組合せ       | S <sub>pi</sub><br>(MPa) | N<br>(回) | N*<br>(回) | N/N* | Δt<br>(sec) | E<br>(MPa) | ε<br>(%/sec) | ε<br>鋼鋼:1<br>以外:2 | ε#<br>(-) | T<br>(℃) | T#<br>(℃)  | Fen<br>(-) | Fen×N/N*  |
|-----------------|--------------|--------------------------|----------|-----------|------|-------------|------------|--------------|-------------------|-----------|----------|------------|------------|-----------|
| 起動時及び停止時<br>以外  | 加熱過程<br>冷却過程 |                          |          |           |      |             |            |              |                   |           |          |            |            |           |
| 1. 次系補えい試験 (注1) |              |                          |          |           |      |             |            |              |                   |           |          |            |            |           |
| 起動時及び停止時<br>以外  |              |                          |          |           |      |             |            |              |                   |           |          |            |            |           |
|                 |              |                          |          |           |      |             |            |              |                   |           |          | ΣN/N* (注3) | 0.003      | Uf→0.003  |
|                 |              |                          |          |           |      |             |            |              |                   |           |          | ΣFen×N/N*  | 0.023      | Uen→0.023 |

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。

炉内構造物の環境効果補正係数算出パラメータ

環境疲労評価結果詳細 (上部炉心支持板)

| 過渡条件<br>記号 (注1) |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数<br>(注2) | 繰返しピーク<br>応力強さ |              | 実過渡<br>回 数<br>n | 許容繰返し<br>回 数<br>n* | 疲労累積係数<br>u | 環境効果<br>補正係数<br>(注5)<br>fen | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数<br>(注6)<br>uen |
|-----------------|---|-------------------|------|--------------------|----------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------------|
| A               | B | smax              | smin |                    | 補正前<br>salt    | 補正後<br>salt' |                 |                    |             |                             |                                    |
| Uf=0.00020      |   |                   |      |                    |                |              |                 |                    |             |                             |                                    |
|                 |   |                   |      |                    |                |              |                 |                    |             | 合計:                         | 0.00113                            |

上表は繰返しピーク応力強さが疲労限以上で、大きな過渡の組合せから順に記載している。 Uen=0.00113

(注1) A: 応力強さの最大値の時の過渡条件, B: 応力強さの最小値の時の過渡条件

(注2) KE: 簡易弾塑性解析を行う際に繰返しピーク応力強さに乗じる値

なお、弾性解析では KE=1 とする

(注3) Salt: 応力強さの変動幅に 0.5 を乗じた値

(注4) Salt': Salt に  $\frac{1.95 \times 10^5}{\text{材料の使用温度における縦弾性係数}}$  を乗じた値

(注5) fen: ひずみ振幅  $\leq 0.110\%$  (Salt  $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

(注6) uen: 疲労累積係数に環境効果補正係数を乗じた値

環境疲労評価結果詳細 (上部炉心支持柱)

| 過渡条件<br>記号 |   | 一次+二次+<br>ピーク応力強さ |      | 割り増し<br>係数 | 繰返しピーク<br>応力強さ |             | 実過渡<br>回 数<br>n | 許容繰返し<br>回 数<br>n* | 疲労累積係数<br>u | 環境効果<br>補正係数<br>fen | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数<br>uen |
|------------|---|-------------------|------|------------|----------------|-------------|-----------------|--------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
| A          | B | smax              | smin |            | KE             | 補正前<br>salt |                 |                    |             |                     |                            |
| Uf=0.00001 |   |                   |      |            |                |             |                 |                    |             |                     |                            |
|            |   |                   |      |            |                |             |                 |                    |             | 合計:                 | 0.00001                    |

(注) ひずみ振幅  $\leq 0.110\%$  (salt'  $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

Uen=0.00001

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。

環境疲労評価結果詳細 (下部炉心支持板)

| 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 |        | 補正前 salt   | 補正後 salt' |       |         |        |          |                 |
| 合計 :   |   |               |      |        |            |           |       |         |        |          | 0.00012         |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt' $\leq 14.5$ ) の場合、fen=1.0

Uf=0.00001

Uen=0.00012

環境疲労評価結果詳細 (下部炉心支持柱)

| 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 |        | 補正前 salt   | 補正後 salt' |       |         |        |          |                 |
| 合計 :   |   |               |      |        |            |           |       |         |        |          | 0.00001         |

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt' $\leq 14.5$ ) の場合、fen=1.0

Uf=0.00001

Uen=0.00001

なお、以上の炉内構造物の疲労評価に用いた過渡回数は、表1に示すように運転実績に基づく60年時点の推定回数と異なっていることから、この評価結果を用いて、60年時点の推定回数に対する疲労累積係数(Uf、Uen)を算出する。炉内構造物の評価では各過渡をグループ分けして、最大温度変化幅、最大温度変化率を包絡した安全側の評価となる条件(包絡条件)を用いている。表2に包絡条件の過渡回数を示す。

表1 炉内構造物の評価用過渡回数 (1/2) 運転状態 I

| 過 渡 項 目               | 過渡グループ | 評価に用いた過渡回数 | 60年時点の推定過渡回数 |
|-----------------------|--------|------------|--------------|
| 起動 (温度上昇率 5.5. 6°C/h) | A-1    | 24         | 30           |
| 停止 (温度下降率 5.5. 6°C/h) | A-2    | 24         | 30           |
| 負荷上昇 (負荷上昇率 5%/min)   | B-1    | 262        | 296          |
| 負荷減少 (負荷減少率 5%/min)   | B-2    | 262        | 290          |
| 90%から100%へのステップ状負荷上昇  | B-1    | 1          | 1            |
| 100%から90%へのステップ状負荷減少  | B-2    | 1          | 1            |
| 100%からの大きいステップ状負荷減少   | D-2    | 2          | 2            |
| 定常負荷運転時の変動*1          | -      | -          | -            |
| 燃料交換                  | C      | 22         | 22           |
| 0%から15%への負荷上昇         | B-1    | 26         | 34           |
| 15%から0%への負荷減少         | B-2    | 24         | 30           |
| 1ループ停止/1ループ起動         |        |            |              |
| Ⅰ) 停 止                | E      | 1          | 1            |
| Ⅱ) 起 動                | D-1    | 1          | 1            |

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 炉内構造物の評価用過渡回数 (2/2) 運転状態II

| 過 渡 項 目               | 過渡グループ   | 評価に用いた過渡回数 | 60年時点の推定過渡回数 |
|-----------------------|----------|------------|--------------|
| 負荷の喪失                 | D-2      | 1          | 2            |
| 外部電源喪失                | D-2      | 2          | 2            |
| 1次冷却材流量の部分喪失          | E        | 1          | 1            |
| 100%からの原子炉トリップ        |          |            |              |
| Ⅰ) 不注意な冷却を伴わないトリップ    | E        | 2          | 3            |
| Ⅱ) 不注意な冷却を伴うトリップ      | E        | 1          | 1            |
| Ⅲ) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ | F        | 1          | 1            |
| 1次冷却系の異常な減圧           | F        | 1          | 1            |
| 制御棒クラスタの落下            | E        | 2          | 2            |
| 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動    | F        | 1          | 1            |
| 1次冷却系停止ループの誤起動        | D-1      | 1          | 1            |
| 1次系漏えい試験              | A-1, A-2 | 20         | 27           |

表2 炉内構造物の評価用過渡回数 包絡条件

| 過渡グループ | グループ名称                | 評価に用いた過渡回数 | 60年時点の推定過渡回数 |
|--------|-----------------------|------------|--------------|
| A-1    | 起動                    | 44         | 57           |
| A-2    | 停止                    | 44         | 57           |
| B-1    | 負荷上昇                  | 289        | 331          |
| B-2    | 負荷減少                  | 287        | 321          |
| C      | 燃料交換                  | 22         | 22           |
| D-1    | 1次冷却系停止ループの誤起動        | 2          | 2            |
| D-2    | 負荷の喪失                 | 5          | 6            |
| E      | 不注意な冷却を伴う原子炉トリップ      | 7          | 8            |
| F      | 不注意な冷却と安全注入を伴う原子炉トリップ | 3          | 3            |

60年時点の推定過渡回数に対する疲労累積係数は、「環境疲労評価結果詳細」に示す疲労累積係数 (Uf, Uen) × 「60年時点の推定過渡回数」 / 「評価に用いた過渡回数」として保守的に求めることができる。

「60年時点の推定過渡回数」 / 「評価に用いた過渡回数」の最大値=57/44≒1.3 であることから、60年時点の推定過渡回数に対する疲労累積係数 (Uf, Uen) は、表3に示す結果となる。

表3 炉心支持構造物の60年時点の推定過渡回数に対する疲労評価結果

|                     | 設計・建設規格<br>による解析                        | 環境疲労評価手法<br>による解析                       |
|---------------------|---|---|
| 上部炉心支持板<br>(ステンレス鋼) | $0.0002 \times 1.3 = 0.00026$<br>0.001  | $0.00113 \times 1.3 = 0.00147$<br>0.002 |
| 上部炉心支持柱<br>(ステンレス鋼) | $0.00001 \times 1.3 = 0.00002$<br>0.001 | $0.00001 \times 1.3 = 0.00002$<br>0.001 |
| 下部炉心支持板<br>(ステンレス鋼) | $0.00001 \times 1.3 = 0.00002$<br>0.001 | $0.00012 \times 1.3 = 0.00016$<br>0.001 |
| 下部炉心支持柱<br>(ステンレス鋼) | $0.00001 \times 1.3 = 0.00002$<br>0.001 | $0.00001 \times 1.3 = 0.00002$<br>0.001 |

炉内構造物の環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境効果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fenが1を超える値となった過渡の温度、ひずみ履歴を示す。なお、上部炉心支持柱、下部炉心支持柱については、fenが1を超えるものはなかった。

(1) 上部炉心支持板

a. D-1 (1次冷却系停止ループの誤起動) -F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)



b. B-1 (負荷上昇) -F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ)



c. B-1 (負荷上昇) -E (不注意な冷却を伴うトリップ)



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) 下部炉心支持板

a. F (不注意な冷却とSIを伴うトリップ) -D-2 (負荷の喪失)



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－I A S C C－4 Rev. 1

| <p>タイトル</p> | <p>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。</p>   |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |       |     |         |     |             |     |      |     |            |     |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |
|-------------|--|----|-------|-------------|-----|--------|-----|-----------|-----|------------|-----|-----|-----|-------|-----|---------|-----|-------------|-----|------|-----|------------|-----|----|-------|-------------|-----|--------|-----|-----------|-----|------------|-----|-----|-----|
| <p>説明</p>   | <p>通常運転時の炉内構造物は1次冷却材と接しており、炉内構造物の各部位表面の環境温度は下表のとおりである。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="584 770 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>下部炉心支持柱</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>なお、炉内構造物の温度については、フォーマ領域の1次冷却材温度およびガンマ発熱を考慮した熱伝導解析を実施しており、解析で算出した炉内構造物各部位の表面の最高温度を下表に示す。</p> <table border="1" data-bbox="584 1397 1198 1641"> <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> </tbody> </table> <p>なお、下部炉心板、下部炉心支持柱、下部燃料集合体案内ピン、熱遮蔽材、熱遮蔽材固定用ボルトについては解析モデル範囲外であり温度算出していないが、バップルフォーマボルトに比べると接する1次冷却材の温度が低いこと、また、炉心との位置関係からガンマ発熱の影響が小さいことから、バップルフォーマボルトの温度よりも低くなると考える。</p> <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 | 下部炉心支持柱 | 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 |
| 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  |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |       |     |         |     |             |     |      |     |            |     |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |
| 下部炉心支持柱     | 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  |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |       |     |         |     |             |     |      |     |            |     |    |       |             |     |        |     |           |     |            |     |     |     |

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



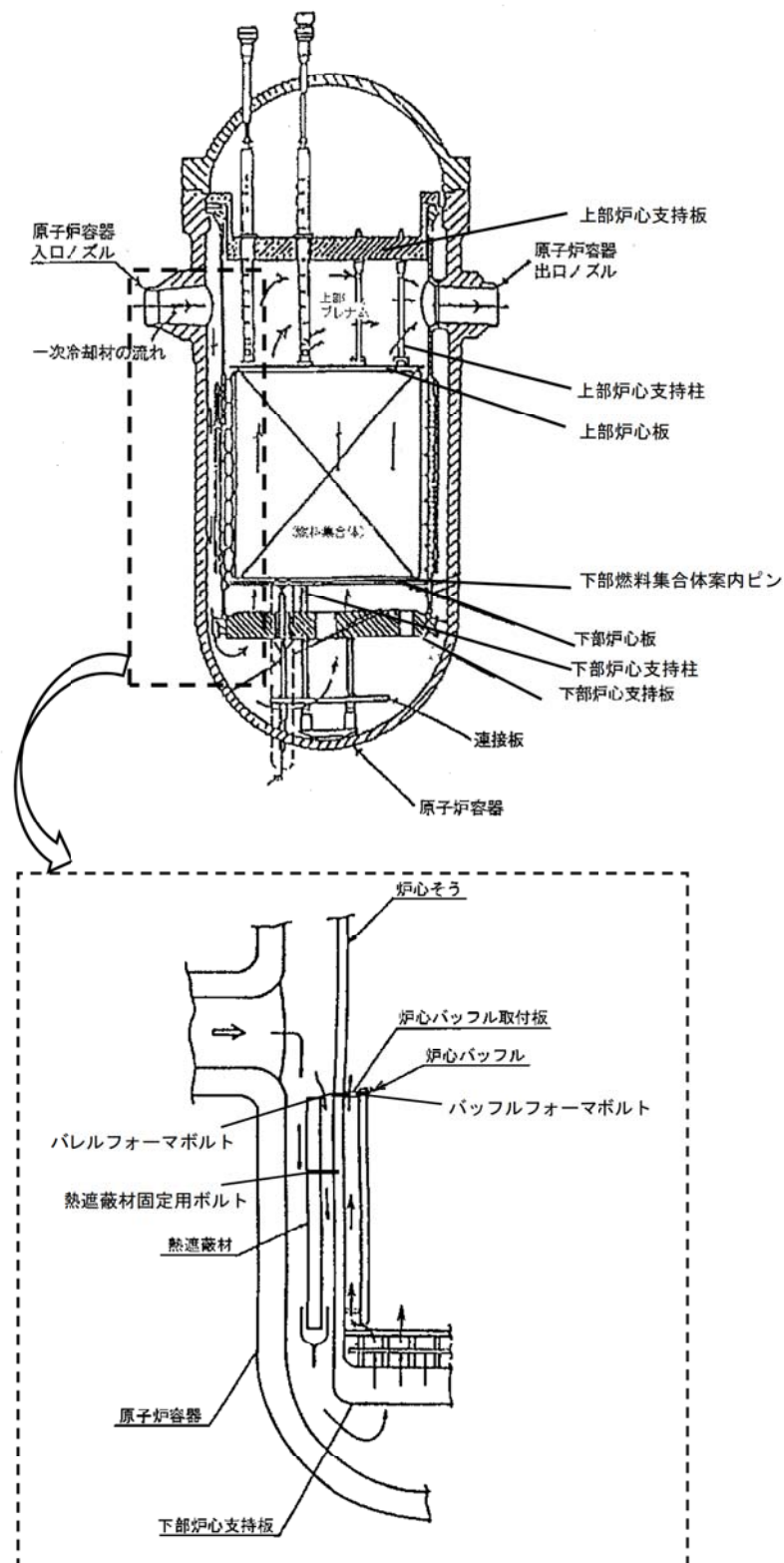


図 炉内構造物各部位と1次冷却材の流れの概念図

美浜3号炉-IASCC-6

|             |   |
|-------------|---|
| <p>タイトル</p> | <p>取替予定の炉内構造物における代表部位の選定について。</p>   |
| <p>説明</p>   | <p>炉内構造物各部位に対して、IASCCの発生要因となる中性子照射量、応力、温度の比較結果、および海外におけるIASCC損傷事例の実績から、評価が最も厳しくなるバッフルフォーマボルトを直接的な評価部位として抽出している。炉内構造物各部位とバッフルフォーマボルトの具体的な比較結果を以下に示す。</p> <p>○バッフルフォーマボルトの中性子照射量応力、温度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中性子照射量：<math>3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2</math></li> <li>・運転初期の応力：約 <math>\square \square</math> MPa</li> <li>・温度：<math>\square \square</math> °C</li> </ul> <p>なお、美浜3号炉では炉内構造物取替に際して、炉心バッフルに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、炉内構造物取替前に比べてバッフルフォーマボルトに発生する応力を低減している。また、バッフルフォーマボルトは、炉内構造物取替前に比べてボルトシャンク長さの増大し、ボルト首下形状をパラボリック形状とすることで応力の改善を図っている。</p> <p>○炉心槽</p> <p>中性子照射量 (<math>9 \times 10^{21} \text{n/cm}^2</math>) は、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。</p> <p>炉心槽溶接部の運転初期の残留応力 (約 <math>\square \square</math> MPa) は、バッフルフォーマボルトに比べて小さい。</p> <p>温度 (<math>\square \square</math> °C) はバッフルフォーマボルトに比べて若干高いが、原子力基盤機構「照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」において、各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の有無を整理した結果、割れ発生応力に対して試験温度の有意な影響は認められないことが示されている (添付-1)。</p> <p>よって、バッフルフォーマボルトに比べてIASCC発生の可能性は小さいと評価している。</p> <p>○炉心バッフル、炉心バッフル取付板</p> <p>中性子照射量 (<math>3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2</math>) は、バッフルフォーマボルトと同等である。</p> <p>炉心バッフル、炉心バッフル取付板には熱応力が作用するが、バッフルフォーマボルトに比べて応力は小さい。</p> <p>温度は、炉心バッフルが <math>\square \square</math> °C、炉心バッフル取付板は <math>\square \square</math> °Cであり、バッフルフォーマボルトに比べて若干高いが、原子力基盤機構「照</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

射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」において、各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の有無を整理した結果、割れ発生応力に対して、試験温度の有意な影響は認められないことが示されている (添付-1)。

よって、バッフルフォーマボルトに比べて I A S C C 発生の可能性は小さいと評価している。

○バレルフォーマボルト

応力レベルはバッフルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量 ( $3 \times 10^{21} \text{n/cm}^2$ ) と温度 ( $\square$  °C) はバッフルフォーマボルトに比べて低い。

よって、バッフルフォーマボルトに比べて I A S C C 発生の可能性は小さいと評価している。なお、バレルフォーマボルトは、炉内構造物取替前に比べてボルトシャンク長さの増大し、ボルト首下形状をパラボリック形状とすることで応力の改善を図っている。

○下部炉心板、下部炉心支持柱、下部燃料集合体案内ピン、熱遮蔽材

中性子照射量、応力、温度のいずれもバッフルフォーマボルトよりも小さい。

よって、バッフルフォーマボルトに比べて I A S C C 発生の可能性は小さいと評価している。

○熱遮蔽材固定用ボルト

応力レベルはバッフルフォーマボルトと同等であるが、中性子照射量、温度はバッフルフォーマボルトよりも小さい。

よって、バッフルフォーマボルトに比べて I A S C C 発生の可能性は小さいと評価している。

以 上

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

平成20年度  
照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術  
に関する報告書

平成21年9月

独立行政法人 原子力安全基盤機構

#### 9.6 割れ発生応力と中性子照射量との関係

定荷重 SCC 試験結果に関して、各試験温度に対する負荷応力と中性子照射量に対する割れ発生の有無について整理した結果を図 9.6-1 に示す。

- ・ 中性子照射量の増加に伴い割れ発生応力値が低下する傾向が認められた。
- ・ 中性子照射量が 70dpa 程度になると約 400MPa (0.4 $\sigma_y$ ) でも割れが認められることがわかった。
- ・ 割れ発生応力値に対して、試験温度の有意な影響は認められなかった。

また、同様な定荷重 SCC 試験で SCC 発生が評価されているデータ<sup>[9.6-1,2]</sup>との比較検討を行った結果を図 9.6-2 に示す。

その結果、ほぼ同等の割れ発生応力値を示しており、本事業で得た試験データの妥当性を確認している。

[9.6-1] WH: P. Freyer et al., 13th Environmental Degradation Conference, Whistler, British Columbia August 19 - 23, 2007.

[9.6-2] INSS: H. Nishioka et al., 13th Environmental Degradation Conference, Whistler, British Columbia August 19 - 23, 2007.



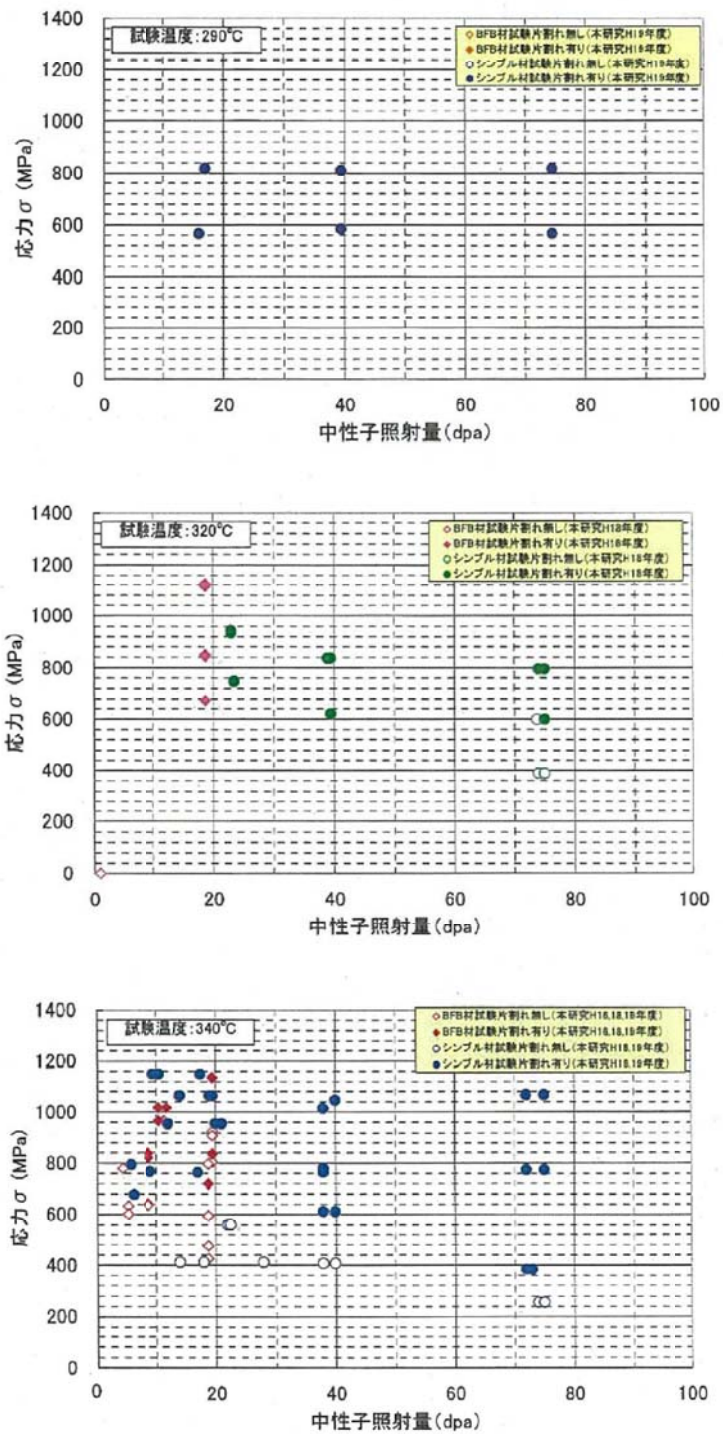


図 9.6-1 本事業での定荷重 SCC 試験結果 (応力 vs 中性子照射量)

美浜3号炉－IASC－8

|             |   |
|-------------|---|
| <p>タイトル</p> | <p>炉内構造物に対する現状保全の考え方、点検計画、点検方法、結果について。</p>  |
| <p>説明</p>   | <p>美浜3号炉の炉内構造物取替後のバッフルフォーマボルトについては、IASC損傷予測評価の結果、運転開始後60年時点（炉内構造物取替後約14万運転時間）においてボルトの損傷が発生することはないと評価している。また、バッフルフォーマボルト以外の部位については、バッフルフォーマボルトとの相対的な評価から照射誘起型応力腐食割れは発生しないと評価している。</p> <p>また、美浜3号炉のバッフルフォーマボルトについては、プラント運開から第25回定期検査時（約22万運転時間）の炉内構造物取替までのプラント運用に問題はなかった実績がある。さらに、炉内構造物取替前のバッフルフォーマボルトに対して、第14回定期検査時（約12万運転時間、中性子照射量は約<math>2.9 \times 10^{22} \text{n/cm}^2</math>）に超音波探傷検査を実施し、有意な欠陥がなかったことを確認している（添付－1）。</p> <p>一方、美浜3号炉の炉内構造物取替後から運転開始60年時点における運転時間は約14万運転時間であり、バッフルフォーマボルトの中性子照射量は約<math>3 \times 10^{22} \text{n/cm}^2</math>と評価している。この運転時間と中性子照射量は、炉内構造物取替前のバッフルフォーマボルトに対して超音波探傷検査を実施してボルトの健全性を確認した運転時間および中性子照射量とほぼ同じである。</p> <p>さらに、炉内構造物取替時には、下記の改良設計により耐照射誘起型応力腐食割れ性の向上を図っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul> <p>よって、炉内構造物取替前のバッフルフォーマボルトの点検結果からも、運転開始後60年時点においてバッフルフォーマボルトに損傷が発生する可能性はないと考える。また、バッフルフォーマボルト以外の部位についても、バッフルフォーマボルトとの相対的な評価から照射誘起型応力腐食割れは発生しないと評価している。</p> |

このため、現状保全としては、日本機械学会 発電用原子力設備規格維持規格に基づき、下表に示す定期的な可能範囲の目視検査を実施し、炉内構造物に異常（バッフル板の過大な変形や部品脱落、損傷等）がないことを確認している。

至近の点検記録を添付-2に示すが、これまで点検の結果、有意な異常は認められていない。なお、美浜3号炉の炉内構造物は第25回定期検査時に一式取替を実施することとしており、取替後も維持規格に基づく点検を実施する予定である。

#### 維持規格検査内容

| 項目番号  | 対象箇所     | 試験対象                    | 方法   | 頻度  |
|-------|----------|-------------------------|------|-----|
| G1.10 | 原子炉容器の内部 | 炉心槽<br>炉心バッフル※<br>下部炉心板 | VT-3 | 約3年 |
| G1.50 | 炉心支持構造物  | 炉心槽<br>上部炉心支持板<br>など    | VT-3 | 約7年 |

※炉心バッフル取付板、バッフルフォーマボルト、バレルフォーマボルトを含む

以 上



3H07-M071  
資料室保管

A クラス

客先  
所長 所長代理 技師 次長 安全次長 機 課長 係長 班長 係

KEP MIHAWA NUCLEAR POWER PLANT UNIT 3  
関西電力美浜発電所 第3号機

第14回定検

原子炉容器バッフルフォーマボルト点検工事

総括報告書

|      |              |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
|------|--------------|---------|----------|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|
| 発行   | 関西電力(株)美浜発電所 |         |          | 作成                | 平成7年4月10日 |    |    |    |    |    |    |
| 作業所  | 図書番号         | 改正      | 所長       | 所代                | 班長        | 品管 | 安全 | 異物 | 放管 | 担当 | 作成 |
|      | KM3-14-D415  | 0       |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 現地   | 客            | 品       | 関連資料図書番号 |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 配布   | 先            | 管       | 控        |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 先    | 1            | 1       | 控        |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 内容   | 注文主          | 工事番号    | 年月日      |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 本文   | 頁            | アイテム    | 照合者      |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 図表   | 枚            | 2315699 | 77.4.15  | 原子力品質保証部サービス品質管理課 |           |    |    |    |    |    |    |
| 表紙共  | 枚            | KMN-3   |          | 課長 主任 担当 作成       |           |    |    |    |    |    |    |
| 備考   |              | C100    |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 原紙保管 |              |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 原サ品課 |              |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 作成   | 平成7年4月13日    |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 出書   | 平成 年 月 日     |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |
| 図書   | UFG-95F073   |         |          | 改正                |           |    |    |    |    |    |    |
| 番号   | 0            |         |          |                   |           |    |    |    |    |    |    |

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考                                  | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考                                 |
|-----------|----------|----------|----------|----|-------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----------|----------|----------|----------|----|------------------------------------|
| 1         | 1        | 5        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 5        | 5        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 1        | 1        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 1        | 6        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 5        | 6        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 1        | 2        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 1        | 7        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 5        | 7        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 1        | 3        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 1        | 8        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 5        | 8        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 2        | 1        | 3/22 I   | 良  | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/24 I 斜角度 |
| 1         | 2        | 5        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 6        | 5        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 2        | 2        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 2        | 6        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 6        | 6        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 2        | 3        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 2        | 7        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 6        | 7        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 3        | 1        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 2        | 8        | 3/17 II  | 良  | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角度 | 1         | 6        | 8        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 3        | 2        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 3        | 5        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 7        | 5        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 3        | 3        | 3/23 I   | 良  |                                    |
| 1         | 3        | 6        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 7        | 6        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 4        | 1        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 3        | 7        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 7        | 7        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 4        | 2        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 3        | 8        | 3/17 II  | 良  | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角度 | 1         | 7        | 8        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 4        | 3        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 4        | 5        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 8        | 5        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 5        | 1        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 4        | 6        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 8        | 6        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 5        | 2        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 4        | 7        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 8        | 7        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 5        | 3        | 3/22 I   | 良  |                                    |
| 1         | 4        | 8        | 3/17 II  | 良  |                                     | 1         | 8        | 8        | 3/17 II  | 良  |    | 2         | 6        | 1        | 3/22 I   | 良  |                                    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考                                  |
|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----------|----------|----------|----------|----|-------------------------------------|
| 2         | 6        | 2        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 1        | 1        | 3/18 I   | 良  |    | 3         | 5        | 1        | 3/18 I   | 良  |                                     |
| 2         | 6        | 3        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 1        | 2        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 5        | 2        | 3/17 II  | 良  |                                     |
| 2         | 7        | 1        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 1        | 3        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 5        | 3        | 3/17 II  | 良  |                                     |
| 2         | 7        | 2        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 1        | 4        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 5        | 4        | 3/17 II  | 良  |                                     |
| 2         | 7        | 3        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 2        | 1        | 3/18 I   | 良  |    | 3         | 6        | 1        | 3/18 I   | 良  |                                     |
| 2         | 8        | 1        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 2        | 2        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 6        | 2        | 3/17 II  | 良  |                                     |
| 2         | 8        | 2        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 2        | 3        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 6        | 3        | 3/17 II  | 良  | 健全部斜角例<br>3/28 II 良                 |
| 2         | 8        | 3        | 3/22 I   | 良  |    | 3         | 2        | 4        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 6        | 4        | 3/17 II  | 良  |                                     |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 3        | 1        | 3/18 I   | 良  |    | 3         | 7        | 1        | 3/18 I   | 良  | 健全部斜角例<br>3/28 II 良                 |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 3        | 2        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 7        | 2        | 3/17 II  | 良  | B <sub>113</sub> -消失<br>3/28 II 斜角度 |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 3        | 3        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 7        | 3        | 3/17 II  | 良  | B <sub>113</sub> -消失<br>3/28 II 斜角度 |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 3        | 4        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 7        | 4        | 3/17 II  | 良  |                                     |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 4        | 1        | 3/18 I   | 良  |    | 3         | 8        | 1        | 3/18 I   | 良  |                                     |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 4        | 2        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 8        | 2        | 3/17 II  | 良  |                                     |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 4        | 3        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 8        | 3        | 3/17 II  | 良  |                                     |
|           |          |          |          |    |    | 3         | 4        | 4        | 3/17 II  | 良  |    | 3         | 8        | 4        | 3/17 II  | 良  |                                     |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 |
|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|----|
| 4     | 1    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 1    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 1    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 1    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 1    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 1    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 2    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 2    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 2    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 2    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 2    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 2    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 3    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 3    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 3    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 3    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 3    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 3    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 4    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 4    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 4    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 4    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 4    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 4    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 5    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 5    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 5    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 5    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 5    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 5    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 6    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 6    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 6    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 6    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 6    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 6    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 7    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 7    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 7    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 7    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 7    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 7    | 2    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 8    | 1    | 3/22 | 良  |    | 5     | 8    | 1    | 3/18 | 良  |    | 6     | 8    | 1    | 3/22 | 良  |    |
| 4     | 8    | 2    | 3/22 | 良  |    | 5     | 8    | 2    | 3/18 | 良  |    | 6     | 8    | 2    | 3/22 | 良  |    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 |
|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|----|
| 7     | 1    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 1    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 1    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 1    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 1    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 1    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 2    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 2    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 2    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 2    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 2    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 2    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 3    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 3    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 3    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 3    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 3    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 3    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 4    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 4    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 4    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 4    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 4    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 4    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 5    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 5    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 5    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 5    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 5    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 5    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 6    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 6    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 6    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 6    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 6    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 6    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 7    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 7    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 7    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 7    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 7    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 7    | 2    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 8    | 1    | 3/18 | 良  |    | 8     | 8    | 1    | 3/22 | 良  |    | 9     | 8    | 1    | 3/18 | 良  |    |
| 7     | 8    | 2    | 3/18 | 良  |    | 8     | 8    | 2    | 3/22 | 良  |    | 9     | 8    | 2    | 3/18 | 良  |    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考                     | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考                   |
|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|------------------------|-------|------|------|------|----|----------------------|
| 10    | 1    | 1    | 3/22 | 良  |    | 10    | 5    | 1    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 1    | 1    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 1    | 2    | 3/22 | 良  |    | 10    | 5    | 2    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 1    | 2    | 3/18 | 良  | 健全部(L17) 3/28 II 斜角良 |
| 10    | 1    | 3    | 3/22 | 良  |    | 10    | 5    | 3    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 1    | 3    | 3/18 | 良  | 健全部(L17) 3/28 II 斜角良 |
| 10    | 1    | 4    | 3/22 | 良  |    | 10    | 5    | 4    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 2    | 1    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 2    | 1    | 3/22 | 良  |    | 10    | 6    | 1    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 2    | 2    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 2    | 2    | 3/22 | 良  |    | 10    | 6    | 2    | 3/22 | 良  | 健全部斜角例 3/23 II 良       | 11    | 2    | 3    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 2    | 3    | 3/22 | 良  |    | 10    | 6    | 3    | 3/22 | 良  | B12-減衰 3/23 II 斜角良     | 11    | 3    | 1    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 2    | 4    | 3/22 | 良  |    | 10    | 6    | 4    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 3    | 2    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 3    | 1    | 3/22 | 良  |    | 10    | 7    | 1    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 3    | 3    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 3    | 2    | 3/22 | 良  |    | 10    | 7    | 2    | 3/22 | 良  | B12-減衰 3/23 II 斜角良     | 11    | 4    | 1    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 3    | 3    | 3/22 | 良  |    | 10    | 7    | 3    | 3/22 | 良  | B12-減衰 3/23 II 斜角良     | 11    | 4    | 2    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 3    | 4    | 3/22 | 良  |    | 10    | 7    | 4    | 3/22 | 良  | 健全部斜角例 3/23 II 良       | 11    | 4    | 3    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 4    | 1    | 3/22 | 良  |    | 10    | 8    | 1    | 3/22 | 良  | 健全部(L17-大) 3/23 II 斜角良 | 11    | 5    | 1    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 4    | 2    | 3/22 | 良  |    | 10    | 8    | 2    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 5    | 2    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 4    | 3    | 3/22 | 良  |    | 10    | 8    | 3    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 5    | 3    | 3/18 | 良  |                      |
| 10    | 4    | 4    | 3/22 | 良  |    | 10    | 8    | 4    | 3/22 | 良  |                        | 11    | 6    | 1    | 3/18 | 良  |                      |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考                   | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付 | 結果 | 備考                 |
|-------|------|------|------|----|----------------------|-------|------|------|------|----|----|-------|------|------|------|----|--------------------|
| 11    | 6    | 2    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 1    | 3/22 | 良  |    | 12    | 3    | 1    | 3/22 | 良  |                    |
| 11    | 6    | 3    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 2    | 3/22 | 良  |    | 12    | 3    | 2    | 3/22 | 良  |                    |
| 11    | 7    | 1    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 3    | 3/22 | 良  |    | 12    | 3    | 3    | 3/22 | 良  |                    |
| 11    | 7    | 2    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 4    | 3/22 | 良  |    | 12    | 3    | 4    | 3/22 | 良  |                    |
| 11    | 7    | 3    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 5    | 3/18 | 良  |    | 12    | 3    | 5    | 3/18 | 良  |                    |
| 11    | 8    | 1    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 6    | 3/18 | 良  |    | 12    | 3    | 6    | 3/18 | 良  |                    |
| 11    | 8    | 2    | 3/18 | 良  | 健全部(B1既) 3/28 II 斜角良 | 12    | 1    | 7    | 3/18 | 良  |    | 12    | 3    | 7    | 3/18 | 良  |                    |
| 11    | 8    | 3    | 3/18 | 良  |                      | 12    | 1    | 8    | 3/18 | 良  |    | 12    | 3    | 8    | 3/18 | 良  | B12-減衰 3/28 II 斜角良 |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 1    | 3/22 | 良  |    | 12    | 4    | 1    | 3/22 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 2    | 3/22 | 良  |    | 12    | 4    | 2    | 3/22 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 3    | 3/22 | 良  |    | 12    | 4    | 3    | 3/22 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 4    | 3/22 | 良  |    | 12    | 4    | 4    | 3/22 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 5    | 3/18 | 良  |    | 12    | 4    | 5    | 3/18 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 6    | 3/18 | 良  |    | 12    | 4    | 6    | 3/18 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 7    | 3/18 | 良  |    | 12    | 4    | 7    | 3/18 | 良  |                    |
|       |      |      |      |    |                      | 12    | 2    | 8    | 3/18 | 良  |    | 12    | 4    | 8    | 3/18 | 良  | B12-減衰 3/28 II 斜角良 |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考                    |
|-------|------|------|---------|----|----|-------|------|------|---------|----|----|-------|------|------|---------|----|-----------------------|
| 12    | 5    | 1    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 7    | 1    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 1    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |
| 12    | 5    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 7    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 1    | 2    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 5    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 7    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 1    | 3    | 3/23 II | 良  | B127-補装<br>3/24 I 斜角處 |
| 12    | 5    | 4    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 7    | 4    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 2    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |
| 12    | 5    | 5    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 7    | 5    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 2    | 2    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 5    | 6    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 7    | 6    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 2    | 3    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 5    | 7    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 7    | 7    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 3    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |
| 12    | 5    | 8    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 7    | 8    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 3    | 2    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 1    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 8    | 1    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 3    | 3    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 8    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 4    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |
| 12    | 6    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 8    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 4    | 2    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 4    | 3/22 II | 良  |    | 12    | 8    | 4    | 3/22 II | 良  |    | 13    | 4    | 3    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 5    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 8    | 5    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 5    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |
| 12    | 6    | 6    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 8    | 6    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 5    | 2    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 7    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 8    | 7    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 5    | 3    | 3/23 II | 良  |                       |
| 12    | 6    | 8    | 3/18 II | 良  |    | 12    | 8    | 8    | 3/18 II | 良  |    | 13    | 6    | 1    | 3/23 I  | 良  |                       |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考 | 領域No. | 段No. | 列No. | 検査日付    | 結果 | 備考 |
|-------|------|------|---------|----|----|-------|------|------|---------|----|----|-------|------|------|---------|----|----|
| 13    | 6    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 1    | 1    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 5    | 1    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 6    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 1    | 2    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 5    | 2    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 7    | 1    | 3/23 I  | 良  |    | 14    | 1    | 3    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 5    | 3    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 7    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 1    | 4    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 5    | 4    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 7    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 2    | 1    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 6    | 1    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 8    | 1    | 3/23 I  | 良  |    | 14    | 2    | 2    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 6    | 2    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 8    | 2    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 2    | 3    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 6    | 3    | 3/18 II | 良  |    |
| 13    | 8    | 3    | 3/22 II | 良  |    | 14    | 2    | 4    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 6    | 4    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 3    | 1    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 7    | 1    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 3    | 2    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 7    | 2    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 3    | 3    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 7    | 3    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 3    | 4    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 7    | 4    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 4    | 1    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 8    | 1    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 4    | 2    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 8    | 2    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 4    | 3    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 8    | 3    | 3/18 II | 良  |    |
|       |      |      |         |    |    | 14    | 4    | 4    | 3/18 II | 良  |    | 14    | 8    | 4    | 3/18 II | 良  |    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルト U T 検査結果

| 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考 | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付    | 結果 | 備考   | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考 |
|--------|-------|-------|--------|----|----|--------|-------|-------|---------|----|--|--------|-------|-------|--------|----|----|
| 15     | 1     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 1     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 1     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 1     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 1     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 1     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 2     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 2     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 2     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 2     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 2     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 2     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 3     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 3     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 3     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 3     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 3     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 3     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 4     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 4     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 4     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 4     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 4     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 4     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 5     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 5     | 1     | 3/18 II | 良  | B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 17     | 5     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 5     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 5     | 2     | 3/18 II | 良  | 健全部 (B <sub>1</sub> 底)<br>3/28 II 斜角良            | 17     | 5     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 6     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 6     | 1     | 3/18 II | 良  | B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 17     | 6     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 6     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 6     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 6     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 7     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 7     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 7     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 7     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 7     | 2     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 7     | 2     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 8     | 1     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 8     | 1     | 3/18 II | 良  |  | 17     | 8     | 1     | 3/23 I | 良  |    |
| 15     | 8     | 2     | 3/23 I | 良  |    | 16     | 8     | 2     | 3/18 II | 良  | B <sub>1</sub> A <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 17     | 8     | 2     | 3/23 I | 良  |    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルト U T 検査結果

| 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付    | 結果 | 備考 | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考 | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付    | 結果 | 備考 |
|--------|-------|-------|---------|----|----|--------|-------|-------|--------|----|----|--------|-------|-------|---------|----|----|
| 18     | 1     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 1     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 1     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 1     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 1     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 1     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 2     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 2     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 2     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 2     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 2     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 2     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 3     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 3     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 3     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 3     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 3     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 3     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 4     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 4     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 4     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 4     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 4     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 4     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 5     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 5     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 5     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 5     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 5     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 5     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 6     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 6     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 6     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 6     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 6     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 6     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 7     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 7     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 7     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 7     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 7     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 7     | 2     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 8     | 1     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 8     | 1     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 8     | 1     | 3/27 II | 良  |    |
| 18     | 8     | 2     | 3/27 II | 良  |    | 19     | 8     | 2     | 3/24 I | 良  |    | 20     | 8     | 2     | 3/27 II | 良  |    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。



バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備 考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備 考 | 領域<br>No.                          | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果   | 備 考 |   |                                     |
|-----------|----------|----------|----------|----|-----|-----------|----------|----------|----------|----|-----|------------------------------------|----------|----------|----------|------|-----|---|-------------------------------------|
| 21        | 1        | 1        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 5        | 1        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 1        | 1        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 1        | 2        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 5        | 2        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 1        | 2        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 1        | 3        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 5        | 3        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 1        | 3        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 1        | 4        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 5        | 4        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 2        | 1        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 2        | 1        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 6        | 1        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 2        | 2        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 2        | 2        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 6        | 2        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 2        | 3        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 2        | 3        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 6        | 3        | 3/24     | II | 良   | 22                                 | 3        | 1        | 3/27     | II   | 良   |   |                                     |
| 21        | 2        | 4        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 6        | 4        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 22       | 3        | 2        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 3        | 1        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 7        | 1        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 3        | 3        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 3        | 2        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 7        | 2        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 22       | 4        | 1        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 3        | 3        | 3/24     | I  | 良   | 21        | 7        | 3        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -消失<br>3/25 I 斜角良 | 22       | 4        | 2        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 3        | 4        | 3/24     | II | 良   | 21        | 7        | 4        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 4        | 3        | 3/27 | II  | 良 | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/26 II 斜角良 |
| 21        | 4        | 1        | 3/24     | II | 良   | 21        | 8        | 1        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 5        | 1        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 4        | 2        | 3/24     | II | 良   | 21        | 8        | 2        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 5        | 2        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 4        | 3        | 3/24     | II | 良   | 21        | 8        | 3        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 5        | 3        | 3/27 | II  | 良 |                                     |
| 21        | 4        | 4        | 3/24     | II | 良   | 21        | 8        | 4        | 3/24     | II | 良   |                                    | 22       | 6        | 1        | 3/27 | II  | 良 |                                     |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルトUT検査結果

| 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備 考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備 考 | 領域<br>No.                          | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果   | 備 考 |   |                                    |
|-----------|----------|----------|----------|----|-----|-----------|----------|----------|----------|----|-----|------------------------------------|----------|----------|----------|------|-----|---|------------------------------------|
| 22        | 6        | 2        | 3/27     | II | 良   | 23        | 1        | 1        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 23       | 5        | 1        | 3/24 | II  | 良 | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 |
| 22        | 6        | 3        | 3/27     | II | 良   | 23        | 1        | 2        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 5        | 2        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 7        | 1        | 3/27     | II | 良   | 23        | 1        | 3        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 5        | 3        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 7        | 2        | 3/27     | II | 良   | 23        | 1        | 4        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 5        | 4        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 7        | 3        | 3/27     | II | 良   | 23        | 2        | 1        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 23       | 6        | 1        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 8        | 1        | 3/27     | II | 良   | 23        | 2        | 2        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 6        | 2        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 8        | 2        | 3/27     | II | 良   | 23        | 2        | 3        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 6        | 3        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
| 22        | 8        | 3        | 3/27     | II | 良   | 23        | 2        | 4        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 6        | 4        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 3        | 1        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 7        | 1        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 3        | 2        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 23       | 7        | 2        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 3        | 3        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 7        | 3        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 3        | 4        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 | 23       | 7        | 4        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 4        | 1        | 3/24     | II | 良   | B <sub>113</sub> -消失<br>3/25 I 斜角良 | 23       | 8        | 1        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 4        | 2        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 8        | 2        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 4        | 3        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 8        | 3        | 3/24 | II  | 良 |                                    |
|           |          |          |          |    |     | 23        | 4        | 4        | 3/24     | II | 良   |                                    | 23       | 8        | 4        | 3/24 | II  | 良 |                                    |

備考：領域、段、列は検査位置図による。

バッフルフォーマボルト UT 検査結果

| 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考   | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付    | 結果 | 備考  | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考                      |
|--------|-------|-------|--------|----|--|--------|-------|-------|---------|----|---|--------|-------|-------|--------|----|-------------------------|
| 23     | 1     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 1     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 1     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 2     | 8     | 3/28 I | 良  | 健全部(B <sub>1</sub> 底)<br>3/28 II 斜角良             | 24     | 2     | 1     | 3/24 II | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -消失<br>3/25 I 斜角良 | 33     | 2     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 3     | 8     | 3/28 I | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 24     | 3     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 3     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 4     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 4     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 4     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 5     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 5     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 5     | 3     | 3/28 I | 良  | 健全部(I/底)<br>3/28 II 斜角良 |
| 23     | 6     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 6     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 6     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 7     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 7     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 7     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |
| 23     | 8     | 8     | 3/28 I | 良  |  | 24     | 8     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 33     | 8     | 3     | 3/28 I | 良  |                         |

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

バッフルフォーマボルト UT 検査結果

| 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付    | 結果 | 備考  | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果   | 備考   | 領域 No. | 段 No. | 列 No. | 検査日付   | 結果 | 備考  |
|--------|-------|-------|---------|----|---|--------|-------|-------|--------|------|--|--------|-------|-------|--------|----|---|
| 34     | 1     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 1     | 8     | 3/28 I | 良    |  | 35     | 1     | 1     | 3/25 I | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 |
| 34     | 2     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 2     | 8     | 3/28 I | 良    | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 35     | 2     | 1     | 3/25 I | 良  |   |
| 34     | 3     | 1     | 3/24 II | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>1/25 I 斜角良 | 34     | 3     | 8     | 3/28 I | 挿入不可 | 3/28 II 斜角良                                      | 35     | 3     | 1     | 3/25 I | 良  |   |
| 34     | 4     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 4     | 8     | 3/28 I | 良    |  | 35     | 4     | 1     | 3/25 I | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 |
| 34     | 5     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 5     | 8     | 3/28 I | 良    |  | 35     | 5     | 1     | 3/25 I | 良  |   |
| 34     | 6     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 6     | 8     | 3/28 I | 良    | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 35     | 6     | 1     | 3/25 I | 良  | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/25 I 斜角良 |
| 34     | 7     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 7     | 8     | 3/28 I | 良    |  | 35     | 7     | 1     | 3/25 I | 良  |   |
| 34     | 8     | 1     | 3/24 II | 良  |   | 34     | 8     | 8     | 3/28 I | 良    | B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> -減衰<br>3/28 II 斜角良 | 35     | 8     | 1     | 3/25 I | 良  |   |

備考：領域、段、列 は検査位置図による。



パッフルフォーマボルト UT 検査結果

| 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 | 領域<br>No. | 段<br>No. | 列<br>No. | 検査<br>日付 | 結果 | 備考 |  |
|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----------|----------|----------|----------|----|----|-----------|----------|----------|----------|----|----|--|
| 4.4       | 1        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 1        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 2        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 2        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 3        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 3        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 4        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 4        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 5        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 5        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 6        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 6        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 7        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 7        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
| 4.4       | 8        | 3        | 3/20     | I  | 良  | 1         | 8        | 1        | 3/23     | I  | 良  |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |
|           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |           |          |          |          |    |    |  |

備考：領域、段、列 は検査位置図による。

関西電力株式会社 美浜発電所

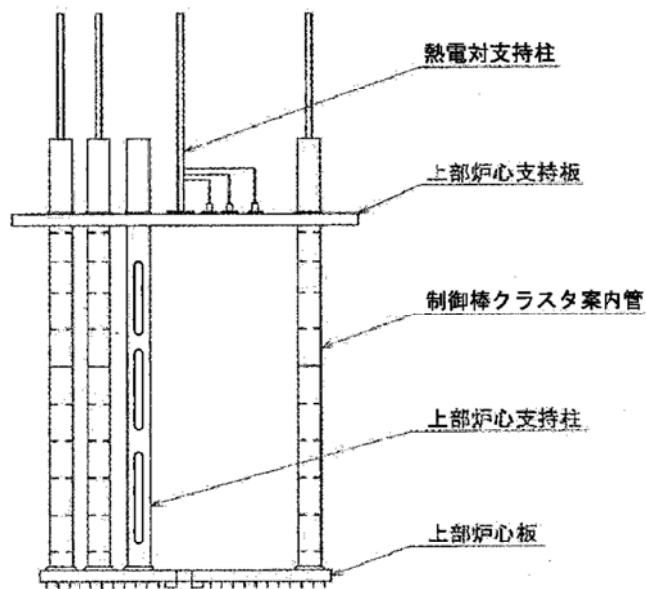
第3号機 第21回

定期事業者検査要領書

設備名：原子炉本体  
原子炉冷却系統設備  
計測制御系統設備  
検査名：第1種機器供用期間中検査  
要領書番号：M3-21-101-9

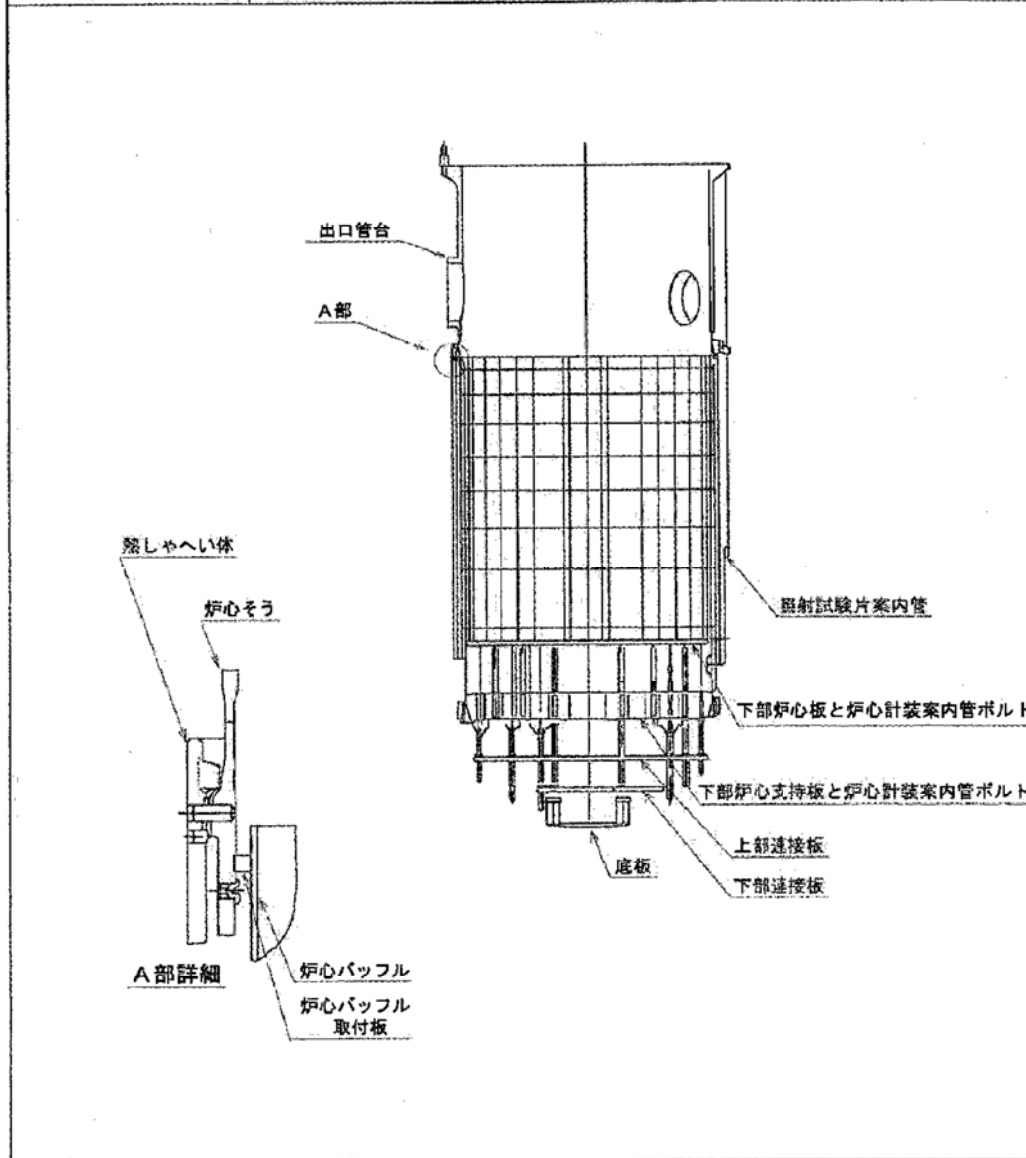
原子炉容器検査箇所図 (23/24)

|           |             |         |              |
|-----------|-------------|---------|--------------|
| 項目番号      | G1.70       | カテゴリ    | G-P-2        |
| 検査対象箇所    | 上部炉心構造物     |         |              |
| 全検査箇所     | 1基          | 検査方法    | VT-3 (水中テレビ) |
| 10年間の検査範囲 | 100% (可能範囲) | 当年度検査箇所 | 100%         |



原子炉容器検査箇所図 (24/24)

|           |             |         |              |
|-----------|-------------|---------|--------------|
| 項目番号      | G1.70       | カテゴリ    | G-P-2        |
| 検査対象箇所    | 下部炉心構造物     |         |              |
| 全検査箇所     | 1基          | 検査方法    | VT-3 (水中テレビ) |
| 10年間の検査範囲 | 100% (可能範囲) | 当年度検査箇所 | 100%         |



非破壊検査記録 ( 1/1 )

検査年月日 平成17年 7月 10日  
 検査員 XXXXXXXXXX

| 項目番号   | カテゴリ    | 機器名  | 検査の対象機器 | 検査箇所    |            |      |
|--------|---------|--|---------|---------|------------|------|
| G1.70  | G-P-2   | 原子炉容器  | 上部炉心構造物 | 100%    |            |      |
| 検査実施内容 | 目視検査    | 1. 直接目視検査 (VT- )      ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ) |         |         |            |      |
|        | 表面検査    | 浸透探傷検査                                       | 探傷剤     | 温度      | 浸透時間       | 現像時間 |
|        |         | 磁粉探傷検査                                       | 探傷器     | 磁粉      | 試験片        | その他  |
|        | 体積検査    | 超音波探傷検査                                      | 探傷器     | 探触子     | 試験片        | 感度   |
|        |         |  | リジェクション | 接触媒質    | パルス幅       |      |
|        |         |  | OFF     |         |            |      |
|        | 放射線透過検査 | 放射線透過検査                                      | 線源      | 線源寸法    | 線源・フィルム間距離 | 増感紙  |
|        |         |  | 透過度計の型  | 透過度計の位置 | 材厚         | はさみ金 |
|        |         |  |         |         |            |      |
|        | 検査実施結果  | 検査項目   |         | 結果      | 備考         |      |
| 目視検査   |         | 良  |         |         |            |      |
| 表面検査   |         | 浸透探傷検査                                       |         | 検査員:    |            |      |
|        |         | 磁粉探傷検査                                       |         | 検査員:    |            |      |
| 体積検査   |         | 超音波探傷検査                                      |         | 検査員:    |            |      |
|        | 放射線透過検査 |  | 検査員:    |         |            |      |
| 評価     |         |  |         |         |            |      |

非破壊検査記録 ( 1/1 )

検査年月日 平成 17 年 7 月 11 日

検査員 XXXXXXXXXX

| 項目番号   | カテゴリ  | 機器名  | 検査の対象機器 | 検査箇所       |            |      |
|--------|-------|--|---------|------------|------------|------|
| G1.70  | G-P-2 | 原子炉容器  | 下部炉心構造物 | 100%       |            |      |
| 検査実施内容 | 目視検査  | 1. 直接目視検査 (VT- )      ②. 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ) |         |            |            |      |
|        | 表面検査  | 浸透検査   | 探傷剤     | 温度         | 浸透時間       | 現像時間 |
|        | 表面検査  | 磁粉検査   | 探傷器     | 磁粉         | 試験片        | その他  |
|        | 体積検査  | 超音波探傷検査                                      | 探傷器     | 探触子        | 試験片        | 感度   |
|        | 放射線検査 | 透過検査   | 線源      | 線源寸法       | 線源・フィルム間距離 | 増感紙  |
|        | 放射線検査 | 放射線透過検査                                      | 透過度計の型  | 透過度計の位置    | 材厚         | はさみ金 |
|        | 放射線検査 | リジェクション                                      | OFF     | 接触媒質       | パルス幅       |      |
|        | 放射線検査 | 線源   | 線源寸法    | 線源・フィルム間距離 | 増感紙        |      |
|        | 放射線検査 | 透過度計の型                                       | 透過度計の位置 | 材厚         | はさみ金       |      |
|        | 放射線検査 | 線源   | 線源寸法    | 線源・フィルム間距離 | 増感紙        |      |
|        | 放射線検査 | 透過度計の型                                       | 透過度計の位置 | 材厚         | はさみ金       |      |
|        | 検査結果  | 検査項目   | 結果      |            | 備考         |      |
| 検査結果   | 目視検査  | 良  |         |            |            |      |
| 検査結果   | 表面検査  | 浸透探傷検査                                       | 検査員:    |            |            |      |
| 検査結果   | 表面検査  | 磁粉探傷検査                                       | 検査員:    |            |            |      |
| 検査結果   | 体積検査  | 超音波探傷検査                                      | 検査員:    |            |            |      |
| 検査結果   | 体積検査  | 放射線透過検査                                      | 検査員:    |            |            |      |
| 評価     |       |  |         |            |            |      |

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

定期事業者検査要領書

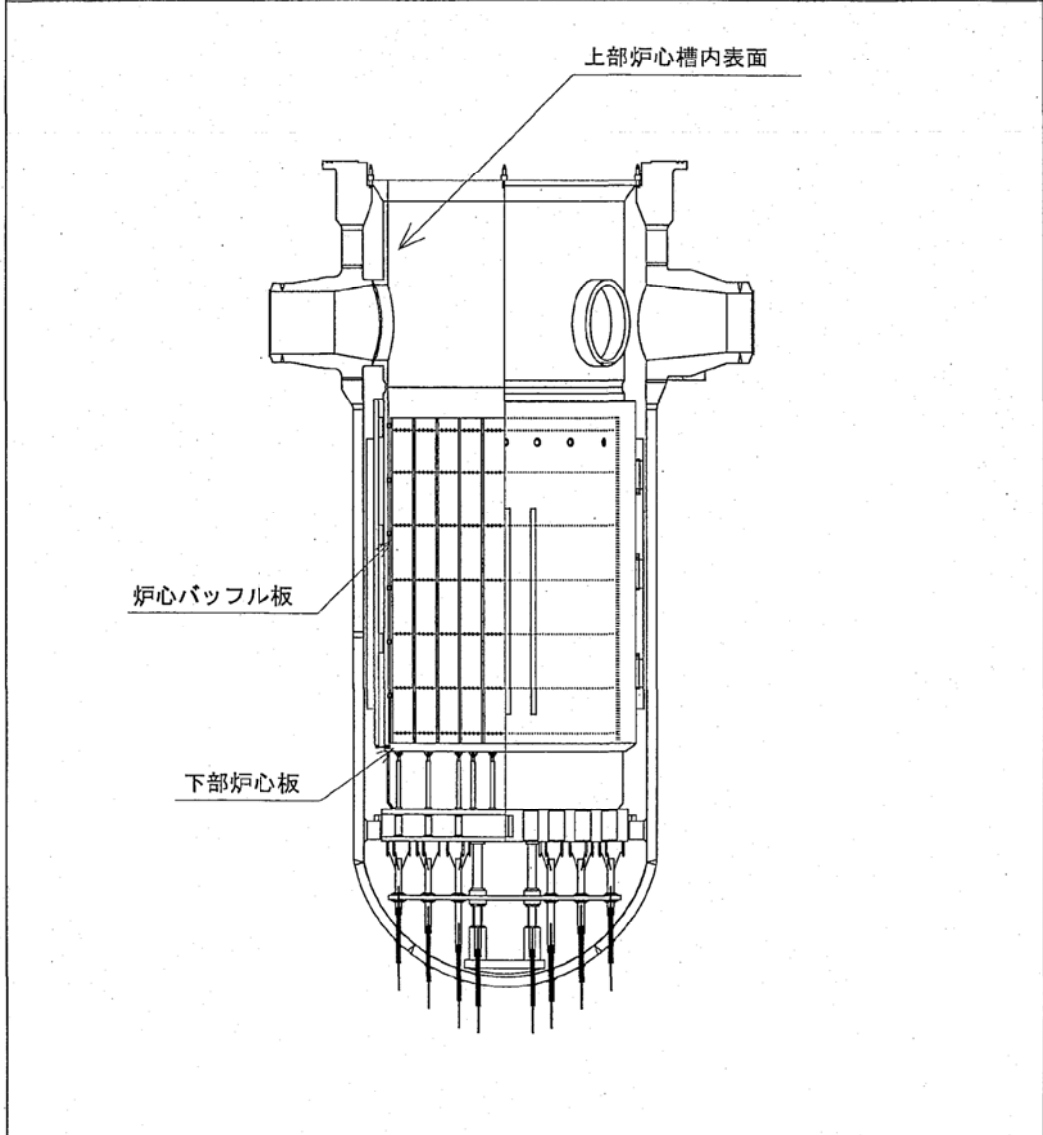
設 備 名：原子炉本体  
原子炉冷却系統設備  
計測制御系統設備

検 査 名：クラス1機器供用期間中検査

要領書番号：M3-24-101-2

原子炉容器検査箇所図(11/11)

|          |                       |         |              |
|----------|-----------------------|---------|--------------|
| 項目番号     | G1.10                 | カテゴリ    | G-P-1        |
| 検査対象箇所   | 原子炉容器の内部              |         |              |
| 全検査箇所    | 1基                    | 検査方法    | VT-3 (水中テレビ) |
| 7年間の検査範囲 | 各検査時期に<br>100% (可能範囲) | 当年度検査箇所 | 100%         |





非破壊検査記録 (1/1)

検査年月日 平成21年12月25日

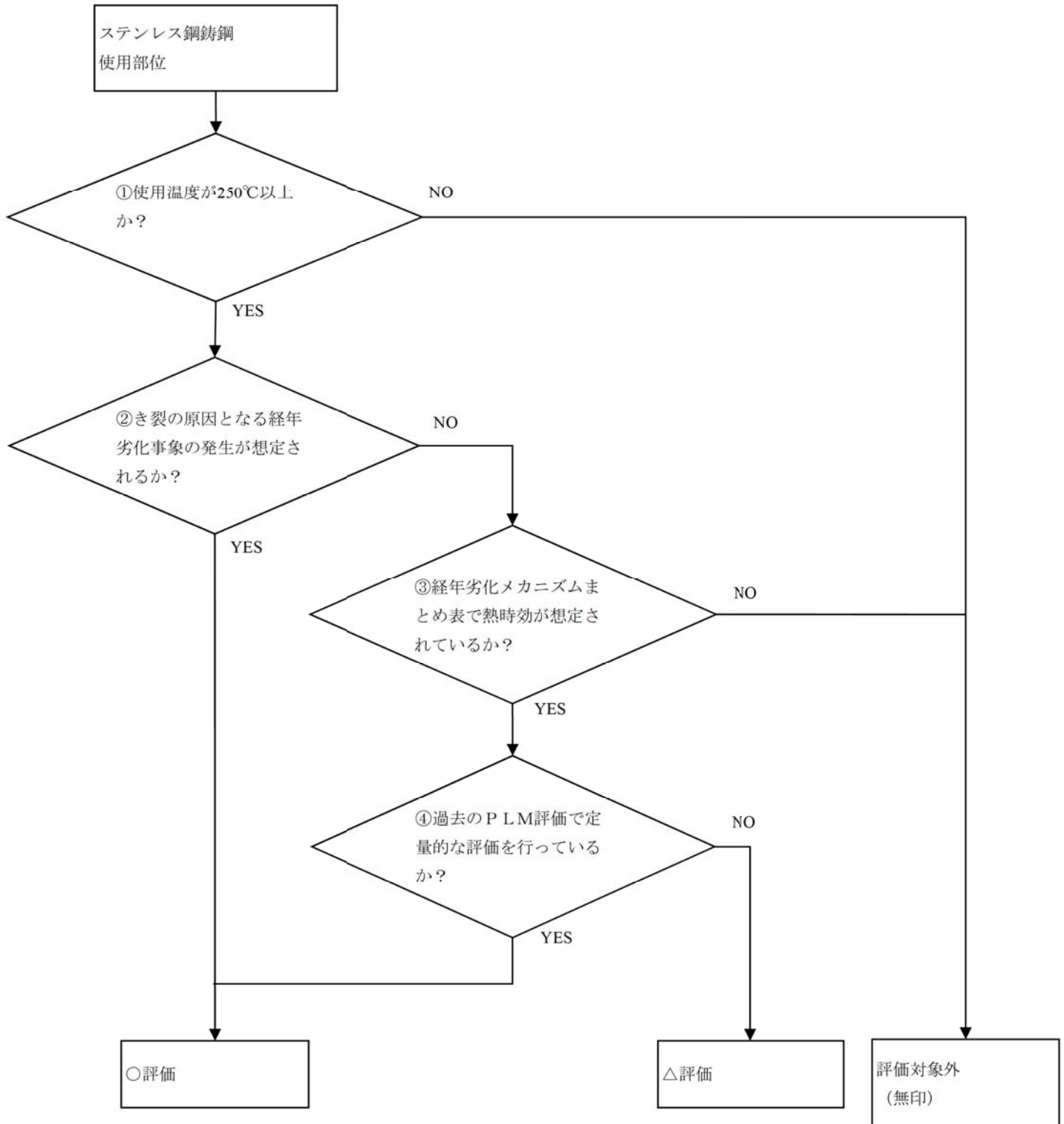
検査員 XXXXXXXXXX

| 項目番号   | カテゴリ   | 機器名  | 検査の対象機器  | 検査箇所 |      |      |
|--------|--------|--|----------|------|------|------|
| G1.10  | G-P-1  | 原子炉容器                                      | 原子炉容器の内部 | 100% |      |      |
| 検査実施内容 | 目視検査   | 1. 直接目視検査(VT- )      ②. 遠隔目視検査(VT-3 水中テレビ) |          |      |      |      |
|        | 表面検査   | 浸透探傷検査                                     | 探傷剤      | 温度   | 浸透時間 | 現像時間 |
|        | 体積検査   | 超音波探傷検査                                    | 探傷器      | 探触子  | 試験片  | 感度   |
|        |        |  | リジェクション  | 接触媒質 | パルス幅 |      |
|        |        |  | OFF      |      |      |      |
|        | 検査実施結果 | 検査項目                                       |          | 結果   | 備考   |      |
| 目視検査   |        | 良  |          |      |      |      |
| 表面検査   |        | 浸透探傷検査                                     |          | 検査員: |      |      |
| 体積検査   |        | 超音波探傷検査                                    |          | 検査員: |      |      |
| 評価     |        |  |          |      |      |      |

美浜3号炉－熱時効－1

| <p>タイトル</p>                    | <p>ステンレス鋼製機器の熱時効劣化評価対象物の抽出プロセスについて</p>  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
|--------------------------------|---|------|------|-------------|------|------------|------|------------|------|-----------|------|------------|------|--------|------|--------------------------------|------|
| <p>説明</p>                      | <p>ステンレス鋼製部位に対する評価の考え方（熱時効スクリーニングフロー）を添付1に示す。<br/>また、本フローに基づき選定した結果の一覧を添付2に示す。<br/>本スクリーニングの結果、○評価として1次冷却材ポンプのケーシング及び1次冷却材管を選定した。</p> <p>なお、添付2の表において、評価C（経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効を想定しているが、過去のPLM評価で定量的な評価を行っていないもの）としている下記表記載の部位について、○評価としない理由を対応する別添に記載する。</p> <p style="text-align: center;">表1 別添対応表</p> <table border="1" data-bbox="550 1075 1232 1422"> <thead> <tr> <th>部位名称</th> <th>別添番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプ羽根車</td> <td>別添－1</td> </tr> <tr> <td>加圧器スプレイノズル</td> <td>別添－2</td> </tr> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁</td> <td>別添－3</td> </tr> <tr> <td>抽出水第1しゃ断弁</td> <td>別添－4</td> </tr> <tr> <td>原子炉容器連絡逆止弁</td> <td>別添－5</td> </tr> <tr> <td>加圧器安全弁</td> <td>別添－6</td> </tr> <tr> <td>制御棒クラスタ構成品<br/>(スパイダー、ベーン、フィンガ)</td> <td>別添－7</td> </tr> </tbody> </table> | 部位名称 | 別添番号 | 1次冷却材ポンプ羽根車 | 別添－1 | 加圧器スプレイノズル | 別添－2 | 余熱除去ポンプ入口弁 | 別添－3 | 抽出水第1しゃ断弁 | 別添－4 | 原子炉容器連絡逆止弁 | 別添－5 | 加圧器安全弁 | 別添－6 | 制御棒クラスタ構成品<br>(スパイダー、ベーン、フィンガ) | 別添－7 |
| 部位名称                           | 別添番号  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 1次冷却材ポンプ羽根車                    | 別添－1  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 加圧器スプレイノズル                     | 別添－2  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 余熱除去ポンプ入口弁                     | 別添－3  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 抽出水第1しゃ断弁                      | 別添－4  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 原子炉容器連絡逆止弁                     | 別添－5  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 加圧器安全弁                         | 別添－6  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |
| 制御棒クラスタ構成品<br>(スパイダー、ベーン、フィンガ) | 別添－7  |      |      |             |      |            |      |            |      |           |      |            |      |        |      |                                |      |

## 熱時効スクリーニングフロー



ステンレス鋼鑄鋼使用部位の評価一覧

<評価根拠>  
 A: 使用温度が250℃未満  
 B: き裂の原因となる経年劣化現象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない  
 C: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定)  
 D: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定)

| 機種                 | 機器                          | 部位             | ①最高使用温度 | ②使用温度 | ③き裂を想定? | ④まとめ表で想定? | ⑤過去に定量的評価? | PLM評価 | 評価根拠 |
|--------------------|-----------------------------|----------------|---------|-------|---------|-----------|------------|-------|------|
| ポンプ                | 海水ポンプ                       | 羽根車            | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 案内羽根、吸込口、中間軸受箱 |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 充てん/高圧注入ポンプ                 | 羽根車            | 150     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 1次系冷却水ポンプ                   | 羽根車            | 95      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | タービン動補助給水ポンプ                | 羽根車            | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | ケーシングカバー       |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 余熱除去ポンプ                     | 羽根車            | 200     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | ケーシング、ケーシングカバー |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 復水ポンプ                       | 羽根車            | 80      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 1次冷却材ポンプ                    | 羽根車            | 343     | -     | 289     | x         | ○          | x     | △    |
| ケーシング              |                             | x              |         |       | ○       | ○         | ○          | D     |      |
| 主フランジ              |                             | 130            |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
| 容器                 | 加圧器                         | スプレインズル        | 360     | -     | x       | ○         | x          | △     | C    |
| 配管                 | 1次冷却材管                      | 直管             | 343     | -     | x       | ○         | ○          | ○     | D    |
|                    |                             | エルボ            |         |       | x       | ○         | ○          | ○     | D    |
| 仕切弁                | 余熱除去ポンプ入口弁                  | 弁箱             | 343     | -     | x       | ○         | x          | △     | C    |
|                    |                             | 弁蓋             |         |       | x       | ○         | x          | △     | C    |
|                    |                             | 弁体             |         |       | x       | x         | -          | -     | B    |
|                    | 内部スプレポンプエゼクタ入口弁             | 弁箱             | 150     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁体             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 補助給水ポンプミニマムフローライン復水タンク入口止め弁 | 弁箱             | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁蓋             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁体             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 海水ポンプ潤滑水A連絡弁                | 弁箱(弁座と一体)      | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁蓋             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
| 弁体                 |                             | -              |         |       | -       | -         | -          | A     |      |
| 玉形弁                | 抽出水第1しゃ断弁                   | 弁箱             | 343     | -     | x       | ○         | x          | △     | C    |
|                    | よう素除去薬品タンク出口弁               | 弁箱(弁座と一体)      | 150     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
| 弁蓋                 |                             | -              |         |       | -       | -         | -          | A     |      |
| バタフライ弁             | 余熱除去クーラ流量制御弁                | 弁箱(弁座と一体)      | 200     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁体             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 余熱除去クーラ冷却水出口流量調整弁           | 弁箱             | 95      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁蓋             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁体             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
| 内部スプレクーラ冷却水出口流量調整弁 | 弁体                          | 95             | -       | -     | -       | -         | A          |       |      |
| 海水ポンプ出口ストレーナ入口弁    | 弁体                          | 40             | -       | -     | -       | -         | -          | A     |      |
| ダイヤフラム弁            | 格納容器冷却材ドレンポンプ出口しゃ断弁         | 弁箱             | 150     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 格納容器行き1次系純水補給隔離弁            | 弁箱             | 65      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 格納容器減圧弁                     | 弁箱             | 122     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 海水ポンプ潤滑水ストレーナ入口弁            | 弁箱             | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 海水ポンプモータ冷却水流量発信器入口弁         | 弁蓋             | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
| スイング逆止弁            | 原子炉容器連絡逆止弁                  | 弁箱             | 343     | -     | x       | ○         | x          | △     | C    |
|                    | スプレエゼクタ入口逆止弁                | 弁箱             | 150     | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 加圧器逃がしタンク1次系純水供給入口逆止弁       | 弁箱             | 65      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    | 海水ポンプ潤滑水取出ライン逆止弁            | 弁箱(弁座と一体)      | 40      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |
|                    |                             | 弁蓋             |         |       | -       | -         | -          | -     | A    |
| 弁体                 |                             | -              |         |       | -       | -         | -          | A     |      |
| アーム                | -                           | -              | -       | -     | A       |           |            |       |      |
| 安全逃し弁              | 加圧器安全弁                      | 弁箱             | 360     | 100   | x       | ○         | x          | △     | C    |
|                    | 空気槽安全弁                      | 弁体             | 50      | -     | -       | -         | -          | -     | A    |

ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧

| ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧 |               |                  |   |       |         |           |           |       |      |
|-------------------|---------------|------------------|---|-------|---------|-----------|-----------|-------|------|
|                   |               |                  |   |       |         |           |           |       |      |
|                   |               |                  | <評価根拠><br>A: 使用温度が250℃未満<br>B: き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない<br>C: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定)<br>D: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定) |       |         |           |           |       |      |
| 機種                | 機器            | 部位               | ①最高使用温度   | ①使用温度 | ②き裂を想定? | ③まとめ表で想定? | ④過去に定量評価? | PLM評価 | 評価根拠 |
| タービン設備            | 高圧タービン        | インナーグランド本体       | 291   | 185以下 | —       | —         | —         |       | A    |
|                   |               | 翼環               |   | 257   | ×       | ×         | —         |       | B    |
|                   | 低圧タービン        | 静翼(11段翼)         | 270   | 115以下 | —       | —         | —         |       | A    |
|                   | 主油ポンプ         | 羽根車              | 80  | —     | —       | —         | —         |       | A    |
| 空調設備              | 冷凍機           | 冷水系統 冷水ポンプ ケーシング | —   | 40    | —       | —         | —         |       | A    |
|                   |               | 冷水系統 冷水ポンプ 羽根車   |   |       | —       | —         | —         |       | A    |
| 機械設備              | 計器用空気乾燥器      | 四方弁・弁体           | 300   | 200   | —       | —         | —         |       | A    |
|                   |               | 四方弁・弁箱           |   |       | —       | —         | —         |       | A    |
|                   |               | 四方弁・弁蓋           |   |       | —       | —         | —         |       | A    |
|                   | 制御棒クラスタ       | スパイダー・ベーン・フィンガ   | 343   | 325   | ×       | ○         | ×         | △     | C    |
|                   | 廃液蒸発装置 濃縮液ポンプ | 羽根車              | 150   | —     | —       | —         | —         |       | A    |
|                   |               | ケーシング            | —   | —     | —       | —         | —         |       | A    |
| 廃液蒸発装置 蒸りゅう水ポンプ   | 羽根車           | 150              | —   | —     | —       | —         |           | A     |      |
|                   | ケーシング         | —                | —   | —     | —       | —         |           | A     |      |

## 1 次冷却材ポンプ羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

1次冷却材ポンプ羽根車については、高経年化技術評価書での評価結果の通り、き裂の発生原因となる経年劣化事象および応力が想定されず、分解点検時の検査内容からもき裂が検出されていないことから、羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとしております。

き裂の発生が想定されないとした理由は以下のとおりです。

- ・1次冷却材ポンプ羽根車について、当社プラント及び国内原子力発電所では過去にき裂に関する不具合は発生しておりません。（国内原子力発電所については、原子力施設情報公開ライブラリーの登録情報による）
- ・1次冷却材ポンプ羽根車は圧力バウンダリではなく、想定される応力として定格運転時のインペラの遠心力と流体からの応力について想定し評価したところ、結果は  $1 \text{ N/mm}^2$ 程度であり1次冷却材管など他部位と比較して大きな荷重がかからないことからき裂が発生、進展していくことはないと考えられます。

図1に設計図面を示します。

分解点検時の検査内容および記録を以下に示します。（別添1-A）

### 1 次冷却材羽根車

点検頻度：ISIの定点であるC号機について  
それ以外のA・B号機は

点検方法, 判定基準：目視確認（表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂（※）、打痕、変形及び摩耗が無いこと）に加えて、設計・建設規格に基づき浸透探傷検査（PT）を実施。

点検結果：結果良好です。

※：維持規格においては、き裂を検出するための試験として目視試験（VT-1あるいはMVT-1）を定めていますが、当該箇所の目視確認は維持規格の条件を満たすものではありません。

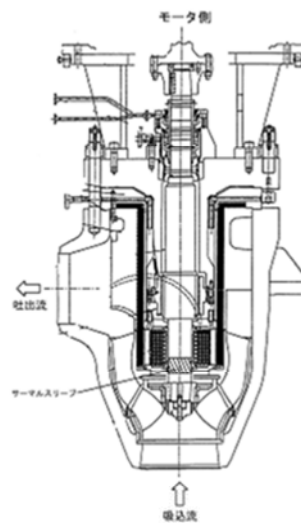


図1 RCP全体図面

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



3-2001-24M070

ドキュメント番号

Aクラス

|       |    |    |    |   |
|-------|----|----|----|---|
| 原子炉保課 | 課長 | 係長 | 班長 | 係 |
|-------|----|----|----|---|

機械技術  
7長保課

関西電力(株) 美浜発電所3号機

第 2 4 回 定 検

主冷却材ポンプ分解点検工事

(総括報告書)

総 括 報 告 書

|         |  |                        |  |          |  |     |  |             |  |
|---------|--|------------------------|--|----------|--|-----|--|-------------|--|
| 発行      |  | 技術資料クラスB               |  | 美浜定検作業所  |  | 作成  |  | 平成22年4月14日  |  |
| 作業所図書番号 |  | 改訂                     |  | 現場代理人    |  | 副所長 |  |             |  |
| 現地      |  | 配布先                    |  | 関係資料図書番号 |  | 控   |  |             |  |
| 内容      |  | 注文主                    |  | 工事番号     |  | 年月日 |  |             |  |
| 本文      |  | 一頁                     |  | アイテム     |  | 照合者 |  | 部 課         |  |
| 図表      |  | 一枚                     |  | 2215427  |  |     |  | 課長 主任 担当 作成 |  |
| 表紙共     |  | 一枚                     |  | 0100     |  |     |  |             |  |
| 備考      |  | 関西電力株<br>美浜発電所<br>第3号機 |  |          |  |     |  |             |  |
| 配布先     |  | 控                      |  | 図書番号     |  | 改訂  |  |             |  |

記録-8

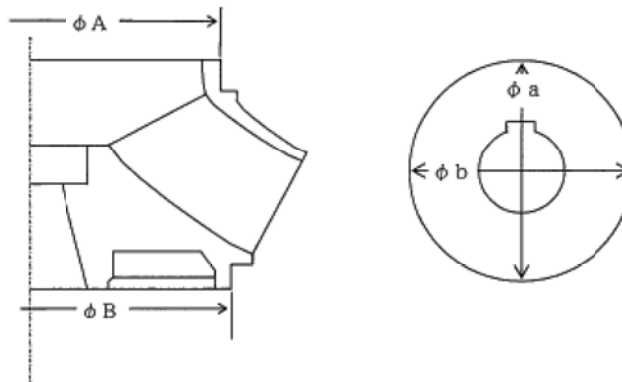
|          |          |
|----------|----------|
| 判定結果(寸法) |          |
| 判定年月日    | H22.2.19 |
| 判定者      | ████████ |
| 判定結果     | 良        |

| 検査項目 | 寸法検査     |      |      |
|------|----------|------|------|
|      | 関電       | QC   | 作責   |
| 区分   | △        | △    | ◎    |
| 月日   | 2/19     | 2/19 | 2/19 |
| 結果   | ✓        | ✓    | ✓    |
| 確認者  | ████████ |      |      |

(点検結果の確認) ◻:異常なし ▲:異常あり

羽根車点検記録

|        |                                      |         |                   |
|--------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| ポンプ号機  | 旧 3U B 号機                            |         |                   |
| インターナル | 今回分解(旧)インターナル (M3 #24回 B-RCPより取り出し品) |         |                   |
| 年月日    | H22.1.24                             | H22.2.9 | H22.2.15 H22.2.19 |
| 計測器具   | アウトサイドマイクロメーター (管理番号: B-1-213)       |         |                   |
| 記事     |                                      |         |                   |



単位 mm

| 羽根車ウエアリング部計測記録 |          |         |
|----------------|----------|---------|
| 羽根車ウエアリング外径計測部 | φA(吸込み側) | φB(吐出側) |
| アフターテストリミット    |          |         |
| キー方向 ( φ a )   |          |         |
| キー直角方向 ( φ b ) |          |         |

| 羽根車キー目視点検 | 項目                      | 年月日             | 判定      |
|-----------|-------------------------|-----------------|---------|
| ◎ 良 ・ 否   | 1. 主軸との嵌合部(テーパ)当り目視点検   | H22.15 H22.2.19 | ◎ 良 ・ 否 |
|           | 2. 翼のわれ、欠け目視点検          | H22.2.15        | ◎ 良 ・ 否 |
|           | 3. 羽根車ナット廻り止めボルト溶接部目視点検 | H22.1.24        | ◎ 良 ・ 否 |
|           | 4. カバープレートの溶接部PT検査      | H22.2.9         | ◎ 良 ・ 否 |

| 検査項目 | 目視検査     |      |      |      |      |      |
|------|----------|------|------|------|------|------|
|      | 関電       | QC   | QC   | 作責   | 作責   | 作責   |
| 区分   | △        | △    | △    | ◎    | ◎    | ◎    |
| 月日   | 2/19     | 2/19 | 2/19 | 2/19 | 2/19 | 2/19 |
| 結果   | ✓        | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    | ✓    |
| 確認者  | ████████ |      |      |      |      |      |

区分: ◎作業中同時立会、○作業完了後立会、△作業記録の審査

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



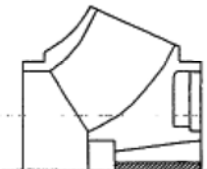
工事件名:美浜発電所3号機 第24回定検  
主冷却材ポンプ分解点検工事(第1分冊)  
(B号機)

| 検査項目・PT検査 |            |    |    |
|-----------|------------|----|----|
| 区分        | 開電         | QC | 作責 |
|           | ◎          | ◎  | ◎  |
| 月日        | 29         | 29 | 29 |
| 結果        | ✓          | ✓  | ✓  |
| 確認者       | [Redacted] |    |    |

記録-11

(点検結果の確認)  
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 Form No.:PT-NA(R0)

| PENETRANT TESTING RECORD (A)   |  | Section                   |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
|--|--|---------------------------|---|----|----------|----------|---|--------|--------|---|-------------|--------|---|--------|--|
| 浸透探傷試験記録 (A)   |  | [Redacted]                |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Customer<br>注文主  | 関西電力(株)美浜発電所3号機  | Order No.<br>工事番号         | 2215427   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Name of Part<br>品名   | 羽根車<br>識別番号:10352-754-937927-01-4  | Drawing No.<br>図面番号       |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Maker<br>メーカー  | [Redacted]   | Lot No.<br>ロット番号          |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Penetrant<br>浸透液   |  | <input type="checkbox"/>  | 9A363   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Remover<br>洗浄液   |  | <input type="checkbox"/>  |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Developer<br>現像液   |  | <input type="checkbox"/>  | 9D188   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Penetrant Application Method<br>Method of Applying Developer<br>現像方法   |  | <input type="checkbox"/>  | 9H573   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Surface Temp.<br>表面温度  | 18 °C  | Test Area<br>試験箇所         | 羽根車キー溝(斜線部)   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Thermometer Serial No.<br>温度計管理番号  | A-23-7   | Weld Joint No.<br>溶接線番号   |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Applicable Std.<br>適用規格  | JSME S NCI-2005/2007   | Time of Test<br>試験時期      | 第24回定検時   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Procedure No.<br>要領書番号   | AG-80198   | Quantity<br>数量            | 1   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| Acceptance Std.<br>判定基準  | JSME S NCI-2005/2007<br>■ 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること<br>□ 設計・建設規格に適合しない場合にあつては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。 | Test Result<br>試験結果       | 合格  |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| 浸透指示模様の有無  | (有) 無  | Surface Condition<br>表面状態 | <input type="checkbox"/> 溶接肌 As weld<br><input checked="" type="checkbox"/> 機械仕上げ As machine<br><input type="checkbox"/> グラインダー仕上げ As grind |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
|  <p>羽根車キー溝(斜線部)</p>   |  | Inspector<br>検査員(実施者)     | [Redacted] 資格 NDIS PT2<br>[Redacted] 資格 NDIS PT3<br>(判定者)   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
|  |  | Date of Test<br>試験日(実施日)  | H 22 . 2 . 9  |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| <small>※材料の厚さ:(mm)は下記の区分記号で表示する</small> <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>線状指示模様区分</th> <th>円形指示模様区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>t ≤ 16</td> <td>t ≤ 16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>16 &lt; t ≤ 50</td> <td>16 &lt; t</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50 &lt; t</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |  |                           |   | 区分 | 線状指示模様区分 | 円形指示模様区分 | A | t ≤ 16 | t ≤ 16 | B | 16 < t ≤ 50 | 16 < t | C | 50 < t |  |
| 区分   | 線状指示模様区分   | 円形指示模様区分                  |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| A  | t ≤ 16   | t ≤ 16                    |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| B  | 16 < t ≤ 50  | 16 < t                    |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| C  | 50 < t   |                           |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |
| 試験場所: 3号機 A/B EL24m 除染ピットエリア   |  |                           |   |    |          |          |   |        |        |   |             |        |   |        |  |

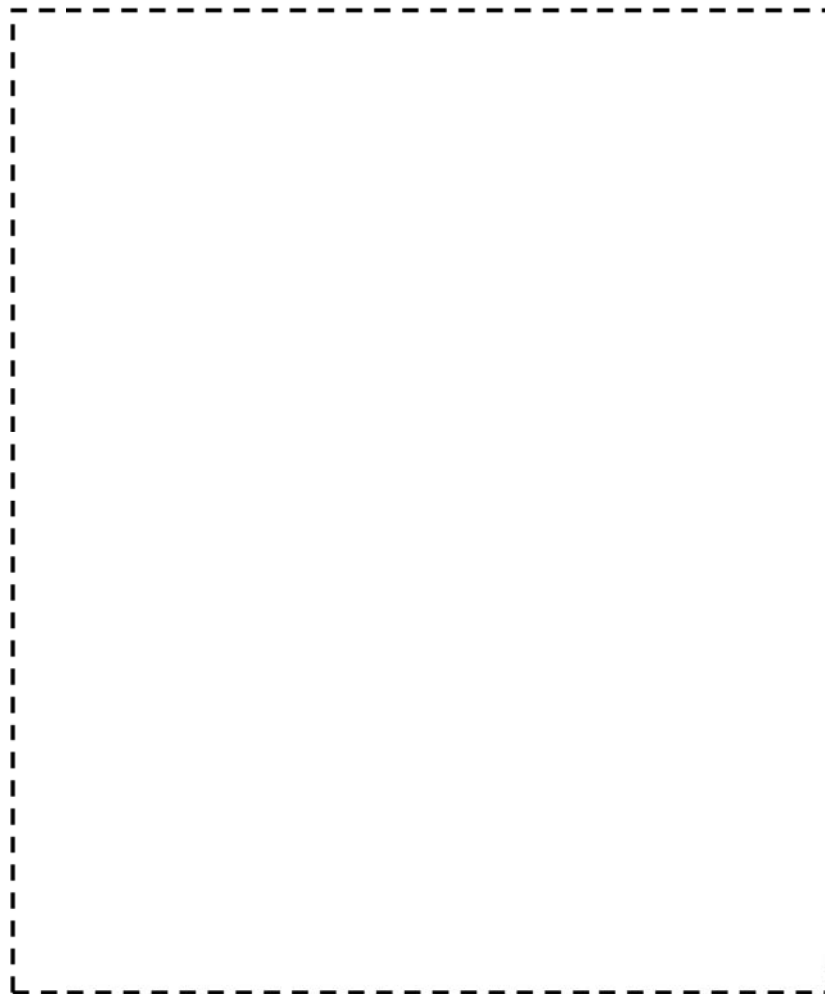
加圧器スプレイノズルの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

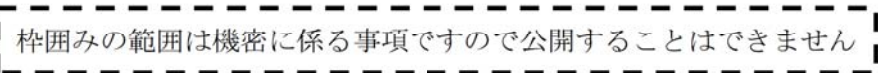
スプレイノズルは加圧器本体とネジ止めにて結合されています。このため、スプレイノズルは、拘束されていないためスプレイ配管からの外荷重の伝達経路(※)ではなく、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生しないと考えています。

したがって熱時効による材料特性の変化が問題となることはなく、着目すべき経年劣化事象としていません。

スプレイノズルについては、加圧器内部の目視点検  において、脱落等異常のないことを確認しています(別添2-A)。なお、加圧器内部の出口側(サージ用管台部)にスクリーンが設置されており、仮にスプレイノズルの脱落が発生した場合においてもスクリーンにトラップされることから、プラントの安全上影響はございません。

※加圧器は、スカートにより建屋に固定されているため、スプレイ管台が荷重を受けた際の荷重の伝達経路は、管台→加圧器本体→スカート→建屋となる。スプレイノズルは拘束されておらず、荷重伝達経路とならない。



 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

3-2001-24M100  
ドキュメント番号

A クラス

機械技術  
アドバイザー

|        |            |    |    |   |
|--------|------------|----|----|---|
| 関<br>電 | 課長         | 係長 | 班長 | 係 |
|        | [Redacted] |    |    |   |

関西電力(株) 美浜発電所 3 号機

第 24 回 定 検 工 事

工事件名 タービン主機他一般設備定期点検工事の内  
1次系熱交換器他定期点検工事

総括報告書兼定期点検工事記録

|            |           |       |       |
|------------|-----------|-------|-------|
| 確<br>認     | 定検等管理委託会社 |       |       |
|            | 課長        | 受託責任者 | 定検管理員 |
| [Redacted] |           |       |       |

|                            |             |       |
|----------------------------|-------------|-------|
| 作<br>成<br>認<br>可<br>確<br>認 | 定期検査工事請負会社: |       |
|                            | 現場代理人       | 技術指導員 |
| [Redacted]                 |             |       |

工事コード  
091P004621M100

|                       |            |     |    |    |       |             |                  |  |  |  |  |  |        |
|-----------------------|------------|-----|----|----|-------|-------------|------------------|--|--|--|--|--|--------|
| 発行                    | [Redacted] |     |    |    | 美浜事業所 | 作成          | 平成 22 年 4 月 14 日 |  |  |  |  |  |        |
| 作<br>成<br>認<br>可<br>欄 | 現場代理人      | 副所長 | 次長 | 安全 | 品管    | 原紙保管        | 機械 課 機械D 係       |  |  |  |  |  |        |
|                       | [Redacted] |     |    |    |       | 文書番号        | M3-24-機D-0109-E  |  |  |  |  |  |        |
|                       | 異物         | 放管  | 課長 | 係長 | 係     | 配<br>布<br>先 | 関電               |  |  |  |  |  | 控<br>え |
| [Redacted]            |            |     |    |    | 1     |             |                  |  |  |  |  |  | 1      |

検査番号: 第24回-12次選抜試験結果発表検査

加圧器  
開放点検記録

| 検査名  |       | 外観検査 |       | 各部計測記録検査 |       |
|------|-------|------|-------|----------|-------|
| 立会区分 | 作業責任者 | 開電   | 作業責任者 | 開電       | 作業責任者 |
| 日時   | 結果    | 日時   | 結果    | 日時       | 結果    |
| 1/14 | ○     | 1/14 | ○     | 1/14     | ○     |
| 確認者  |       | 確認者  |       | 確認者      |       |

| 検査名  |       | 各部計測記録検査 |       |
|------|-------|----------|-------|
| 立会区分 | 作業責任者 | 開電       | 作業責任者 |
| 日時   | 結果    | 日時       | 結果    |
| 1/14 | ○     | 1/14     | ○     |
| 確認者  |       | 確認者      |       |

【立会区分】  
 ○: 作業中同時立会    △: 作業完了後立会  
 △: 作業記録の書き /: 該当なし  
 [点検結果の表示]  
 ○: 異常なし    △: 異常あり

| 検査名  |       | 開電計測記録検査 |       |
|------|-------|----------|-------|
| 立会区分 | 作業責任者 | 開電       | 作業責任者 |
| 日時   | 結果    | 日時       | 結果    |
| 1/14 | ○     | 1/14     | ○     |
| 確認者  |       | 確認者      |       |

**外観検査**

**測定基準**  
 \* 表面に損傷・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。

測定年月日: H22.1.14    測定者: 合格

| 点検対象      | 点検方法 | 検査年月日    | 点検結果 | 点検者 | 備考 |
|-----------|------|----------|------|-----|----|
| マンホール蓋    | 目視   | H22.1.14 | ○    |     |    |
| マンホールシート  | 目視   | H22.1.14 | ○    |     |    |
| マンホールプレート | 目視   | H22.1.14 | ○    |     |    |
| マンホールナット  | 目視   | H22.1.14 | ○    |     |    |
| 内部状況      | 目視   | H22.1.14 | ○    |     |    |
| ~取付余白~    |      |          |      |     |    |

**各部計測記録 (参考値)**

計測者: [Redacted]

| 項目             | 単位: mm |
|----------------|--------|
| マンホール蓋厚さ (a)   |        |
| インサート厚さ (b)    |        |
| マンホール溝深さ (c)   |        |
| イレットと本体の間隔 (d) |        |
| マンホール溝内径 (e)   |        |
| マンホール溝外径 (f)   |        |
| マンホール溝深さ (g)   |        |
| マンホール溝幅 (h)    |        |
| マンホール溝長さ (i)   |        |
| マンホール溝幅 (j)    |        |
| マンホール溝長さ (k)   |        |
| マンホール溝幅 (l)    |        |
| マンホール溝長さ (m)   |        |
| マンホール溝幅 (n)    |        |
| マンホール溝長さ (o)   |        |
| マンホール溝幅 (p)    |        |
| マンホール溝長さ (q)   |        |
| マンホール溝幅 (r)    |        |
| マンホール溝長さ (s)   |        |
| マンホール溝幅 (t)    |        |
| マンホール溝長さ (u)   |        |
| マンホール溝幅 (v)    |        |
| マンホール溝長さ (w)   |        |
| マンホール溝幅 (x)    |        |
| マンホール溝長さ (y)   |        |
| マンホール溝幅 (z)    |        |

a寸法 - c寸法 - 圧縮量 + b寸法 = 計測値 備考

**開電計測記録**

計測者: [Redacted] ( )内は有効桁数を省略

| 項目             | 単位: mm |
|----------------|--------|
| マンホール蓋厚さ (a)   |        |
| インサート厚さ (b)    |        |
| マンホール溝深さ (c)   |        |
| イレットと本体の間隔 (d) |        |
| マンホール溝内径 (e)   |        |
| マンホール溝外径 (f)   |        |
| マンホール溝深さ (g)   |        |
| マンホール溝幅 (h)    |        |
| マンホール溝長さ (i)   |        |
| マンホール溝幅 (j)    |        |
| マンホール溝長さ (k)   |        |
| マンホール溝幅 (l)    |        |
| マンホール溝長さ (m)   |        |
| マンホール溝幅 (n)    |        |
| マンホール溝長さ (o)   |        |
| マンホール溝幅 (p)    |        |
| マンホール溝長さ (q)   |        |
| マンホール溝幅 (r)    |        |
| マンホール溝長さ (s)   |        |
| マンホール溝幅 (t)    |        |
| マンホール溝長さ (u)   |        |
| マンホール溝幅 (v)    |        |
| マンホール溝長さ (w)   |        |
| マンホール溝幅 (x)    |        |
| マンホール溝長さ (y)   |        |
| マンホール溝幅 (z)    |        |

測定年月日: H22.1.14    測定者: [Redacted]    測定結果: 合格

インサートプレート面ネジしずみ代記録

計測者: [Redacted]

測定年月日: [Redacted]    測定者: [Redacted]

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

余熱除去ポンプ入口弁（弁箱・弁体・弁蓋）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

余熱除去ポンプ入口弁（MOV-8702A）の弁箱、弁蓋および弁体はステンレス鋼製ですが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添 3-A）。

余熱除去ポンプ入口弁には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されますが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えています。また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添 3-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

Form No. PT-01A

Report No.

LIQUID PENETRANT EXAMINATION REPORT  
浸透探傷試験記録 ( V C )

記録番号 P1921C

Customer

御注文先: 関西電力株式会社殿

User

御使用先: 関西電力榑美浜発電所 第3号機殿

検査課

Valve No.

弁番号: 3MOV-8702A

Valve Type

No.

台番号: A010192-001

Procedure No.

要領書番号: 39489

Test Condition and Results

試験条件及び試験結果

| Part Name                      | 弁ふた                                       | 逆座                     | 弁ふた×逆座<br>X<br>リークオフパイプ | 弁棒                     |
|--------------------------------|---|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Material                       |   |                        |                         |                        |
| 材質                             |   |                        |                         |                        |
| Examination Portion            |   |                        |                         |                        |
| 試験部位#1                         |   |                        |                         |                        |
| Surface Condition              |   |                        |                         |                        |
| 表面状態#2                         |   |                        |                         |                        |
| Temperature                    |   |                        |                         |                        |
| 試験温度(℃)                        |   |                        |                         |                        |
| Penetrant Time(min.)           |   |                        |                         |                        |
| 浸透時間(分)                        |   |                        |                         |                        |
| Development Time(min.)         |   |                        |                         |                        |
| 現像時間(分)                        |   |                        |                         |                        |
| Brand Name                     |   |                        |                         |                        |
| 探傷剤銘柄#3                        |   |                        |                         |                        |
| Accept. Standards              |   |                        |                         |                        |
| 判定基準#4                         |   |                        |                         |                        |
| Judgement                      | [V]<br>合格                                 | [V]<br>合格              | [V]<br>合格               | [V]<br>合格              |
| 判定                             | Acceptable<br>Level II                    | Acceptable<br>Level II | Acceptable<br>Level II  | Acceptable<br>Level II |
| Examination Date and Judged By |   |                        |                         |                        |
| 試験日及び判定者                       | H13. 12. 3                                | H13. 11. 16            | H13. 12. 3              | H13. 12. 7             |
| 記 事 Remarks                    |   |                        |                         |                        |
|                                | Customer<br>客 先<br>関西電力榑殿<br>記録確認<br>17/1 |                        |                         |                        |
|                                | Approved By<br>承認者                        |                        | Reviewed By<br>確認者      |                        |
|                                | H13. 12. 7                                |                        | H13. 12. 7              |                        |

T. F. No.05

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









Form No. RT-01C

記録番号 R1921C 3/3

放射線透過試験記録

[ 撮影配置図 ]

[ フィルム貼付図 ]

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

T. F No. 05

|  |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
|--|--|----------------|--|--------|----|----------|---|-----|--------|---------------|----|-----------|----|----|--|----|--|
|  |  |                |  |        |    |          |   |     |        | A クラス         |    |           |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  | 課長     | 係長 | 班長       | 係 |     | 原子炉保修課 |               | 課長 | 係長        | 班長 | 係  |  |    |  |
|  |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 機械技術<br>アドバイザー   |  | 電気技術<br>アドバイザー |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| <b>関西電力（株）美浜発電所第3号機</b>                                |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| <b>第 2 3 回定検</b>                                       |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| <b>原子炉冷却系統分岐他修繕工事のうち<br/>原子炉冷却系統分岐他修繕工事<br/>【総括表紙】</b> |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| <b>総 括 報 告 書</b>                                       |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 3-2002-2008R090(1/2)                                   |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| ドキュメント番号   |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 発行   |  |                |  |        |    |          |   |     |        | 作成 平成20年/2月 日 |    |           |    |    |  |    |  |
| 作業所図書番号  |  |                |  | 改訂     |    |          |   |     |        |               |    | 所長 副所長 班長 |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  | 0      |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 現地   |  | 関              |  | 作業所控   |    | 関連資料図書番号 |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 配布先  |  | 1              |  | 1      |    |          |   |     |        |               |    | 1         |    |    |  |    |  |
| 内 容  |  | 注文主            |  | 工事番号   |    | 年月日      |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 本文   |  | — 頁            |  | 関西電力株  |    | 2315257  |   | 照合者 |        | 部             |    |           |    |    |  |    |  |
| 図表   |  | — 頁            |  | 美浜発電所  |    |          |   | 部長  |        | 次長            |    | Gr長       |    | 作責 |  | 作成 |  |
| 表紙共  |  | 956 頁          |  | 第 3 号機 |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
| 備考   |  |                |  |        |    |          |   |     |        |               |    |           |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  |        |    |          |   | 作成  |        | 平成            |    | 年 月 日     |    |    |  |    |  |
|  |  |                |  |        |    |          |   | 出書  |        | 平成            |    | 年 月 日     |    |    |  |    |  |
| 配布先  |  |                |  |        |    |          |   |     |        | 控 図書番号        |    |           |    | 改訂 |  |    |  |

仕切弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 原子炉冷却系統分岐他修繕工事

工事番号

|      |            |                    |                           |           |           |
|------|------------|--------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| 弁番号  | 3MOV-8702A | 弁名称                | A余熱除去ポンプ入口弁(A冷却材ループ連絡第1弁) |           |           |
| 型式   | MO-WG      | タイプ                | 旧<br>O/W                  | A010192-1 | 使用流体<br>水 |
| 点検対象 | 点検項目       |                    |                           | 点検結果      | 備考        |
| 弁箱・蓋 | 1          | クラック・浸食等の欠陥の有無     | ○                         | 無         | 有         |
|      | 2          | ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無  | ○                         | 無         | 有         |
|      | 3          | ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無 | ○                         | 無         | 有         |
|      | 4          | ガスケット突合せ部が当たり面の状況  | ○                         | 良         | 否         |
| 弁棒   | 5          | 曲がり・クラック等の欠陥の有無    | ○                         | 無         | 有         |
|      | 6          | ネジ部の損傷・焼き付きの有無     | ○                         | 無         | 有         |
|      | 7          | グランド押さえ部の状況        | ○                         | 良         | 否         |
| 弁座   | 8          | シート面の状況            | ○                         | 良         | 否         |
|      | 9          | クラック・浸食等の欠陥の有無     | ○                         | 無         | 有         |
| 弁体   | 10         | 摺合せ代の有無            | ○                         | 有         | 無         |
|      | 11         | シート面の状況            | ○                         | 良         | 否         |
|      | 12         | クラック・浸食等の欠陥の有無     | ○                         | 無         | 有         |
|      | 13         | ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無 | ○                         | 無         | 有         |
| その他  | 14         | 摺合せ代の有無            | ○                         | 有         | 無         |
|      | 15         | 弁体弁座の当たり状況         | ○                         | 良         | 否         |
|      | 16         | 駆動装置の状況            | ○                         | 良         | 否         |
|      | 17         | 組立後の開閉確認           | ○                         | 良         | 否         |

|       |              |  |     |         |      |      |
|-------|--------------|--|-----|---------|------|------|
| 点検項目  | No. 1~12, 14 | 判定基準 (No. 1~9, 11~13)                      | 項目  | 手入後状況確認 |      |      |
| 点検年月日 | 平成20年9月24日   | ・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 | 開電  | 品管      | 作責   |      |
| 点検者   |              | ・浸食、損傷等の異常がないこと                            | 区分  | △       | /    | ◎    |
| 判定年月日 | 平成20年10月7日   | 判定基準 (No. 10, 14)                          | 月日  | 10/1    | /    | 10/1 |
| 判定者   |              | ・摺合せ代があること                                 | 結果  | ✓       |      | ✓    |
| 判定結果  | 合格           |  | 確認者 |         |      |      |
| 点検項目  | No. 15       | 判定基準                                       | 項目  | 閉閉確認    |      |      |
| 点検年月日 | 平成20年10月7日   | ・鏡状であること                                   | 開電  | 品管      | 作責   |      |
| 点検者   |              | ・太さが均一であること                                | 区分  | ◎       | ◎    | ◎    |
| 判定年月日 | 平成20年10月7日   | ・当たりが切れていないこと                              | 月日  | 10/1    | 10/1 | 10/1 |
| 判定者   |              |  | 結果  | ✓       | ✓    | ✓    |
| 判定結果  | 合格           |  | 確認者 |         |      |      |
| 点検項目  | No. 16, 17   | 判定基準                                       | 項目  | 開閉確認    |      |      |
| 点検年月日 | 平成20年10月7日   | ・弁の作動状態に異常がないこと                            | 開電  | 品管      | 作責   |      |
| 点検者   |              |  | 区分  | ◎       | /    | ◎    |
| 判定年月日 | 平成20年10月7日   |  | 月日  | 10/7    | /    | 10/7 |
| 判定者   |              |  | 結果  | ✓       |      | ✓    |
| 判定結果  | 合格           |  | 確認者 |         |      |      |
| 備考    |              |  |     |         |      |      |

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

抽出水第 1 しゃ断弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

抽出水第 1 しゃ断弁（LCV-460）の弁箱はステンレス鋼鑄鋼製ですが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添 4-A）。

抽出水第 1 しゃ断弁（LCV-460）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されますが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えています、また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添 4-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

165  
( )内データは宛先検査時データを示す。

|                    |          |                            |            |            |          |            |
|--------------------|----------|----------------------------|------------|------------|----------|------------|
| コープス電子力用弁検査成績書     |          | 客先                         | [Redacted] |            |          |            |
|                    |          | 検用先                        | KMJ-3      |            |          |            |
| Tag No             | 3LCP-460 | 型式名称                       | [Redacted] |            |          |            |
| 検査項目               | 試 単 位    | 種 定                        | 0 検査員      | 客先検査員      | 検査日      | 成績書 No.    |
| 本体材料               |          |                            | [Redacted] | [Redacted] | 26.06.22 |            |
| 弁板検査               | RT       | 本件ASMT-25<br>1512705230415 | [Redacted] | [Redacted] | 26.01.11 | OFH-43-273 |
| 本体組立               |          |                            |            |            |          |            |
| 弁蓋ワーク              |          |                            |            |            |          |            |
| 弁蓋組立               |          |                            |            |            |          |            |
| H <sub>2</sub> テスト |          |                            |            |            |          |            |
| 異状テスト              |          |                            |            |            |          |            |
| 記録紙検査              |          |                            |            |            |          |            |
| 附 属 品              |          |                            |            |            |          |            |
| 作動テスト              |          |                            |            |            |          |            |
| ON-OFF             |          |                            |            |            |          |            |
| 寸法検査               |          |                            |            |            |          |            |
| 備 考                |          |                            |            |            |          |            |
| 工務品検査担当者           | 年 月 日    | 0 検査責任者                    | 年 月 日      | 客先立会者      | 年 月 日    |            |
| [Redacted]         | 26.01.20 | [Redacted]                 | 50.01.20   | [Redacted] | 50.1.22  |            |

G-0017  
1524132 423

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

3-2001-21M030

資料室保管

Aクラス

機械技術  
アドバイザー

課長  
係長  
班長  
係

関西電力株美浜発電所 第3号機

(第21回)

タービン主機他一般設備定期点検工事の内

工事件名：1次系制御弁定期点検工事

総括報告書

兼定期点検工事記録

工事コード：041P001420M030

美浜事業所

管理  
番号

審査  
及  
認可

定検管理課(総務)

課長 係長 担当者

美浜営業所

関電工事番号 6230-8520-102

工事整理番号 WM-50008

原紙保管 美浜営業所

資料番号 WM-04-007-R

作成 平成19年1月23日

作成

承認 所長 作業 品管 安全 放管 作成

配布 先 関西電力

認可欄

合計

1 1 1 3



制御弁点検記録 1

工事件名: 1次系制御弁定期点検工事

|      |        |         |            |          |      |               |
|------|--------|---------|------------|----------|------|---------------|
| 委託先  | 東浜電機   | 3号機     | Tag. No.:  | 3LCV-480 | 弁名称: | 給出水第1レバ制御弁    |
| 系統名  | CVCS   | メーカー    |            | 弁口径-圧力   |      |               |
| 設置場所 |        | 製造番号    | 6254609802 | 弁型式      | バローズ |               |
| 点検周期 |        | 型式      |            | 作動       | FC   | 着手日 2005.3.22 |
| 工事区分 | 21回 定検 | 検定ストローク |            | ポジション    | 閉    | 完了日 2005.6.16 |

| 点検内容  |          | 部位  | 点検結果 | 判定結果     | 処置       | 判定結果  | 備考  |       |     |
|-------|----------|---|------|----------|----------|-------|-----|-------|-----|
| 外観点検  |          | グランド部   | 良    | 合格       |          |       |     |       |     |
|       |          | フランジ部   | 良    | 合格       |          |       |     |       |     |
|       |          | 保温  | 良    | 合格       |          |       |     |       |     |
|       |          | サポートステー   | 良    | 合格       |          |       |     |       |     |
|       |          | その他   | 良    | 合格       |          |       |     |       |     |
|       |          | 点検年月日   | 実施者  | 判定年月日    | 判定者      | 点検年月日 | 実施者 | 判定年月日 | 判定者 |
|       |          | H17.3.22  |      | H17.3.22 |          |       |     |       |     |
|       |          | 判定基準 本体の腐れ跡、腐食、欠損、異常な油がり、空気漏れ、継手の変形や割れ等の異常がないこと、正常な取り付けであること。 |      |          |          |       |     |       |     |
| 確認    | 作業       | 品質  | 統括   | 開電       | 作業       | 品質    | 統括  | 開電    |     |
| 区分    | 結果       | ◎   | △    | ◎        | △        | ◎     | △   | ◎     | △   |
| 確認年月日 | H17.3.22 |   |      | H17.5.16 | H17.5.16 |       |     |       |     |
| 確認者   |          |   |      |          |          |       |     |       |     |

| 点検内容  |          | 部位   | 点検結果     | 判定結果     | 処置       | 判定結果     | 備考       |          |     |
|-------|----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| 目視点検  |          | 弁蓋(ボディ)  | 良        | 合格       |          |          |          |          |     |
|       |          | 弁蓋(ボディ)  | 良        | 合格       |          |          |          |          |     |
|       |          | 弁蓋(ボトム)  |          |          |          |          |          |          |     |
|       |          | 弁体   | 良        | 合格       | 新品取替実施   | 合格       |          |          |     |
|       |          | 弁棒   | 良        | 合格       | 新品取替実施   | 合格       |          |          |     |
|       |          | 弁座   | 良        | 合格       | 新品取替実施   | 合格       |          |          |     |
|       |          | ボルト&ナット  | 良        | 合格       |          |          |          |          |     |
|       |          | ガスケット座   | *1 確認済   | 合格       |          |          |          |          |     |
|       | ガイド部     | 良  | 合格       | 新品取替実施   | 合格       |          |          |          |     |
|       | その他部品    | *2 バローズにリクあり   | 不合格      | 新品取替実施   | 合格       |          |          |          |     |
|       |          | 点検年月日  | 実施者      | 判定年月日    | 判定者      | 点検年月日    | 実施者      | 判定年月日    | 判定者 |
|       |          | H17.3.24   |          | H17.3.24 |          | H17.5.25 |          | H17.5.25 |     |
|       |          | 判定基準 各部の変形に損傷・性能に影響を及ぼす恐れのある割れ、打こん、変形及び腐食がないこと、浸食、異常等の異常がないこと。 |          |          |          |          |          |          |     |
| 確認    | 作業       | 品質   | 統括       | 開電       | 作業       | 品質       | 統括       | 開電       |     |
| 区分    | 結果       | ◎  | △        | ◎        | △        | ◎        | △        | ◎        | △   |
| 確認年月日 | H17.3.24 | H17.3.24   | H17.3.24 | H17.3.24 | H17.5.25 | H17.5.25 | H17.5.25 | H17.5.25 |     |
| 確認者   |          |  |          |          |          |          |          |          |     |

| 作業確認        |          | 分解前                     |     |          |          | 組立後      |     |          |          | 計測器No.      |
|-------------|----------|-------------------------|-----|----------|----------|----------|-----|----------|----------|-------------|
| 作業状況        |          | 良                       |     |          |          | 良        |     |          |          | 601 K-P-15  |
| ワッシャー(参考値)  |          |                         |     |          |          |          |     |          |          | 112 B-4-302 |
| 実ストローク(参考値) |          |                         |     |          |          |          |     |          |          | 備考          |
| プレコン量(参考値)  |          |                         |     |          |          |          |     |          |          |             |
| 始動圧(参考値)    |          |                         |     |          |          |          |     |          |          |             |
|             |          | 点検年月日                   | 判定者 | 点検年月日    | 判定者      | 点検年月日    | 判定者 | 点検年月日    | 判定者      |             |
|             |          | H17.3.22                |     | H17.6.16 |          | H17.6.16 |     | H17.6.16 |          |             |
|             |          | 判定結果 合格                 |     |          |          |          |     |          |          |             |
|             |          | 判定基準 異音、スティック等の異常がないこと。 |     |          |          |          |     |          |          |             |
| 確認          | 作業       | 品質                      | 統括  | 開電       | 作業       | 品質       | 統括  | 開電       |          |             |
| 区分          | 結果       | ◎                       | △   | ◎        | △        | ◎        | △   | ◎        | △        |             |
| 確認年月日       | H17.3.22 |                         |     | H17.5.16 | H17.5.16 | H17.6.16 |     | H17.6.16 | H17.6.16 |             |
| 確認者         |          |                         |     |          |          |          |     |          |          |             |

【確認区分の表示】 ◎: 作業中に同時立会い ○: 作業完了後の立会い △: 作業記録(含む検査記録)の審査 /: 該当なし  
 【点検結果の表示】 ◯: 異常なし ▲: 異常あり /: 該当なし

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

原子炉容器連絡逆止弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）の弁箱はステンレス鋼製ですが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添 5-A）。

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されますが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えています。また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添 5-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。



材料表

品質管理課

| 取巻 | % | 寸番号                | 寸型式<br>口径 | 材 質 |    |    |    | change No<br>本ルト | バルブワイド | バルブフランジ | 手シリンパ |
|----|---|--------------------|-----------|-----|----|----|----|------------------|--------|---------|-------|
|    |   |                    |           | 本体  | 79 | 寸座 | 寸挿 |                  |        |         |       |
| ✓  |   | A30490<br>3-<br>27 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 28                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| ✓  |   | 29                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 30                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| ✓  |   | 31                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 32                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 33                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 34                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 35                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 36                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| ✓  |   | 37                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 38                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |
| U  |   | 39                 |           |     |    |    |    |                  |        |         |       |

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



A クラス

3-2002-2006R103  
ドキュメント番号

機械技術  
アドバイザー



|            |    |    |   |
|------------|----|----|---|
| 課長         | 係長 | 班長 | 係 |
| [Redacted] |    |    |   |

関西電力株式会社 美浜発電所 3号機

工事件名: 安全注入系逆止弁分解点検工事

総括報告書

工事コード: 05011805300000

|     |                       |    |    |    |    |    |    |             |       |    |
|-----|-----------------------|----|----|----|----|----|----|-------------|-------|----|
| 発行  | [Redacted] 株式会社 美浜出張所 |    |    |    |    |    |    |             |       |    |
|     | 所長                    | 安全 | 品管 | 放管 | 異物 | 作責 |    |             |       |    |
| 作成  | [Redacted]            |    |    |    |    |    |    |             |       |    |
|     | メンテナンス部 美浜出張所         |    |    |    |    |    |    |             |       |    |
|     | 承認                    | 作成 |    |    |    |    |    |             |       |    |
| 確認欄 | [Redacted]            |    |    |    |    |    | 改訂 | 年月日         | 主な内容  | 捺印 |
|     | [Redacted]            |    |    |    |    |    | 作成 | 平成18年11月30日 |       |    |
| 配布先 | 〇                     | 美浜 |    |    |    |    | 計  | 工事番号        | 原紙保管  |    |
|     | 1                     | 1  |    |    |    |    | 2  | SS056794    | 美浜出張所 |    |
|     |                       |    |    |    |    |    |    | No.         |       |    |



逆止弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 安全注入系逆止弁分解点検工事

工事番号 SS056794

|          |          |                      |            |      |           |      |     |  |  |
|----------|----------|----------------------|------------|------|-----------|------|-----|--|--|
| 弁番号      | 3V-8948A | 弁名称                  | 原子炉容器連絡逆止弁 |      | 運転圧力 MPa  | ---  |     |  |  |
| 型式       | V-SCH    | タイプ                  |            | 旧O/# | A30490-32 | 使用流体 | --- |  |  |
| 点検対象     | 点検項目     |                      |            |      |           | 点検結果 | 備考  |  |  |
| 弁箱・蓋     | 1        | クラック・浸食等の欠陥の有無       |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 2        | ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無    |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 3        | ガスケット又はシールリング当たり面の状況 |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
| 弁棒       | 4        | 曲がり・クラック等の欠陥の有無      |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 5        | 固定部の状況               |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 6        | グランド又はシールリング当たり面の状況  |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
| 弁座       | 7        | シート面の状況              |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 8        | クラック・浸食等の欠陥の有無       |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 9        | 摺合せ代の有無              |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
| 弁体及びアーラム | 10       | シート面の状況              |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 11       | クラック・浸食等の欠陥の有無       |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 12       | 摺合せ代の有無              |            |      | 有         | 無    |     |  |  |
|          | 13       | 弁体弁座の当たり状況           |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 14       | 組立後の開閉確認             |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 15       | カウンターウエイトの状況         |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 16       | ダッシュボットの状況           |            |      | 良         | 否    |     |  |  |
|          | 17       | エアースリンダーの状況          |            |      | 良         | 否    |     |  |  |

|       |           |  |   |             |    |    |     |
|-------|-----------|--|---|-------------|----|----|-----|
| 点検項目  | No. 1~12  | 判定基準(No. 1~8, 10, 11)                      | 項目  | 手入後状況確認     |    |    |     |
| 点検年月日 | 平成27年6月6日 | ・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 | 区分  | △           | 品管 | 作責 | ◎   |
| 点検者   |           | ・浸食、損傷等の異常がないこと                            | 月日  | 5/7         |    |    | 5/7 |
| 判定年月日 | 平成27年6月7日 | 判定基準(No. 9, 12)                            | 結果  | ✓           |    |    | ✓   |
| 判定者   |           | ・摺合せ代があること                                 | 確認者   | [Redacted]  |    |    |     |
| 判定結果  | 合格        |  | 項目  | 分解検査(当たり確認) |    |    |     |
| 点検項目  | No. 13    | 判定基準                                       | 区分  | ◎           | 品管 | 作責 | ◎   |
| 点検年月日 | 平成27年6月7日 | ・線状であること                                   | 月日  | 5/7         |    |    | 5/7 |
| 点検者   |           | ・太さが均一であること                                | 結果  | ✓           |    |    | ✓   |
| 判定年月日 | 平成27年6月7日 | ・当たりが切れていないこと                              | 確認者   | [Redacted]  |    |    |     |
| 判定者   |           |  | 項目  | 開閉確認        |    |    |     |
| 判定結果  | 合格        |  | 区分  | △           | 品管 | 作責 | ◎   |
| 点検項目  | No. 14    | 判定基準                                       | 月日  | 5/8         |    |    | 5/8 |
| 点検年月日 | 平成27年6月7日 | ・弁の作動状態に異常がないこと                            | 結果  | ✓           |    |    | ✓   |
| 点検者   |           |  | 確認者   | [Redacted]  |    |    |     |
| 判定年月日 | 平成27年6月7日 |  | 項目  | 組立後状況確認     |    |    |     |
| 判定者   |           |  | 区分  | △           | 品管 | 作責 | ◎   |
| 判定結果  | 合格        |  | 月日  |             |    |    |     |
| 点検項目  | No. 15~17 | 判定基準(No. 15~17)                            | 結果  |             |    |    |     |
| 点検年月日 | 平成 年 月 日  | ・作動状態に異常がないこと                              | 確認者   | [Redacted]  |    |    |     |
| 点検者   |           |  | <small>                     確認区分の表示<br/>                     ◎:作業中同時立会 ○:作業完了後の立会<br/>                     △:作業記録(含む検査記録) /:該当なし<br/>                     点検結果の表示<br/>                     良:異常なし △:異常あり                 </small> |             |    |    |     |
| 判定年月日 | 平成 年 月 日  |  |   |             |    |    |     |
| 判定者   |           |  |   |             |    |    |     |
| 判定結果  |           |  |   |             |    |    |     |

株式会社

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

加圧器安全弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

加圧器安全弁（V-8010）の弁箱はステンレス鋼製ですが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添6-A）。

また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査および浸透探傷検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添6-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

Customer

注文主：関西電力株式会社 殿

User

納入先：関西電力株式会社 殿 美浜発電所 第3号機

INSPECTION REPORT  
検査成績書

Order No

発令番号： F0700124-001~003

弁番号： 3-8010A、B、C [3V-8010A、B、C]



Approved by [Redacted]  
Prepared by [Redacted]

2008年9月25日

2008年9月25日

53883





From No. RT-M

放射線透過試験記録

記録番号 JR/241B 2/8

試験条件及び試験結果

[Empty dashed box for test results]

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



From No. RT-M

放射線透過試験記録

記録番号 ITR/24/B 318

試験条件及び試験結果

[Empty area for test results]

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

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| <u>放射線透過試験記録</u> | 記録番号 TR 12410 4/8 |
| 試験条件及び試験結果       |                   |
|                  |                   |

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

Form No. RT-M

放射線透過試験記録

記録番号 TR/24/B 510

試験条件及び試験結果

[Empty area for test results]

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>放射線透過試験記録</p>  | <p>記録番号 IR/243B 6/8</p> |
| <p>試験条件及び試験結果</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

記録番号 TR/243B 7/8

放射線透過試験記録

試験条件及び試験結果

| 撮影年月日 | フィルム番号 | きずの種類・大きさ・数<br>(mm)・(個) | 分類 | フィルム形式 | フィルム寸法<br>(インチ) | 構底紙<br>P <sub>0</sub> F/B | 肉厚<br>(mm) | 透過設計<br>識別番号 | 透過設計<br>識別番号<br>範囲(mm) | 透過設計<br>フィルム識別<br>範囲(mm) | 距離<br>(cm)<br>SFD | 線量 | 検測エネルギー<br>(keV) | 線径<br>寸法 | フィルム<br>濃度 |
|-------|--------|-------------------------|----|--------|-----------------|---------------------------|------------|--------------|------------------------|--------------------------|-------------------|----|------------------|----------|------------|
|       |        |                         |    |        |                 |                           |            |              |                        |                          |                   |    |                  |          |            |

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>From No. RT-1M</p> <p>放射線透過試験記録</p> | <p>記録番号 TR/243B 8/8</p> <p>試験条件及び試験結果</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

# 浸透探傷試験記録

記録番号 TP 1241B

御注文先：関西電力株式会社殿

検査課

御使用先：関西電力(株)殿美浜発電所 第3号機

弁形式：SV

弁番号：3-80/0AL3V-80/0A1

要領書番号：41263※  
(41018)

発令番号：A0700124-001

製造番号：74061031142

試験条件及び試験結果

探傷剤組合せ：JIS Z 2343-1-II Cd-2

| 部品名   | 弁箱                  |  |          | コード番号<br>*1試験部位 |
|---|---------------------|--|----------|-----------------|
| 材質  |                     |  |          |                 |
| 試験部位 *1   |                     |  |          |                 |
| 表面状態 *2   |                     |  |          |                 |
| 探傷方法 *3   |                     |  |          |                 |
| 試験温度 (°C)   |                     |  |          |                 |
| 浸透時間 (分)  |                     |  |          |                 |
| 現像時間 (分)  |                     |  |          |                 |
| 観察時間 (分以内)  |                     |  |          |                 |
| 探傷剤銘柄 *4  |                     |  |          |                 |
| 判定基準 *5   |                     |  |          |                 |
| 判定結果 *6   |                     |  |          |                 |
| 判定  | 合格                  | 合格   | 合格       |                 |
| 試験日・実施者及び判定者  | Level II<br>H19.7.5 | Level II   | Level II |                 |
| <b>記事</b><br>照度 <u>        </u> レックス以上： <input checked="" type="checkbox"/> 良<br>照度計管理番号： 00344261<br>温度計管理番号： 2312 |                     | ※要領書(41263)が承認されたため併記<br>客先<br>2008.3.28<br>関西電力(株) 記録確認 |          | 承認者             |
| JUL 20 2007<br>合格 ACCEPT Q.C.   |                     |  |          | 確認者             |
|   |                     |  |          | H19.7.5         |
|   |                     |  |          | H19.7.5         |

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

A クラス

機械技術  
アドバイザー

|            |    |    |   |
|------------|----|----|---|
| 課長         | 係長 | 班長 | 係 |
| [Redacted] |    |    |   |

関西電力株式会社 美浜発電所 3号機

1次系安全弁他定期点検工事のうち  
工事件名: 1次系安全弁定期点検工事

総括報告書  
兼定期点検工事記録

3-2001-24M020  
ドキュメント番号

|            |           |       |       |
|------------|-----------|-------|-------|
| 確<br>認     | 定検等管理委託会社 |       |       |
|            | 課長        | 受託責任者 | 定検管理員 |
| [Redacted] |           |       |       |

|             |               |             |    |       |    |         |                 |
|-------------|---------------|-------------|----|-------|----|---------|-----------------|
| 発<br>行      | [Redacted]    |             |    |       |    |         | 美浜出張所           |
|             | 現場代理人         | 安全          | 品管 | 放管    | 異物 | 作責      |                 |
| 作<br>成<br>認 | [Redacted]    |             |    |       |    |         |                 |
|             | メンテナンス部 美浜出張所 |             |    |       |    |         |                 |
| 可<br>欄      | 承認            | 作成          |    |       |    |         | 工事コード           |
|             | [Redacted]    |             |    |       |    |         | 091P004632M020  |
|             | [Redacted]    |             |    |       |    |         | 平成 22 年 4 月 1 日 |
| 配<br>布<br>先 | 関<br>電        | 美<br>浜      |    |       |    |         | 計               |
| 1           | 1             |             |    |       |    |         | 2               |
|             |               | 工事番号        |    | 原紙保管  |    |         |                 |
|             |               | SS096584 R0 |    | 美浜出張所 |    | No. --- |                 |



加圧器安全弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 第24回 1次系安全弁定期点検工事

| 弁番号           | 弁名称                     | A加圧器安全弁        | 吹出圧力 MPa        | 工事番号            |
|---------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 3V-6010A      | S                       | A0700124001    | 使用液体            | SS096504        |
| 2746J-67HJ-OC | #                       | IB O/#         |                 |                 |
| 式             |                         |                |                 | 蒸気              |
| No            | 点検項目                    | 分岐時            | 分岐時             | 手入孔検            |
| 1             | 調整ボルト位置測定 (mm)          | 良              | 良               | 良               |
| 2             | ボルト位置測定 (mm)            | 良              | 良               | 良               |
| 3             | 調整ボルトとバネ部との当り方の状況       | 良              | 良               | 良               |
| 4             | バネの外観及び磨耗の状況            | 良              | 良               | 良               |
| 5             | 弁棒(ワラー)とバネ室との当り方の状況     | 良              | 良               | 良               |
| 6             | バネガイドと弁棒間の焼付の有無         | 無              | 無               | 無               |
| 7             | 弁棒と弁棒間の焼付の有無            | 無              | 無               | 無               |
| 8             | ベローズの破損の有無              | 無              | 無               | 無               |
| 9             | 弁棒焼付箇所の有無               | 無              | 無               | 無               |
| 10            | 弁棒及び弁棒室当り方の状況           | 弁棒: 良          | 弁棒: 良           | 弁棒: 良           |
| 11            | 弁棒先端当り方の測定 (mm)         | 良              | 良               | 良               |
| 12            | 弁棒全長検尺 (許容値: [ ]mm以内)   | 良              | 良               | 良               |
| 13            | 上部及び下部調整環と廻り止めピンとの関係    | 良              | 良               | 良               |
| 14            | 上部調整環の合マーク位置の確認 (mm)    | 良              | 良               | 良               |
| 15            | 上部調整環ノッチ数 (切欠き数 [N])    | 良              | 良               | 良               |
| 16            | 下部調整環ノッチ数 (切欠き数 [N])    | 良              | 良               | 良               |
| 17            | 弁棒シートの面状                | 良好有り           | 良好有り            | 良好有り            |
| 18            | 弁棒のリップ測定 (許容値: [ ]mm以上) | mm測定: 良        | mm測定: 良         | mm測定: 良         |
| 19            | 弁棒のリップ測定 (許容値: [ ]mm以上) | mm測定: 良        | mm測定: 良         | mm測定: 良         |
| 20            | 弁棒のリップ測定 (許容値: [ ]mm以上) | mm測定: 良        | mm測定: 良         | mm測定: 良         |
| 21            | バネ自由長(平均) (mm)          | 良              | 良               | 良               |
| 22            | バネ自由長 (mm)              | 良              | 良               | 良               |
| 23            | ガスケット当たり面の状況            | 良              | 良               | 良               |
| 24            | ガスケットバックシム挿付状況          | 良              | 良               | 良               |
| 25            | 調整ボルト最終位置 (mm)          | 良              | 良               | 良               |
| 26            | ロックナットの挿付状況の確認          | 良              | 良               | 良               |
| 使用計測器番号       | 尺: 04/A27               | 7728-2: 421605 | 7728-2: 0012279 | 7728-2: 0012279 |
| 記             | 尺: 77A283               |                |                 |                 |
| 事             |                         |                |                 |                 |

| No.1  | 分岐時         | 組立時   |
|-------|-------------|-------|
| 計測年月日 | 平成23年12月19日 | 平成22年 |
| 計測者   |             |       |

| 項目  | 分岐時確認 (No.2~24) |
|-----|-----------------|
| 区別  | 区別              |
| 年月日 | 年月日             |
| 結果  | 結果              |
| 確認者 | 確認者             |

| 項目  | 手入孔確認 (No.2~12.17~20.23) |
|-----|--------------------------|
| 区別  | 区別                       |
| 年月日 | 年月日                      |
| 結果  | 結果                       |
| 確認者 | 確認者                      |

| 項目  | 組立時確認 (No.13~16.24) |
|-----|---------------------|
| 区別  | 区別                  |
| 年月日 | 年月日                 |
| 結果  | 結果                  |
| 確認者 | 確認者                 |

| 項目  | 組立後確認 (No.25, 30) |
|-----|-------------------|
| 区別  | 区別                |
| 年月日 | 年月日               |
| 結果  | 結果                |
| 確認者 | 確認者               |

| 項目  | 分岐時確認 (No.1) |
|-----|--------------|
| 区別  | 区別           |
| 年月日 | 年月日          |
| 結果  | 結果           |
| 確認者 | 確認者          |

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

### 浸透探傷検査成績書

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 第24回 1次系安全弁定期点検工事

|     |          |     |         |
|-----|----------|-----|---------|
| 弁番号 | 3V-3C10A | 弁名称 | A加圧器安全弁 |
|-----|----------|-----|---------|

|     |            |      |      |               |
|-----|------------|------|------|---------------|
| 項目  | 表面検査       |      |      | <確認区分の表示>     |
|     | 閃電         | 品管   | 作責   | ◎作業中同封立会      |
| 区分  | ◎          | ◎    | ◎    | ○作業完了後の立会     |
| 月日  | 1/12       | 1/12 | 1/12 | △作業記録(含む検査記録) |
| 結果  | ✓          | ✓    | ✓    | ◇該当なし         |
| 確認者 | [Redacted] |      |      | <点検結果の表示>     |
|     |            |      |      | シ異常なし △異常あり   |

検査(判定)年月日:平成 22年 | 月 12日

| 検査条件          | 試験方法  | 社団法人日本機械学会JSME S NC1-2005 (2007)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2007年追加版含む)」(以下「設計・建設規格」という)を準拠し実施すること。 |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|---------------|---|--|------------|--------------|--------|------------|----------|---|--------|--------|---|-------------|--------|---|--------|
|               | 検査方法  | 溶剤除去性染色浸透探傷試験  |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 洗浄剤   | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 浸透剤   | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 現像剤   | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 品名  | 弁体   | 弁座         | 弁棒           | 弁棒     |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 部位名   | 弁体シート面   | 弁座シート面     | 弁棒先端部        | 弁棒径変化部 |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 材質  | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | ※厚さ   | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 表面温度  | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 照度  | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 浸透時間  | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
|               | 現像時間  | [Redacted]   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 検査場所          | [Redacted]  |  |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 実施者(NDI PT2種) | [Redacted]  | [Redacted]   | [Redacted] | [Redacted]   |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 判定者(NDI PT2種) | [Redacted]  | [Redacted]   | [Redacted] | [Redacted]   |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 浸透指示模様の有無     | 無   | 無  | 無          | 無            |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 判定基準          | <input checked="" type="checkbox"/> 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること。<br><input type="checkbox"/> 設計・建設規格に適合していない場合にあっては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。  |  |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 結果            | 合格  |  |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 備考            | ※【材料の厚さ t(mm)】厚さに下表区分記号で表示する<br><table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>区分</th> <th>線状指示模様区分</th> <th>円形指示模様区分</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>t ≤ 16</td> <td>t ≤ 16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>16 &lt; t ≤ 50</td> <td rowspan="2">16 &lt; t</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50 &lt; t</td> </tr> </table> |  |            |              | 区分     | 線状指示模様区分   | 円形指示模様区分 | A | t ≤ 16 | t ≤ 16 | B | 16 < t ≤ 50 | 16 < t | C | 50 < t |
| 区分            | 線状指示模様区分  | 円形指示模様区分   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| A             | t ≤ 16  | t ≤ 16   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| B             | 16 < t ≤ 50   | 16 < t   |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| C             | 50 < t  |  |            |              |        |            |          |   |        |        |   |             |        |   |        |
| 計測器番号         | 照度計   | 040726298  | 温度計        | 602185, DM82 | ノギス    | [Redacted] |          |   |        |        |   |             |        |   |        |

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

スパイダー、ベーン、フィンガの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

スパイダー、ベーン及びフィンガーは最高使用温度が343℃であるが、当該部は一端が自由端であること、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生していない。

至近の目視点検結果を別添7-Aに示す。結果は良好であった。

製造時検査結果を別添7-Bに示す。尚、引け巣や空孔等の欠陥をHIP処理により無欠陥であることが確認できることから当該機器においても内部欠陥は存在しないと考える。

また、ニューシアでは国内外での同様の事例は確認されていない。

従って、以上から熱時効を着目すべき経年劣化事象としていない。

情報管理クラス2機密資料  
(無断複製・転載禁止)

Aクラス

|    |            |    |    |   |
|----|------------|----|----|---|
| 関電 | 課長         | 係長 | 班長 | 係 |
|    | [Redacted] |    |    |   |

関西電力(株) 美浜発電所3号機  
第25回定検

燃料内挿物検査工事  
総括報告書兼定期点検工事記録



3-2001-25CB361  
ドキュメント番号

|       |                 |         |         |            |  |           |            |                    |           |               |
|-------|-----------------|---------|---------|------------|--|-----------|------------|--------------------|-----------|---------------|
| 発行    | 株式会社 [Redacted] |         |         |            |  | 作成<br>認可欄 | [Redacted] | 発行                 | 平成23年7月6日 | 原紙保管<br>美浜事務所 |
| 現場代理人 | 作業総括責任者         | 品質管理責任者 | 安全管理責任者 | 放射線管理総括責任者 |  |           |            |                    |           |               |
| 作業責任者 | 作成              |         |         |            |  |           | 発行         | 資料番号<br>AWM-110701 |           |               |
| 配布先   | 関電              |         |         |            |  |           | 1          |                    |           |               |

工事コード: 111P002097

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (1/2)

使用装置: 小型水中テレビカメラ装置

美浜発電所3号機 第25回定期  
燃料内挿物検査工事 内挿物検査記録

| No. | 内挿物番号 | 検査開始準備               |               |                       | 検査開始時刻           | 検査終了時刻<br>(検査終了時刻)           | 実施者<br>*5        | 関係<br>立会者 | 備考 |
|-----|-------|----------------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------------------|------------------|-----------|----|
|     |       | 検査ラック<br>位置に<br>移動確認 | タブレット等<br>入力  | ハンドリング<br>側に操作を<br>依頼 |                  |                              |                  |           |    |
|     |       | 作業手順 *1              |               |                       | 検査結果<br>判定<br>*4 | 検査終了・<br>録画停止・<br>録画確認<br>*4 |                  |           |    |
|     |       | 内挿物番号確認<br>*2        | 頭部健全性確認<br>*3 | 良否<br>判定              |                  |                              |                  |           |    |
| 1   | R173  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | —                            | H 23. 6.17 09:45 |           |    |
| 2   | PD95  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良※               | —                            | H 23. 6.17 09:54 |           |    |
| 3   | PD102 | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良※               | —                            | H 23. 6.17 10:02 |           |    |
| 4   | R175  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | —                            | H 23. 6.17 10:14 |           |    |
| 5   | PD118 | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | —                            | H 23. 6.17 10:22 |           |    |
| 6   | PD97  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良※               | —                            | H 23. 6.17 10:29 |           |    |
| 7   | PD110 | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | ✓                            | H 23. 6.17 10:36 |           |    |
| 8   | PD119 | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | —                            | H 23. 6.17 10:44 |           |    |
| 9   | PD103 | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良※               | —                            | H 23. 6.17 10:51 |           |    |
| 10  | R176  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | —                            | H 23. 6.17 10:59 |           |    |
| 11  | PD98  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良※               | —                            | H 23. 6.17 11:06 |           |    |
| 12  | R177  | ✓                    | ✓             | ✓                     | 良                | ✓                            | H 23. 6.17 11:13 |           |    |
|     |       |                      |               |                       |                  |                              | H . . . :        |           |    |
|     |       |                      |               |                       |                  |                              | H . . . :        |           |    |
|     |       |                      |               |                       |                  |                              | H . . . :        |           |    |

回収チェック

\*1: 作業手順の枠内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態であること、連続終了後回収すること →  
但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。  
また、異常等がなければ☆を付し、備考欄および必要に応じて別途作成する記録に内容を記入する。  
\*2: 「※」は数字番号のみの刻印を表す。 \*3: 判定基準: ホールダウン組立本又はスベイド組立体に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。  
\*4: 連続録画の場合は「—」を記入する。 \*5: 実施者は作業責任者、検査員の順とする。 別冊作業実施要領書: AWM-090502-3

株式会社 第25回定検  
燃料内挿物検査記録

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (2/2)

使用装置:小型水中テレビカメラ装置

| No. | 内挿物番号 | 作業準備                 |              |            |                       | 作業順 *1        |               |                             | 検査日時<br>(検査終了時刻)    | 実施者<br>*5 | 閉電<br>立会者 | 備考 |
|-----|-------|----------------------|--------------|------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------------|-----------|-----------|----|
|     |       | 検査フック<br>位置に<br>移動確認 | 検査開始<br>録画開始 | タイム等<br>入力 | ハンドリング<br>側に操作を<br>依頼 | 内挿物番号確認<br>*2 | 内挿物頭部検査<br>*3 | 検査終了<br>録画停止・<br>録画確認<br>*4 |                     |           |           |    |
| 13  | R 174 | ✓                    | ✓            | ✓          | ✓                     | 良             | 良             | 一                           | H 23 . 6 . 17 11:25 |           |           |    |
| 14  | PD120 | ✓                    | ✓            | ✓          | ✓                     | 良             | 良             | 一                           | H 23 . 6 . 17 11:33 |           |           |    |
| 15  | PD117 | ✓                    | ✓            | ✓          | ✓                     | 良             | 良             | 一                           | H 23 . 6 . 17 11:40 |           |           |    |
| 16  | PD100 | ✓                    | ✓            | ✓          | ✓                     | 良※            | 良             | ✓                           | H 23 . 6 . 17 11:48 |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |
|     |       |                      |              |            |                       |               |               |                             | H . . . . .         |           |           |    |

回収フック  
✓

ハンドリング側に検査要領図を渡した場合は、作業終了後回収すること →

\*1:作業手順の枠内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態であることを確認し、「録画開始」にレ印を記入する。但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。  
 \*2:「※」は数字番号のみの刻印を表す。  
 \*3:判定基準:ホーランドダウン組立体又はスライダ組立体に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。  
 \*4:連続録画の場合は「一」を記入する。  
 \*5:実施者は作業責任者、検査員の順とする。  
 別冊作業実施要領書:AWM-090502-3



M3R020

L-2067

| 電力会社立会検査結果確認書 |                          |            |     |    |
|---------------|--------------------------|------------|-----|----|
| 日付            | 平成 24 年 8 月 22 日         |            |     |    |
| 検査場所          | [Redacted]               |            |     |    |
| 工事名           | 関西電力美浜発電所第3号機用制御棒クラスタの製造 |            |     |    |
| 電力会社検査員       | 美浜発電所 原子燃料課 [Redacted]   |            |     |    |
| [Redacted]    | [Redacted]               |            |     |    |
| 検査品目          | 対象(数量)                   | 検査項目       | 確認欄 | 備考 |
| スパイダ組立体       | [Redacted]               | [Redacted] | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 制御棒           |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 被覆管           |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 吸収体           |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 吸収体押えばね       |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 端栓            |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 制御棒クラスタ       |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            | ✓   |    |
| 以下余白          |                          |            | ✓   |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |
|               |                          |            |     |    |

[注] 確認欄レ印=O・K

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

L-2067-1(1)

| 試験検査結果記録    |                            |          |          |
|-------------|----------------------------|----------|----------|
| 工事名称        | 関西電力㈱美浜発電所第3号機用制御棒クラスターの製造 |          |          |
| 工事番号        | M3R020                     | 製造会社名    | 株式会社     |
| 検査品目        | スパイダ組立体                    | Q・A担当者   | 24年8月21日 |
| 数量          | 検査項目                       |          |          |
| スパイダ組立体刻印番号 | 備考                         |          |          |
| 以下余白        |                            |          |          |
| 備考          | 電力会社立会検査                   |          |          |
|             | 電力会社検査員                    |          |          |
|             | 年月日                        | 24年8月22日 |          |
|             | 判定                         | 合・否      |          |
|             | 立会者                        |          |          |

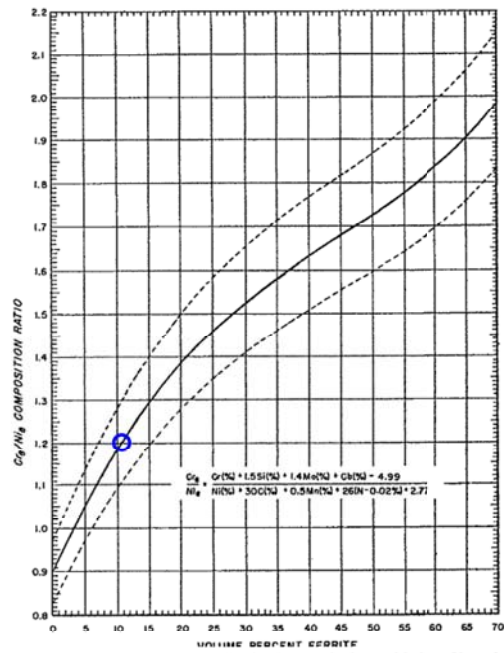
2/12

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－熱時効－2 rev1

| <p>タイトル</p>              | <p>ケーシングの熱時効に係る健全性評価の具体的内容について</p>  |            |               |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|---|------------|---------------|------------|-----------|--------------------------|---------|----------|----------|---------------------|------|-------|-------|------|---------|------|--|--|--|---------|--|--|--|-----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|---------|--------|---|----|----|----|----|--------|---|-----|----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>説明</p>                | <p>1次冷却材ポンプのケーシングのフェライト量、使用温度、応力を表1に示す。熱時効による靱性低下への影響は、フェライト量が多いほど大きくなる。また、使用条件としては応力（荷重）が大きいほど厳しくなる。このため、1次冷却材管と発生応力及びフェライト量の比較を行い、1次冷却材ポンプの熱時効評価が1次冷却材管に包絡されることを確認している。</p> <p style="text-align: center;">表1 1次冷却材ポンプケーシング熱時効評価結果</p> <table border="1" data-bbox="421 931 1361 1205"> <thead> <tr> <th>部位</th> <th>Ss地震時応力 (MPa)</th> <th>フェライト量 (%)</th> <th>使用温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング<br/>(吐出ノズル)</td> <td>約111</td> <td>10.84</td> <td>288.6</td> </tr> <tr> <td>1次冷却材管<br/>(ホットレグ直管)</td> <td>約193</td> <td>16.09</td> <td>322.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>応力の詳細評価について表2に示す。</p> <p style="text-align: center;">表2 1次冷却材ポンプケーシングの応力値の詳細</p> <table border="1" data-bbox="421 1352 1361 1547"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">内圧による応力</th> <th colspan="4">曲げ応力</th> <th colspan="4">軸力による応力</th> <th rowspan="2">合算値 (MPa)</th> </tr> <tr> <th>自重 (MPa)</th> <th>熱 (MPa)</th> <th>地震 (MPa)</th> <th>合計 (MPa)</th> <th>自重 (MPa)</th> <th>熱 (MPa)</th> <th>地震 (MPa)</th> <th>合計 (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>フェライト量算出に当たっては表3に示す材料成分表及びASTM A800(図1)により算出している。製造時ミルシートを添付-1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表3 製造時ミルシートによる材料成分表示</p> <table border="1" data-bbox="421 1727 1347 1888"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th colspan="8">化学成分(溶鋼分析)%</th> <th>Cre/Nie</th> <th>フェライト量</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Cb(Nb)</th> <th>N</th> <th>Nie</th> <th>F%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1次冷却材ポンプケーシング</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※N及びNbの測定値について、これらはフェライト量計算に必要な値のため、電共研で用いた材料データの値等を参考にフェライト量を算出している。</p> | 部位         | Ss地震時応力 (MPa) | フェライト量 (%) | 使用温度 (°C) | 1次冷却材ポンプケーシング<br>(吐出ノズル) | 約111    | 10.84    | 288.6    | 1次冷却材管<br>(ホットレグ直管) | 約193 | 16.09 | 322.8 | 評価部位 | 内圧による応力 | 曲げ応力 |  |  |  | 軸力による応力 |  |  |  | 合算値 (MPa) | 自重 (MPa) | 熱 (MPa) | 地震 (MPa) | 合計 (MPa) | 自重 (MPa) | 熱 (MPa) | 地震 (MPa) | 合計 (MPa) | 1次冷却材ポンプケーシング |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 評価部位 | 化学成分(溶鋼分析)% |  |  |  |  |  |  |  | Cre/Nie | フェライト量 | C | Si | Mn | Cr | Ni | Cb(Nb) | N | Nie | F% | 1次冷却材ポンプケーシング |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 部位                       | Ss地震時応力 (MPa)   | フェライト量 (%) | 使用温度 (°C)     |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1次冷却材ポンプケーシング<br>(吐出ノズル) | 約111  | 10.84      | 288.6         |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1次冷却材管<br>(ホットレグ直管)      | 約193  | 16.09      | 322.8         |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 評価部位                     | 内圧による応力   | 曲げ応力       |               |            |           | 軸力による応力                  |         |          |          | 合算値 (MPa)           |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                          |   | 自重 (MPa)   | 熱 (MPa)       | 地震 (MPa)   | 合計 (MPa)  | 自重 (MPa)                 | 熱 (MPa) | 地震 (MPa) | 合計 (MPa) |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1次冷却材ポンプケーシング            |   |            |               |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 評価部位                     | 化学成分(溶鋼分析)%   |            |               |            |           |                          |         |          | Cre/Nie  | フェライト量              |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                          | C   | Si         | Mn            | Cr         | Ni        | Cb(Nb)                   | N       | Nie      | F%       |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1次冷却材ポンプケーシング            |   |            |               |            |           |                          |         |          |          |                     |      |       |       |      |         |      |  |  |  |         |  |  |  |           |          |         |          |          |          |         |          |          |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |             |  |  |  |  |  |  |  |         |        |   |    |    |    |    |        |   |     |    |               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



Schoefer Diagram for Estimating the Average Ferrite Content In Austenitic Iron-Chromium-Nickel Alloy

図1 フェライト量導出図 ASTM A800参照

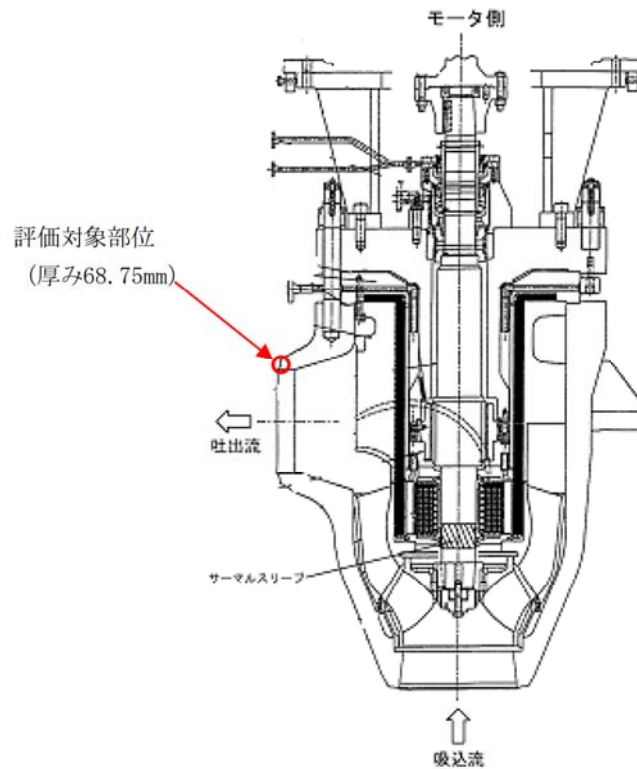


図2 1次冷却材ポンプケーシング



図3 ケーシング吐出ノズル溶接部

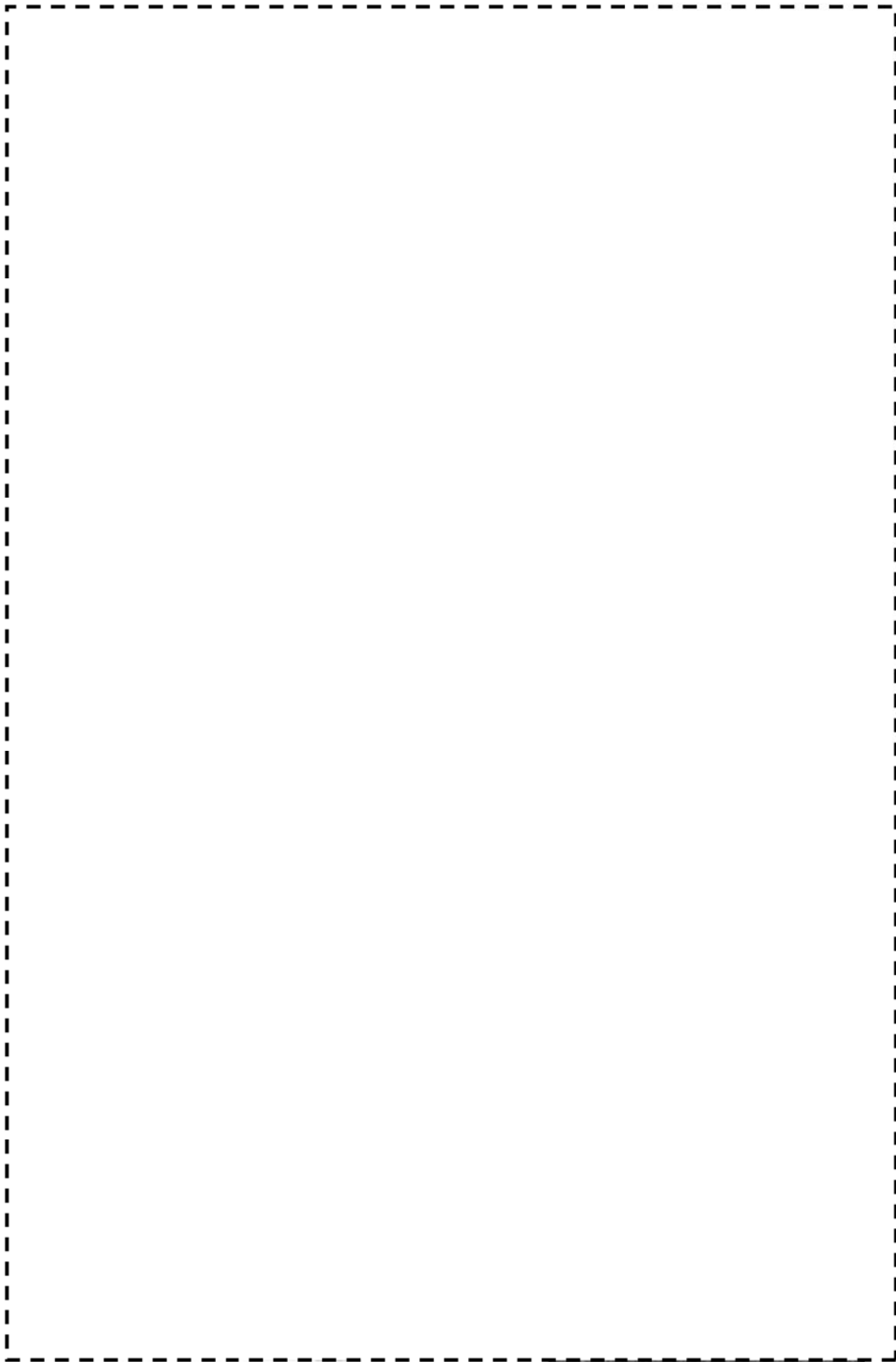
1次冷却材ポンプ（ケーシング）については、重大事故等時における発生応力とフェライト量の比較でより厳しい条件となる1次冷却材管の評価に包絡されることを確認しており、重大事故等時における1次冷却材管の健全性を確認できたことで、1次冷却材ポンプ（ケーシング）も健全であると確認している。

1次冷却材ポンプ（ケーシング）の発生応力とフェライト量の1次冷却材管との比較を添付ー2に示す。

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

SERIAL 1415

|   |   |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
|---|---|-----------|--|-------------|--------------|--|--|------------|--|---|---|--------|--------|--------|---|------------|--|--|
| PENCIL RUBBING OF MARK<br>P.O. NO. 7-660541<br>T-HT47B1249 471166<br>B-HT47B1209<br>F-HT47B1209 225<br>L-HT46D758-3-5   | 7-481506  | UEG-0177C |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
|   | 0100  |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| 検査成績書<br>冷却材ポンプ<br>ケーシング<br>RC-3A.B.C.<br>1台 / 3台   | 関西電力(株)美浜発電所<br>第3号機  |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
|   | <table border="1"> <tr> <td>監<br/>査<br/>印</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="4">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>課<br/>長</td> <td>係<br/>長</td> <td colspan="2">係<br/>員</td> </tr> <tr> <td colspan="4">[Redacted]</td> </tr> </table> |           |  | 監<br>査<br>印 |              |  |  | [Redacted] |  |   |   | 課<br>長 | 係<br>長 | 係<br>員 |   | [Redacted] |  |  |
| 監<br>査<br>印   |   |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| [Redacted]  |   |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| 課<br>長  | 係<br>長  | 係<br>員    |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| [Redacted]  |   |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| 昭和50年5月30日  |   |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| <table border="1"> <tr> <td>送<br/>付<br/>先</td> <td>現<br/>地<br/>RC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>/</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>/</td> </tr> </table> |   |           |  | 送<br>付<br>先 | 現<br>地<br>RC |  |  |            |  | S | / |        |        |        | / |            |  |  |
| 送<br>付<br>先   | 現<br>地<br>RC  |           |  |             |              |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |
| S   | /   |           |  |             | /            |  |  |            |  |   |   |        |        |        |   |            |  |  |



「 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」

## 重大事故等時における1次冷却材ポンプの熱時効評価

美浜3号炉の1次冷却材ポンプのケーシングの発生応力（重大事故等時+Ss地震力）、フェライト量に対して、1次冷却材管との比較を以下に示す。

重大事故等時の条件で応力、フェライトが1次冷却材管の条件で包絡されることを確認しており、重大事故等時でも1次冷却材管の評価を代表として健全性が示される。

1次冷却材ポンプケーシング熱時効評価結果

| 部位                           | 重大事故等時<br>応力 <sup>※1</sup><br>(MPa) | (参考)<br>通常運転時<br>応力 <sup>※1</sup><br>(MPa) | フェライト量<br>(%) | 使用温度 <sup>※2</sup><br>(°C) |
|------------------------------|-------------------------------------|--|---------------|----------------------------|
| 1次冷却材<br>ポンプケーシング<br>(吐出ノズル) | 約117                                | 約111                                       | 10.84         | 288.6                      |
| 1次冷却材管<br>(ホットレグ直管)          | 約201                                | 約193                                       | 16.09         | 322.8                      |

※1 Ss地震荷重含む

※2 通常運転時の温度。重大事故等時の条件は360°Cとする。



美浜3号炉－熱時効－4

|      |   |
|------|---|
| タイトル | (5-4-14, 15, 16, 17頁)<br>母管の熱時効に係る健全性評価の具体的内容について   |
| 説明   | <p>1 次冷却材管の健全性評価は以下の手順で実施している。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 評価対象部位の抽出<br/>対象配管のうち脆化条件の厳しい部位および応力条件の厳しい部位を抽出</li><li>2. 評価用初期欠陥の想定<br/>初期欠陥の大きさは、PSIの欠陥検出限界に十分な余裕を見て安全側に定める</li><li>3. 疲労き裂進展解析<br/>配管内面に想定する初期き裂が、プラント運転時に生じる応力サイクルにより、プラント供用60年の間に進展する量を求める</li><li>4. き裂安定性評価用想定き裂の想定<br/>前項で求めた進展を考慮し、貫通き裂を想定する</li><li>5. き裂安定性評価<br/>各供用状態の荷重から算出されるき裂進展力を示すパラメータJ積分値 <math>J_{app}</math> と熱時効後のき裂進展抵抗 <math>J_{mat}</math> を用いて評価を行う</li></ol> <p>詳細を以下の添付－1に示す。</p> |

1. 評価対象部位の抽出

(1) 評価対象部位の選別

以下の図面に1次冷却材管の熱時効対象部位を示し、次ページ表に対象部位のフェライト量と応力（S s地震動による地震応力を含む）を比較した表を示し、応力が最大の部位またはフェライト量が最も多い部位を評価点とする。更にエルボで応力の高い部位も評価点とした。

応力最大：ホットレグ直管

フェライト量最多：クロスオーバーレグRCP側90° エルボ

その他対象：SG入口50° エルボ

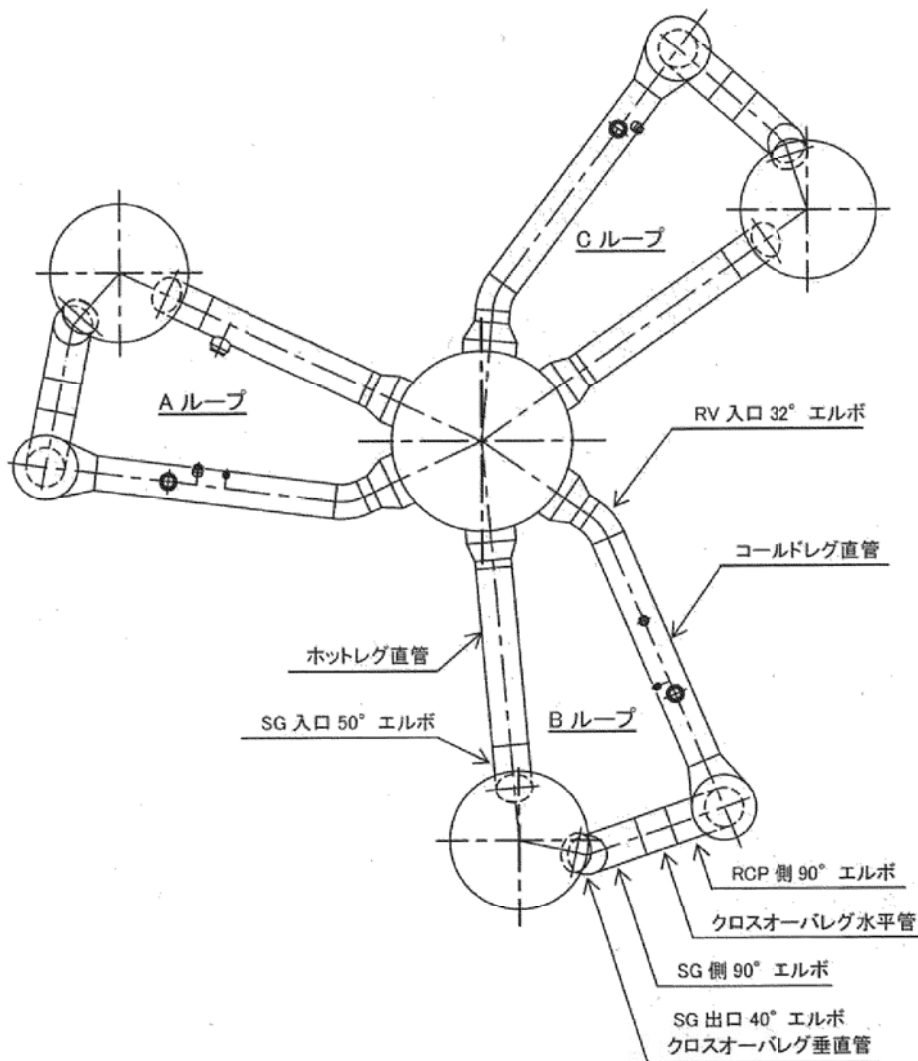


図1.1 1次冷却材管熱時効評価対象部位



表1.1 評価対象部位一覧

| 評価部位                   | フェライト量 [%] | 使用温度 [°C] | 応力 [MPa] | 選定 |
|------------------------|------------|-----------|----------|----|
| ホットレグ直管                | 約16.1      | 322.8     | 約193     | ○  |
| SG入口50°エルボ             | 約15.6      | 322.8     | 約175     | ○  |
| SG出口40°エルボ             | 約10.1      | 288.6     | 約126     |    |
| クロスオーバレグ直管<br>(垂直管)    | 約13.8      | 288.6     | 約107     |    |
| クロスオーバレグ<br>SG側90°エルボ  | 約16.1      | 288.6     | 約79      |    |
| クロスオーバレグ直管<br>(水平管)    | 約11.4      | 288.6     | 約80      |    |
| クロスオーバレグ<br>RCP側90°エルボ | 約18.2      | 288.6     | 約79      | ○  |
| コールドレグ直管               | 約14.1      | 288.6     | 約111     |    |
| RV入口32°エルボ             | 約16.1      | 288.6     | 約91      |    |

応力は供用状態A,Bの内圧、自重・熱膨張荷重、地震荷重（S s）を考慮している。

熱時効評価対象部位の詳細な応力値を以下の表に示す。

表1.2 熱時効対象部位の応力詳細

| 評価部位               | 内圧による応力 (MPa) | 曲げ応力     |         |          |          | 軸力による応力  |         |          |          | 合算値 (MPa) |
|--------------------|---------------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|
|                    |               | 自重 (MPa) | 熱 (MPa) | 地震 (MPa) | 合計 (MPa) | 自重 (MPa) | 熱 (MPa) | 地震 (MPa) | 合計 (MPa) |           |
| ホットレグ直管            |               |          |         |          |          |          |         |          |          | 193       |
| クロスオーバレグRCP側90°エルボ |               |          |         |          |          |          |         |          |          | 79        |
| SG入口50°エルボ         |               |          |         |          |          |          |         |          |          | 175       |

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。

また、フェライト量算出に当たっては、以下の材料成分表と以下のグラフ（引用文献は ASTM A800）を用いて算出している。

表1.3 製造時のミルシート

| 評価部位                | 化学成分（溶鋼分析） % |    |    |    |    |    |        |   | Cr <sub>e</sub> /Ni <sub>e</sub> | フェライト量 |
|---------------------|--------------|----|----|----|----|----|--------|---|----------------------------------|--------|
|                     | C            | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | Cb(Nb) | N |                                  | F%     |
| ホットレグ直管             |              |    |    |    |    |    |        |   |                                  | 約16.1  |
| クロスオーバーレグRCP側90°エルボ |              |    |    |    |    |    |        |   |                                  | 約18.2  |
| SG入口50°エルボ          |              |    |    |    |    |    |        |   |                                  | 約15.6  |

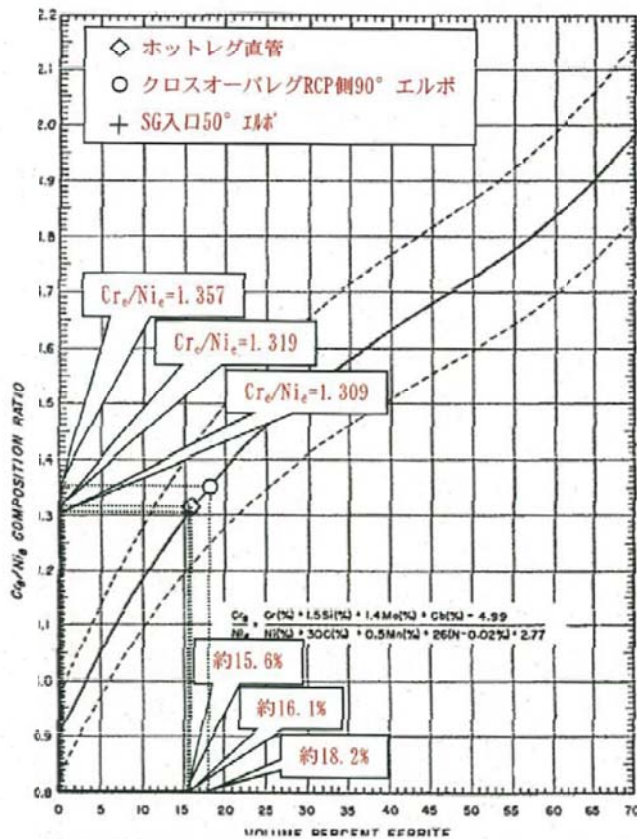


FIG. X1.1 Schoefer Diagram for Estimating the Average Ferrite Content in Austenitic Iron-Chromium-Nickel Alloy Castings

図1.2 フェライト量導出図

なお、応力による評価部位選定において、SG入口50°エルボ等の応力の比較的高いエルボでは、形状効果により想定欠陥に対するJappの値が高くなる場合があることから、エルボの曲率部で応力の高い部位は評価対象に加えた。

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号機の評価対象部位は、応力最大部位としてホットレグ直管を、フェライト量最多部位としてクロスオーバーレグ90°エルボを選定、さらに、SG入口50°エルボについても、エルボの曲がり部の効果によるJappの値が高くなると考えられることから5.(5)き裂安定性評価においてその評価を行っている。

以上を考慮することで、想定するき裂に対して、き裂進展力としてのJappが最大となる部位の評価ができるようにしている。

## 2. 評価用初期欠陥の想定

初期欠陥の大きさは、PSIの欠陥検出限界に十分な余裕をみて安全側に定めるものとする。単一欠陥の寸法については原子力発電所配管破損防護設計技術指針(JEAG4613-1998)のものを用いている。すなわち初期欠陥は $0.2t$ (深さ $a_0$ ) $\times$  $1.0t$ (表面長さ $2c_0$ )( $t$ は板厚)の半楕円形の内表面周方向欠陥とする。初期欠陥の形状を図2.1に示す。平成16年度原子力発電施設検査技術実証事業に関する報告書(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認に関するもの)では、ステンレス鋳鋼の疲労き裂において検出率100%に達する最小欠陥深さは約 $0.18t$ であり、本評価で用いる値は保守的であることを確認した。なお、当該報告書の超音波探傷試験と実機の1次冷却材管の超音波探傷試験は同等の探触子と検査員資格で実施している。

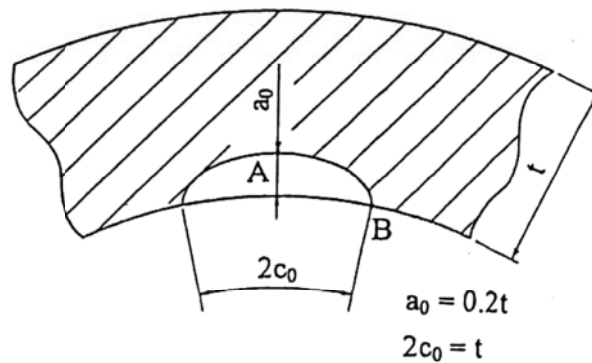


図2.1 初期欠陥の形状

### 3. 疲労き裂進展解析

#### (1) 解析条件

配管の内面に想定する初期き裂が、プラント運転時に生じる応力サイクルにより供用期間60年の間に進展する量を求める。

##### i) き裂進展解析に用いる応力サイクル

使用する応力サイクルは実機運転状態を考慮し、実過渡条件に基づいて設定する。実過渡条件による応力サイクルを表3.1～表3.3に示す。これらは2010年度までの実績過渡回数よりプラント運転期間60年までを想定し過渡回数を記載している。なお、2011年度以降の期間は実績より保守的\*な回数の過渡が発生すると仮定して回数を推定した。

\*：評価条件として、2011年5月から2017年9月まで冷温停止状態、2011年度以降の過渡発生頻度は実績の1.5倍以上を想定した。

##### ii) 疲労き裂進展速度

疲労き裂進展速度は国内軽水炉条件下のデータに基づく以下の式を使用する。(JEAG4613-1998 参照)

$$da/dN = C(\Delta K)^m$$

$$\Delta K = K_{max} - K_{min}$$

ここで、

$da/dN$  ; 疲労き裂進展速度 (m/cycle)

$C$  ; 定数 =  $7.77 \times 10^{-12}$

$m$  ; 定数 = 3.5

$\Delta K$  ; 応力拡大係数変動幅 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

$K_{max}, K_{min}$  ; 最大および最小応力拡大係数 ( $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

また、ここではステンレス鋼に対する速度を使用する。なお、電共研「PWR配管破断防護設計の合理化に関する研究」において、時効の有無によってき裂進展速度に有意な差がないことを確認している。

表3.1 応力サイクル (ホットレグ直管)

| 過渡条件  | 過渡回数 | 膜応力 (MPa)      |                | 曲げ応力 (MPa)      |                 |
|---|------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|   |      | $\sigma_{max}$ | $\sigma_{min}$ | $\sigma_{bmax}$ | $\sigma_{bmin}$ |
| 1. 起動・停止  | 78   |                |                |                 |                 |
| 2. 負荷上昇 (15%から100%出力)                           | 706  |                |                |                 |                 |
| 3. 負荷減少 (100%から15%出力)                           | 691  |                |                |                 |                 |
| 4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇                         | 3    |                |                |                 |                 |
| 5. 100%から90%へのステップ状負荷減少                         | 3    |                |                |                 |                 |
| 6. 100%からの大きいステップ状負荷減少                          | 7    |                |                |                 |                 |
| 7. 定常負荷運転時の変動                                   | 0    |                |                |                 |                 |
| 8. 燃料交換   | 52   |                |                |                 |                 |
| 9. 0%から15%への負荷上昇                                | 84   |                |                |                 |                 |
| 10. 15%から0%への負荷減少                               | 69   |                |                |                 |                 |
| 11. 1ループ停止 / 1ループ起動 [停止]                        | 1    |                |                |                 |                 |
| 12. 1ループ停止 / 1ループ起動 [起動]                        | 1    |                |                |                 |                 |
| 13. 負荷の喪失                                       | 6    |                |                |                 |                 |
| 14. 外部電源喪失                                      | 5    |                |                |                 |                 |
| 15. 1次冷却材流量の部分喪失                                | 1    |                |                |                 |                 |
| 16. 100%からの原子炉トリップ<br>(I) 不注意な冷却を伴わないトリップ*      | 7    |                |                |                 |                 |
| 17. 100%からの原子炉トリップ<br>(II) 不注意な冷却を伴うトリップ*       | 2    |                |                |                 |                 |
| 18. 100%からの原子炉トリップ<br>(III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ* | 1    |                |                |                 |                 |
| 19. 1次冷却系の異常な減圧                                 | 1    |                |                |                 |                 |
| 20. 制御棒クラスタの落下                                  | 4    |                |                |                 |                 |
| 21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動                          | 1    |                |                |                 |                 |
| 22. 1次冷却系停止ループの誤起動                              | 1    |                |                |                 |                 |
| 23. タービン回転試験                                    | 6    |                |                |                 |                 |
| 24. 1次系漏えい試験                                    | 64   |                |                |                 |                 |
| 25. 1/3Sd地震                                     | 360  |                |                |                 |                 |

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3.2 応力サイクル (クロスオーバーレグ RCP 側 90° エルボ)

| 過渡条件   | 過渡回数 | 膜応力 (MPa)      |                | 曲げ応力 (MPa)      |                 |
|--|------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|  |      | $\sigma_{max}$ | $\sigma_{min}$ | $\sigma_{bmax}$ | $\sigma_{bmin}$ |
| 1. 起動・停止                                       | 78   |                |                |                 |                 |
| 2. 負荷上昇 (15%から100%出力)                          | 706  |                |                |                 |                 |
| 3. 負荷減少 (100%から15%出力)                          | 691  |                |                |                 |                 |
| 4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇                        | 3    |                |                |                 |                 |
| 5. 100%から90%へのステップ状負荷減少                        | 3    |                |                |                 |                 |
| 6. 100%からの大きいステップ状負荷減少                         | 7    |                |                |                 |                 |
| 7. 定常負荷運転時の変動                                  | 0    |                |                |                 |                 |
| 8. 燃料交換  | 52   |                |                |                 |                 |
| 9. 0%から15%への負荷上昇                               | 84   |                |                |                 |                 |
| 10. 15%から0%への負荷減少                              | 69   |                |                |                 |                 |
| 11. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [停止]                     | 1    |                |                |                 |                 |
| 12. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [起動]                     | 1    |                |                |                 |                 |
| 13. 負荷の喪失                                      | 6    |                |                |                 |                 |
| 14. 外部電源喪失                                     | 5    |                |                |                 |                 |
| 15. 1 次冷却材流量の部分喪失                              | 1    |                |                |                 |                 |
| 16. 100%からの原子炉トリップ<br>(I) 不注意な冷却を伴わないトリップ      | 7    |                |                |                 |                 |
| 17. 100%からの原子炉トリップ<br>(II) 不注意な冷却を伴うトリップ       | 2    |                |                |                 |                 |
| 18. 100%からの原子炉トリップ<br>(III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ | 1    |                |                |                 |                 |
| 19. 1 次冷却系の異常な減圧                               | 1    |                |                |                 |                 |
| 20. 制御棒クラスタの落下                                 | 4    |                |                |                 |                 |
| 21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動                         | 1    |                |                |                 |                 |
| 22. 1 次冷却系停止ループの誤起動                            | 1    |                |                |                 |                 |
| 23. タービン回転試験                                   | 6    |                |                |                 |                 |
| 24. 1 次系漏えい試験                                  | 64   |                |                |                 |                 |
| 25. 1/3Sd地震                                    | 360  |                |                |                 |                 |

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3.3 応力サイクル (SG 入口 50° エルボ)

| 過渡条件  | 過渡回数 | 膜応力 (MPa)                          | 曲げ応力 (MPa)                         |
|---|------|------------------------------------|------------------------------------|
|   |      | $\sigma_{mmax}$<br>$\sigma_{mmin}$ | $\sigma_{bmax}$<br>$\sigma_{bmin}$ |
| 1. 起動・停止  | 78   |                                    |                                    |
| 2. 負荷上昇 (15%から100%出力)                           | 706  |                                    |                                    |
| 3. 負荷減少 (100%から15%出力)                           | 691  |                                    |                                    |
| 4. 90%から100%へのステップ状負荷上昇                         | 3    |                                    |                                    |
| 5. 100%から90%へのステップ状負荷減少                         | 3    |                                    |                                    |
| 6. 100%からの大きいステップ状負荷減少                          | 7    |                                    |                                    |
| 7. 定常負荷運転時の変動                                   | 0    |                                    |                                    |
| 8. 燃料交換   | 52   |                                    |                                    |
| 9. 0%から15%への負荷上昇                                | 84   |                                    |                                    |
| 10. 15%から0%への負荷減少                               | 69   |                                    |                                    |
| 11. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [停止]                      | 1    |                                    |                                    |
| 12. 1 ループ停止 / 1 ループ起動 [起動]                      | 1    |                                    |                                    |
| 13. 負荷の喪失                                       | 6    |                                    |                                    |
| 14. 外部電源喪失                                      | 5    |                                    |                                    |
| 15. 1 次冷却材流量の部分喪失                               | 1    |                                    |                                    |
| 16. 100%からの原子炉トリップ<br>(I) 不注意な冷却を伴わないトリップ*      | 7    |                                    |                                    |
| 17. 100%からの原子炉トリップ<br>(II) 不注意な冷却を伴うトリップ*       | 2    |                                    |                                    |
| 18. 100%からの原子炉トリップ<br>(III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ* | 1    |                                    |                                    |
| 19. 1 次冷却系の異常な減圧                                | 1    |                                    |                                    |
| 20. 制御棒クラスタの落下                                  | 4    |                                    |                                    |
| 21. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動                          | 1    |                                    |                                    |
| 22. 1 次冷却系停止ループの誤起動                             | 1    |                                    |                                    |
| 23. タービン回転試験                                    | 6    |                                    |                                    |
| 24. 1 次系漏えい試験                                   | 64   |                                    |                                    |
| 25. 1/3Sd地震                                     | 360  |                                    |                                    |

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) 解析結果

疲労き裂進展解析結果は、表3.4～表3.6に示すとおりである。

表3.4 き裂進展解析結果 (ホットレグ直管)

|      | き裂深さ<br>(mm) | き裂長さ<br>(mm) | 備 考 |
|------|--------------|--------------|-----|
| 初 期  |              |              |     |
| 60年後 |              |              |     |

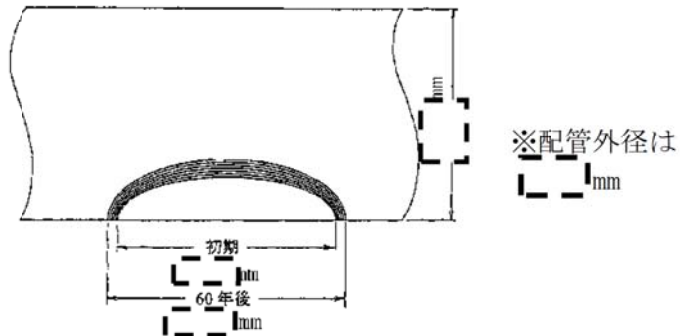
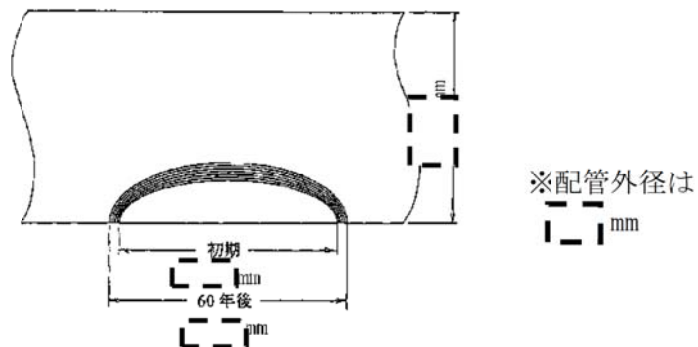


表3.5 き裂進展解析結果 (クロスオーバレグRCP側90° エルボ)

|      | き裂深さ<br>(mm) | き裂長さ<br>(mm) | 備 考 |
|------|--------------|--------------|-----|
| 初 期  |              |              |     |
| 60年後 |              |              |     |

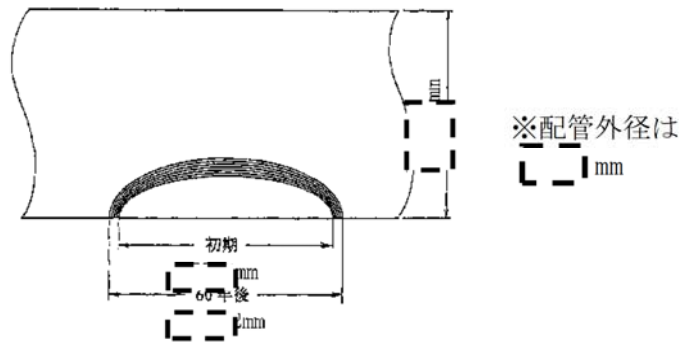


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



表3.6 き裂進展解析結果 (SG入口50° エルボ)

|      | き裂深さ<br>(mm) | き裂長さ<br>(mm) | 備 考 |
|------|--------------|--------------|-----|
| 初 期  |              |              |     |
| 60年後 |              |              |     |



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. き裂安定性評価用想定き裂の想定

き裂安定性評価では、安全側に評価するため、3項で算出した疲労き裂を貫通き裂に置換える。(図4.1参照)

き裂安定性評価に用いる想定き裂を表4.1に示す。

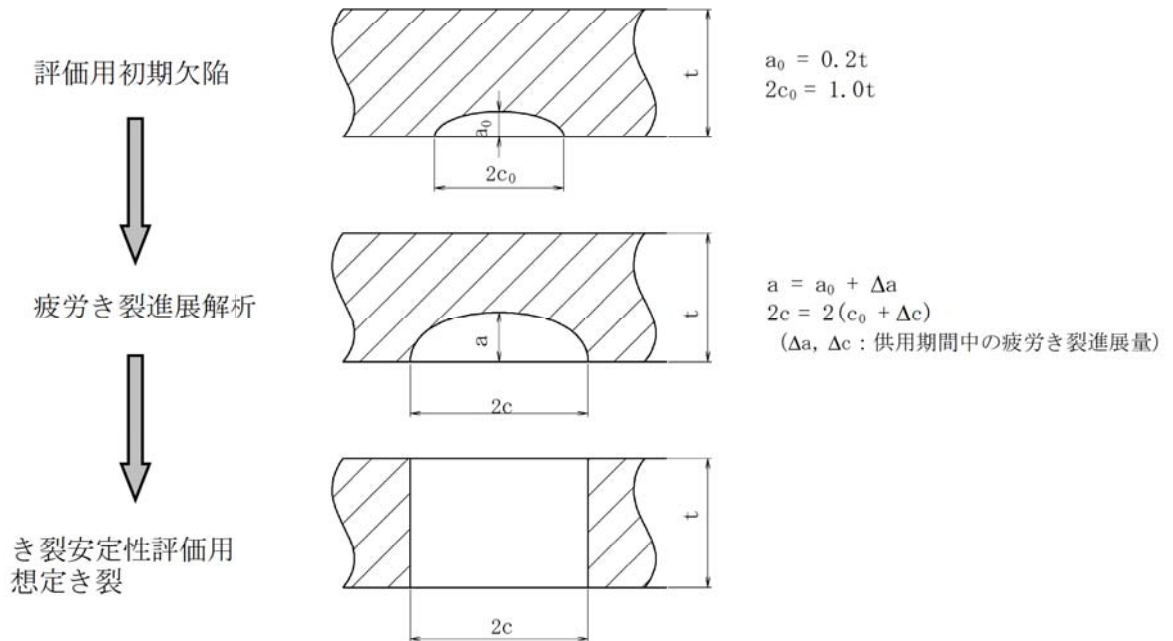


図4.1 想定き裂置換えイメージ

表4.1 き裂安定性評価用想定き裂

|                         | き裂長さ<br>(mm) | 板厚<br>(mm) |
|-------------------------|--------------|------------|
| ホットレグ直管                 |              |            |
| クロスオーバレグ<br>RCP側90° エルボ |              |            |
| SG入口50° エルボ             |              |            |

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。

## 5. き裂安定性評価

## (1) 評価方法

重大事故等時の荷重条件を包絡した評価を行う。このため重大事故等時（原子炉停止機能喪失時）荷重+Ss地震動の荷重により想定き裂に生じるき裂進展力を評価し、最小破壊靱性  $J(\Delta a)$  と比較して延性不安定破壊しないことを確認する。

具体的には、各供用状態の荷重から算出されるき裂進展力を示すパラメータJ積分値  $J_{app}$  と熱時効後のき裂進展抵抗  $J_{mat}$  を用いて評価を行う。

なお、評価点は表1.1で選定されたホットレグ直管、クロスオーバレグRCP側90°エルボ、SG入口50°エルボの3部位とするが、通常運転時に応力が高い部位として選定されたホットレグ直管、SG入口50°エルボは重大事故等時でも応力が高い部位であることを確認している。通常運転時の応力が3番目に高いSG出口40°エルボとの比較を表5.1に示す。

表5.1 重大事故等時における応力比較

| 評価部位       | 使用温度<br>[°C] | 通常運転時<br>(参考) | 重大事故等時   |
|------------|--------------|---------------|----------|
|            |              | 応力 [MPa]      | 応力 [MPa] |
| ホットレグ直管    | 322.8        | 約 193         | 約201     |
| SG入口50°エルボ | 322.8        | 約 175         | 約182     |
| SG出口40°エルボ | 288.6        | 約 126         | 約134     |

(2) き裂進展力 ( $J_{app}$ )

き裂進展力は、評価部位の荷重とき裂長さが板厚の1倍、3倍、5倍の貫通き裂長さを用いて有限要素法により算出する。

評価条件は表5.2の通りで、配管に負荷される荷重は、PLM評価用荷重（自重+熱膨張+Ss地震動）とする。

き裂長さが1, 3, 5倍の時の値は表5.3の通りとなる。

なお、本評価の有限要素法に用いた解析コードは「MARC2005r3」である。当該コードは理論値（EPRI (Ductile Fracture Handbook NP-6301-D N14-1) の簡易J積分値）とFEMで算出したJ積分値が同等となることを確認している。使用コードの中での裕度は考慮していないが、解析条件に保守性を持たせる（フェライト量 [ ] % の応力-ひずみ線図を使用、き裂形状を貫通き裂と想定）ことで評価の保守性を担保している。

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。

表5.2 評価条件 (1/2)

|                |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|----------------|--|----------------------|--|---------------|--|--|--|--------|---|----|----|----|----|--|--|--|----|---------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|----|
| ホットレグ直管        |  | クロスオーバーレグRCP側90° エルボ |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 内径 [mm]        |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 外径 [mm]        |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| き裂形状           | 周方向貫通き裂(き裂長さ: 1t, 3t, 5t の3種類)   |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 荷重*            |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 内圧 [MPa]       |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 軸力 [kN]        | 自重   | 地震                   | 合計   |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 曲げモーメント [kN・m] | 自重   | 地震                   | 合計   |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                | My Mz  | My Mz                | My Mz  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 物性値            |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| ヤング率 [MPa]     |  |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| ポアソン比          | $\nu=0.3$ (弾性域)、 $\nu=0.5$ (塑性域)   |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 応力-ひずみ関係       | <p>フェライト量が低い非時効材の応力-ひずみ線図を用いる。本評価データは電共研「1次冷却材管の時効劣化に関する研究 (STEP1)」で得られた知見を参考に行っている。本電共研では2つの試験片について引張り試験を実施し、結果がほぼ同等であったことから1つの試験片のデータを用いて応力-ひずみ線図を導出した。Japp 値は応力-ひずみ線図の下部の面積に比例するため、強度が低い非時効材を用いることはより安全側の評価となる。</p> |                      |  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| 公称応力 [MPa]     | ひずみ [%]  | 応力 [MPa]             | 非時効材のフェライト量  |               |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                |  |                      | <table border="1"> <tr> <td colspan="4">化学成分 (詳細分析) %</td> <td>フェライト量</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Mo</td> <td>Co (Nb)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>N</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cre/Nie</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>P%</td> </tr> </table> | 化学成分 (詳細分析) % |  |  |  | フェライト量 | C | Si | Mn | Cr | Ni |  |  |  | Mo | Co (Nb) |  |  |  |  | N |  |  |  |  | Cre/Nie |  |  |  |  | P% |
| 化学成分 (詳細分析) %  |  |                      |  | フェライト量        |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
| C              | Si   | Mn                   | Cr   | Ni            |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                |  |                      | Mo   | Co (Nb)       |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                |  |                      |  | N             |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                |  |                      |  | Cre/Nie       |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |
|                |  |                      |  | P%            |  |  |  |        |   |    |    |    |    |  |  |  |    |         |  |  |  |  |   |  |  |  |  |         |  |  |  |  |    |

\* : 荷重は重大事故等時+Ss地震動を考慮

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5.2 評価条件 (2/2)

|                |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
|----------------|---|---------------|----|----|----|---------|--|--------|---|----|----|----|----|----|---------|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|----|
| SG入口50° エルボ    |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 内径 [mm]        |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 外径 [mm]        |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| き裂形状           | 周方向貫通き裂(き裂長さ: 1t, 3t, 5tの3種類)   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 荷重*            |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 内圧 [MPa]       |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 軸力 [kN]        | 自重 熱 地震 合計  |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 曲げモーメント [kN・m] | 自重 熱 地震 合計<br>My Mz My Mz   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 物性値            |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| ヤング率 [MPa]     | $\nu=0.3$ (弾性域)、 $\nu=0.5$ (塑性域)  |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| ポアソン比          |   |               |    |    |    |         |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| 応力-ひずみ関係       | <p>低フェライト量 (約10%、時効材) の材料の応力-ひずみ線図を用いる。本評価データは電共研「1次冷却材管の時効劣化に関する研究 (STEP III)」で得られた知見を参考にしている。本電共研では2つの試験片について引張り試験を実施し、結果がほぼ同等であったことから1つの試験片のデータを用いて応力-ひずみ線図を導出した。Japp 値は応力-ひずみ線図の下部の面積に比例するため、強度が低い低フェライト材を用いることはより安全側の評価である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>公称応力 [MPa]</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>公称ひずみ [%]</p> </div> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ひずみ [%]</p> <p>応力 [MPa]</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>低フェライト材のフェライト量</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td colspan="6">化学成分 (詳細分析) %</td> <td>フェライト量</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Si</td> <td>Mn</td> <td>Cr</td> <td>Ni</td> <td>MO</td> <td>Cb (Nb)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>N</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cre/Nie</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>P%</td> </tr> </table> </div> | 化学成分 (詳細分析) % |    |    |    |         |  | フェライト量 | C | Si | Mn | Cr | Ni | MO | Cb (Nb) |  |  |  |  |  |  | N |  |  |  |  |  |  | Cre/Nie |  |  |  |  |  |  | P% |
| 化学成分 (詳細分析) %  |   |               |    |    |    | フェライト量  |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
| C              | Si  | Mn            | Cr | Ni | MO | Cb (Nb) |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
|                |   |               |    |    |    | N       |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
|                |   |               |    |    |    | Cre/Nie |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |
|                |   |               |    |    |    | P%      |  |        |   |    |    |    |    |    |         |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |  |  |  |    |

\* : 荷重は重大事故等時+Ss地震動を考慮

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5.3 各き裂長さにおける $J_{app}$ 値 ( $\text{kJ/m}^2$ )

| き裂長さ | ホットレグ<br>直管 | クロスオーバレグ<br>RCP側90° エルボ | S G入口50°<br>エルボ |
|------|-------------|-------------------------|-----------------|
| 1 t  |             |                         |                 |
| 3 t  |             |                         |                 |
| 5 t  |             |                         |                 |

(3) 材料のき裂進展抵抗 ( $J_{mat}$ )

き裂進展抵抗 $J_{mat}$ は、電共研「1次冷却材管等の時効劣化に関する研究 (STEP III) (その2)」で改良された脆化予測モデル (H3Tモデル: Hyperbolic-Time, Temperature Toughness) を用いて、評価部位のフェライト量を基に決定する (算出方法はASME PVP2005-71528参照)。 $J_{Ic}$ 、 $J_6$ はデータの下限值 ( $-2\sigma$ ) を用いて算出し、表5.3の通りである。

表5.4 き裂進展抵抗 ( $\text{kJ/m}^2$ )

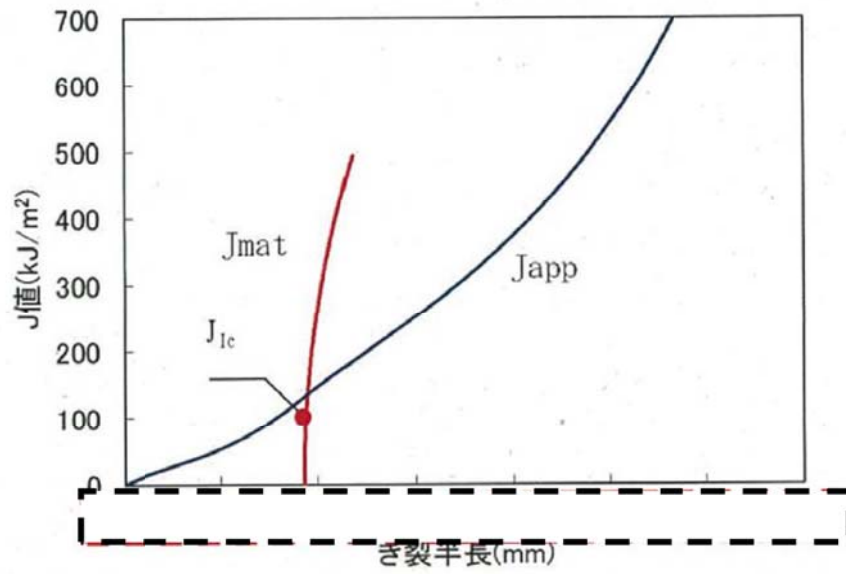
|          | ホットレグ<br>直管 | クロスオーバレグ<br>RCP側90° エルボ | S G入口50°<br>エルボ |
|----------|-------------|-------------------------|-----------------|
| $J_{Ic}$ |             |                         |                 |
| $J_6$    |             |                         |                 |

## (4) き裂安定性評価結果

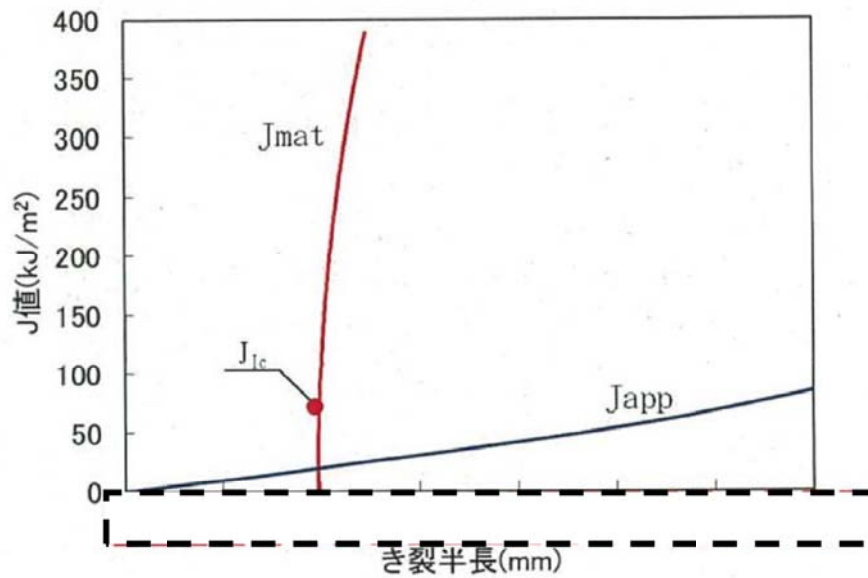
(2) 及び (3) で求めた $J_{app}$ と $J_{mat}$ の比較を行った結果を図5.1に示す。

その結果、運転開始後60年時点までの疲労き裂進展長さを考慮した評価用き裂を想定しても、 $J_{mat}$ が $J_{app}$ と交差し、 $J_{mat}$ が $J_{app}$ を上回ること、 $J_{mat}$ と $J_{app}$ の交点においては、 $J_{mat}$ の傾きが $J_{app}$ の傾きを上回ることから、配管は不安定破壊することではなく、健全性評価上問題とならないと判断する。

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。



ホットレグ直管

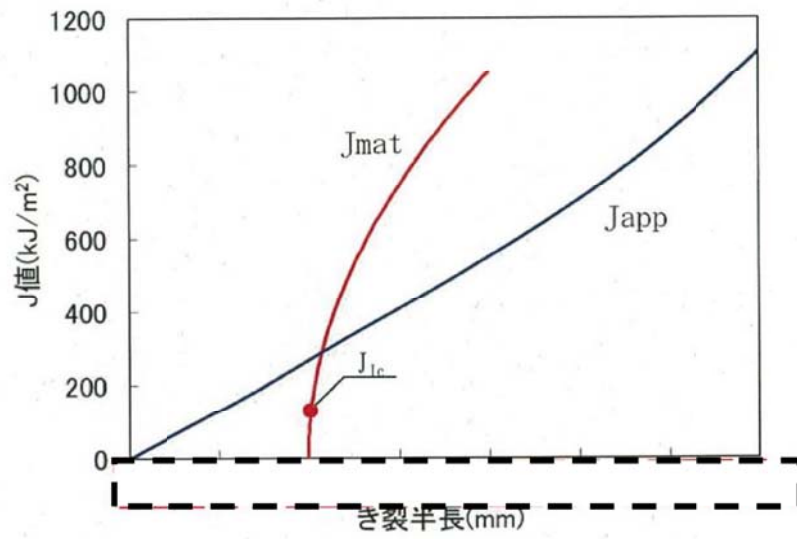


クロスオーバレグRCP側90° エルボ

図5.1 き裂安定性評価線図 (1/2)

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。





SG入口50° エルボ

図5.1 き裂安定性評価線図 (2/2)

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－絶縁低下－5 rev1

| コメント                   | ビッグテイル型電気ペネトレーション（外部リード含む）の設計基準事故時条件及び重大事故等時を包絡性について   |           |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|------------------------|--|-----------|-----------------------|----------|----|------------------------|--|----------|-----------------------|--|----------|--|-----------|------------|--|--------|--------------------|--|--------|--|--------|--|-----------|----------|----|------------------------|--|----------|-----------------------|--|----------|--|----------|------------|--|--------|--------------------|--|--------|--|--------|
| 説明                     | <p>①設計基準事故時条件の包絡性について<br/>         添付-1に設計基準事故の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）を、添付-2に事故時雰囲気曝露の試験条件を添付する。<br/>         以下に示すように、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>（ポッティング材：シリコン樹脂）</p> <table border="1" data-bbox="424 792 1361 1182"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件（温度－時間）</th> <th>6.5℃換算*1</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時<br/>雰囲気<br/>曝露<br/>試験</td> <td></td> <td>628824時間</td> <td rowspan="3">2177128時間<br/>(100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>228969時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1319335時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基<br/>準事故</td> <td></td> <td>9821時間</td> <td rowspan="3">22611時間<br/>(約2.6年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4054時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー <math>\frac{1}{kcal/mol}</math>での換算値<br/>         以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> <p>（外部リード：シリコンゴム）</p> <table border="1" data-bbox="424 1370 1361 1760"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件（温度－時間）</th> <th>6.5℃換算*1</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時<br/>雰囲気<br/>曝露<br/>試験</td> <td></td> <td>305157時間</td> <td rowspan="3">1330119時間<br/>(100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>133681時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>891281時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基<br/>準事故</td> <td></td> <td>6673時間</td> <td rowspan="3">18562時間<br/>(約2.1年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3153時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー <math>\frac{1}{kcal/mol}</math>での換算値<br/>         以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> |           | 条件（温度－時間）             | 6.5℃換算*1 | 合計 | 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 628824時間 | 2177128時間<br>(100年以上) |  | 228969時間 |  | 1319335時間 | 設計基<br>準事故 |  | 9821時間 | 22611時間<br>(約2.6年) |  | 4054時間 |  | 8736時間 |  | 条件（温度－時間） | 6.5℃換算*1 | 合計 | 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 305157時間 | 1330119時間<br>(100年以上) |  | 133681時間 |  | 891281時間 | 設計基<br>準事故 |  | 6673時間 | 18562時間<br>(約2.1年) |  | 3153時間 |  | 8736時間 |
|                        | 条件（温度－時間）  | 6.5℃換算*1  | 合計                    |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 628824時間  | 2177128時間<br>(100年以上) |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 228969時間  |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 1319335時間 |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 設計基<br>準事故             |  | 9821時間    | 22611時間<br>(約2.6年)    |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 4054時間    |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 8736時間    |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        | 条件（温度－時間）  | 6.5℃換算*1  | 合計                    |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 305157時間  | 1330119時間<br>(100年以上) |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 133681時間  |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 891281時間  |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 設計基<br>準事故             |  | 6673時間    | 18562時間<br>(約2.1年)    |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 3153時間    |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |  | 8736時間    |                       |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |  |           |          |    |                        |  |          |                       |  |          |  |          |            |  |        |                    |  |        |  |        |

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。

説明

②重大事故等時条件の包絡性について

添付-3に実機の重大事故等時の劣化条件を、添付-2に事故時雰囲気暴露の試験条件を添付する。

以下に示すように、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時の劣化条件を包絡している。

(ポッティング材：シリコーン樹脂)

|                    | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2  | 合計                    |
|--------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |            | 628824時間  | 2177128時間<br>(100年以上) |
|                    |            | 228969時間  |                       |
|                    |            | 1319335時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       |            | 1時間       | 845175時間<br>(約97年)    |
|                    |            | 23時間      |                       |
|                    |            | 193時間     |                       |
|                    |            | 12394時間   |                       |
|                    |            | 159115時間  |                       |
|                    |            | 31781時間   |                       |
|                    |            | 246304時間  |                       |
|                    |            | 84888時間   |                       |
|                    |            | 73848時間   |                       |
|                    |            | 58266時間   |                       |
|                    |            | 54201時間   |                       |
|                    |            | 29464時間   |                       |
|                    |            | 23079時間   |                       |
|                    |            | 20036時間   |                       |
|                    |            | 17176時間   |                       |
|                    | 13352時間    |           |                       |
|                    | 9411時間     |           |                       |
|                    | 11643時間    |           |                       |

\* 1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\* 2 : 活性化エネルギー [kcal/mol]での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                 | (外部リード：シリコンゴム) |          |                       |
|--------------------|----------------|----------|-----------------------|
|                    | 条件 (温度-時間)     | 65°C換算*2 | 合計                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |                | 305157時間 | 1330119時間<br>(100年以上) |
|                    |                | 133681時間 |                       |
|                    |                | 891281時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       |                | 1時間      | 551448時間<br>(約62.9年)  |
|                    |                | 20時間     |                       |
|                    |                | 150時間    |                       |
|                    |                | 8777時間   |                       |
|                    |                | 97838時間  |                       |
|                    |                | 21104時間  |                       |
|                    |                | 158150時間 |                       |
|                    |                | 55114時間  |                       |
|                    |                | 48486時間  |                       |
|                    |                | 38691時間  |                       |
|                    |                | 36405時間  |                       |
|                    |                | 20020時間  |                       |
|                    |                | 15865時間  |                       |
|                    |                | 13937時間  |                       |
|                    |                | 12091時間  |                       |
|                    | 9512時間         |          |                       |
|                    | 6787時間         |          |                       |
|                    | 8500時間         |          |                       |

\*1：CV過温破損の包絡条件 (添付-3)  
\*2：活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値  
以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



美浜3号炉 格納容器内圧力温度解析結果

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。



電気ペネ 事故時雰囲気暴露試験条件



外部リード：シリコーンゴム 事故時雰囲気暴露試験条件

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。



SA条件と包絡条件

上記重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

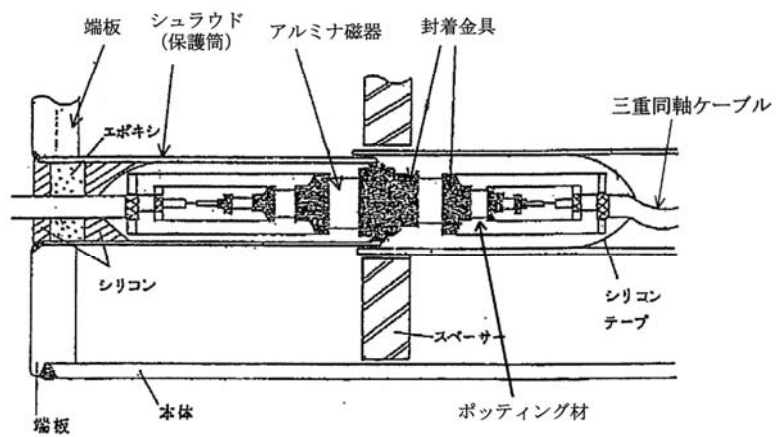
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



美浜3号炉－絶縁低下－8

|             |  |
|-------------|--|
| <p>タイトル</p> | <p>以下についての説明を提示すること。</p> <p>三重同軸型電気ペネトレーションの評価について<br/>(4-3.3-17頁)</p>   |
| <p>説明</p>   | <p>1. 製造メーカーについて<br/> 美浜3号炉の三重同軸型電気ペネトレーションの製造メーカーは、全て<br/> 「<u>          </u>」で、長期健全性試験に供試された三重同軸型電気ペネトレーシ<br/> ョンの製造メーカーは、「<u>          </u>」である。</p> <p>2. 構造図及び劣化を考慮すべき部位について<br/> 構造図を添付-1に示す。アルミナ磁器、封着金具、シュラウドでバ<br/> ウンダリを形成している。また、劣化を考慮すべき部位の使用材料は<br/> 以下の通り。</p> <p>着目すべき経年劣化事象</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポッティング材：シリコーン樹脂</li> <li>・外部リード：架橋ポリエチレン</li> </ul> <p>着目すべき経年劣化事象でない事象</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・溶接リング：炭素鋼</li> <li>・アルミナ磁器：アルミナ磁器</li> <li>・封着金具：ニッケル合金</li> <li>・シュラウド：ステンレス鋼</li> <li>・端板：ステンレス鋼</li> </ul> <p>3. 長期健全性試験の内容及びその妥当性について<br/> 長期健全性試験の内容及びその妥当性を添付-2に示す。</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。



## (1) 長期健全性試験の内容について

## ①試験手順

代表機器（ピッグテイル型）と同様、下記手順で実施している。

供試体→加速熱劣化→放射線照射→加振試験→事故時雰囲気曝露→判定

## ②試験条件 下表に示す条件で実施した。加速熱劣化の試験条件を除き、代表機器（ピッグテイル型）と同じである。

|          | 試験条件  | 説明  |
|----------|---|---|
| 加速熱劣化    | 条件：<br>105℃×7日間   | 試験条件は、ポッティング材について、電気ペネトレーションの周囲温度（約40℃）に若干の余裕を加えた温度（約47℃）で60年間の運転に相当する条件（98℃×7日）を包絡している。また、外部リードについては、60年間の運転に相当する条件（104℃×7日）を包絡している。 |
| 放射線照射    | 平常時における集積線量と事故時の放射線量を照射<br>条件：0.5MGy（平常時）＋<br>1.5MGy（事故時） | 美浜3号炉の60年間の運転に予想される集積線量*1に設計基準事故時線量0.607MGyを加えた線量を包絡している。   |
| 加振試験     | 実機プラントにSd地振動を想定して求めた最大加速度1.8Gで加振                          | 美浜3号炉に想定される最大加速度（0.65G）を包絡している。   |
| 事故時雰囲気曝露 | 温度 Max 190℃<br>圧力 Max 0.414MPa<br>時間 ~15日間                | 美浜3号炉の設計基準事故時の最高温度、最高圧力を包絡している。   |

\*1：原子炉格納容器内電気ペネトレーション近傍で最も放射線レベルが高い区域の空間線量率は約1.1mGy/hであり、この値より60年間の平常時の集積線量を評価すると、  
1.1 [mGy/h] × (24×365.25) h/y×60 [y] =0.579kGy となる。

[出典（試験条件）：電力共通研究「電気・計装機器の耐環境実証試験に関する研究(Step-3)」1983年度]

## (2) 長期健全性試験内容の妥当性について

当該試験はIEEE 323-1974に準拠した手順で実施している。その妥当性については、JEAG 4623-2008で呼び込んでいるIEEE 317-1983の要求事項から見て、不足しているいずれの項目についても、耐環境試験で付与した劣化条件から見た影響は非常に軽微と考えられることから、妥当性はあるものとする（添付-3参照）。

## (3) 事故時雰囲気曝露試験の妥当性について

添付-4に安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）を、添付-5に事故時雰囲気曝露の試験条件を添付する。添付-6に示すように、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

また、添付-7に実機の重大事故等の劣化条件を示す。添付-8、9に示すように、事故時雰囲気曝露試験の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

添付-3 : IEEE Std 317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(1/3)

| No | IEEE-317-1983 要求事項         |  | IEEE-317の要求に対して、<br>電共研で実施していない場合の理由等 |
|----|----------------------------|--|---------------------------------------|
|    | 試験項目                       | 試験内容   |                                       |
| 1  | 6.3.1<br>初期特性試験            | 各供試体は製造試験に合格していること。  | ○<br>(実施)<br>以降同じ                     |
| 2  | 6.3.2 1)<br>輸送・保管の模<br>擬   | 供試体は輸送・保管の最も厳しい環境条件に曝すものと<br>する。   | ×<br>(未実施)                            |
| 3  | 6.3.2 2)<br>運転熱サイクルの<br>模擬 | 供試体は、供用期間中の運転サイクルを模擬した熱サイ<br>クル試験を行うこと。  | ×                                     |
| 4  | 6.3.2 3)<br>熱劣化の模擬         | <ul style="list-style-type: none"> <li>供試体は、設置寿命期間中の設計通常使用温度での運<br/>転を模擬するために熱劣化処理を受けるものとする。</li> <li>加速劣化時間及び温度はアレイウスのデータから算出<br/>するか、正当化することができる他の方法を用いても<br/>良い。</li> </ul> | ○                                     |

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。



添付-3：IEEE317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(2/3)

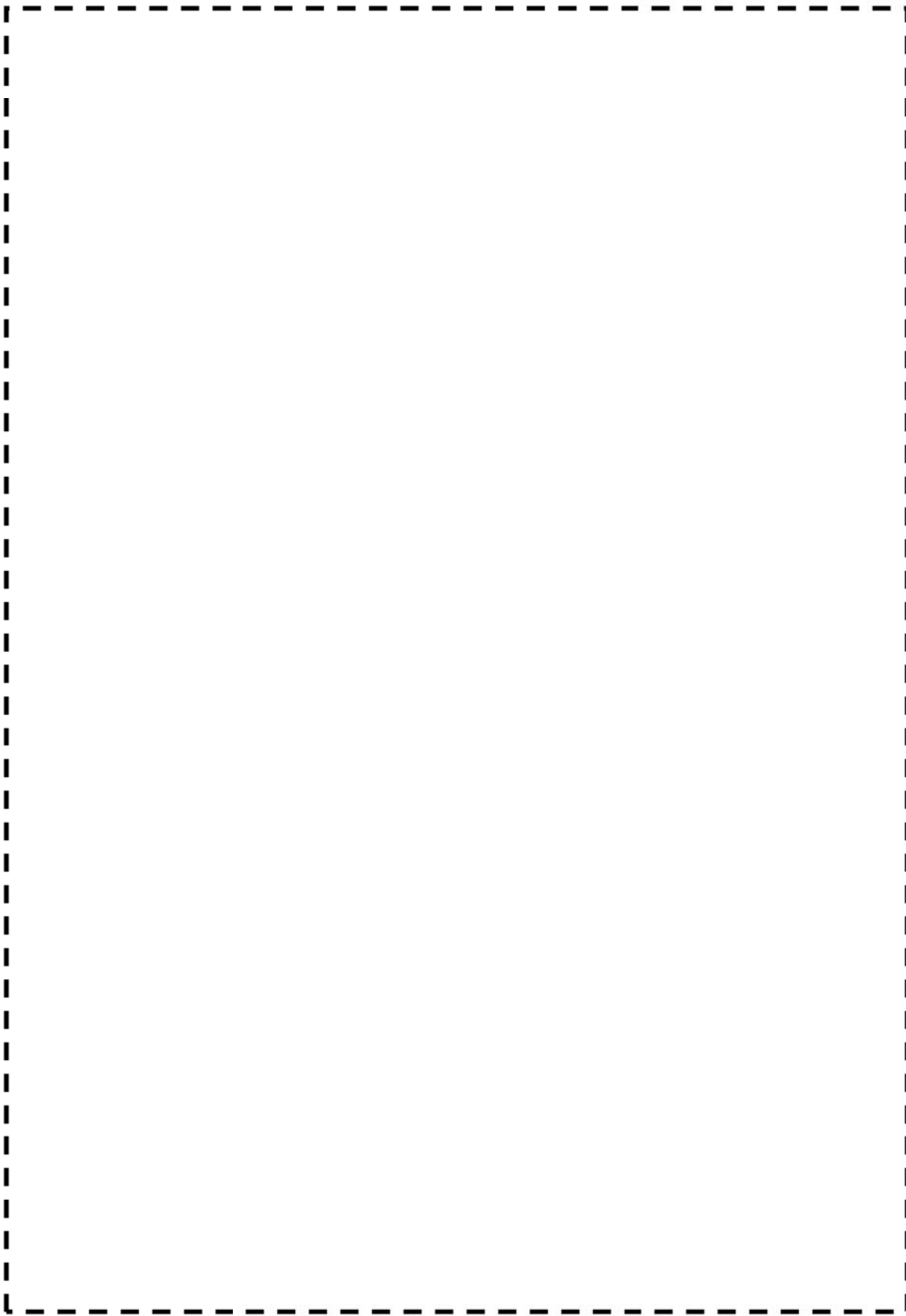
| No | IEEE-317-1983 要求事項        |   | IEEE-317の要求に対して、電共研で実施していない場合の理由等 |
|----|---------------------------|---|-----------------------------------|
|    | 試験項目                      | 試験内容  |                                   |
| 5  | 6.3.2 4) 放射線照射の模擬         | 設計通常使用環境の放射線を設置寿命期間中模擬した放射線を供試体に照射するものとする。設計基準事象による最大累積放射線量をこの時点で含めても良い。<br>6.3.2 1)~4)の事前処理後、供試体は、漏えい試験及び電気試験（導通、絶縁抵抗試験、耐電圧試験）に合格するものとする。  | ○                                 |
| 6  | 6.3.3 (1) 短絡電流および短絡熱容量試験  | 短絡電流および短絡熱容量試験を行うこと。<br>・ 設置状態を模擬し、短絡状態時に応力を受けるすべての構成部品を含むものとする。<br>・ 試験は室温で実施してよいが、試験開始時の導体温度は、定格連続電流試験時の最高温度以上とすること。<br>・ 短絡電流試験は、定格短絡電流以上で、継続時間は0.033秒以上とする。短絡熱容量試験は、定格短絡熱容量と同様の電流の二乗×時間(秒)とする。<br>・ 短絡熱容量試験は短絡電流試験と組み合わせても良い。<br>・ 試験後、漏えい試験及び電気試験（導通、耐電圧試験）に合格するものとする。 | ×                                 |
| 7  | 6.3.3 (2) 耐震試験            | ・ 供試体は、設計使用条件に裕度を加えた条件の入力振動スペクトルでANSI/IEEE Std 344-1975(1980年改訂)に準じて耐震試験を行う。<br>・ 試験中、供試体の全ての導体は、連続性を維持し、定格電圧に裕度を加えたものに耐えるものとする。<br>・ 試験後、漏えい試験及び電気試験（耐電圧試験）に合格するものとする。   | ○                                 |
| 8  | 6.3.3 (3) 最過酷DBE環境条件の模擬試験 | ・ 設計最大想定事故時の環境条件（圧力、温度、湿度、放射線（放射線照射の模擬に含まれない場合）化学スプレーイ）に対する健全性を実証すること。<br>・ 試験中、導体に定格電圧を連続的に印加するものとする。<br>・ 試験後、漏えい試験に合格するものとする。  | ○                                 |

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。

添付-3 : IEEE317の寿命試験に関する要求事項と電共研の実施有無(3/3)

| No | IEEE-317-1983 要求事項                 |  | IEEE-317の要求に対して、電共研で実施していない場合の理由等   |
|----|------------------------------------|--|---|
|    | 試験項目                               | 試験内容   |   |
| 9  | 6.3.3 (4) 最過酷DBE環境条件での定格短時間過負荷電流試験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>最も厳しいDBE環境条件時の定格連続電流通電時に、供試体の1回路が定格短時間過負荷電流および継続時間を通電できるものとする。</li> <li>定格短時間過負荷電流とは最高通常環境温度で定格電流を通電している状態で、1つの回路が、導体温度が短時間過負荷設計温度限度を超えずに、規程の時間通電することができる過負荷電流で、定格連続電流の7倍以上で継続時間は10秒以上とする。</li> <li>環境条件で、温度は6.3.3(3)の試験中の最高温度以上、圧力は設計圧力以上(二重導体シールの場合には内側を加圧してもよい。)</li> <li>化学スプレー、蒸気は必要はない。</li> <li>試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。</li> </ul> | <p>IEEE-317の要求に対して、電共研で実施していない場合の理由等</p> <p>本試験の目的は、事故時の温度、圧力が高い状態で、大電流通電による熱に対する検証と考えられる。</p> <p>実際の電源系統では、過負荷・短絡電流等の保護回路により、定格短時間過負荷試験電流は影響の少ない時間で遮断されるため、短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。</p> <p>熱に対する影響は、電流の継続時間が非常に短く、ポットテイング材やケーブルの短時間許容温度及び絶縁体の熱劣化に対して影響はないと考えられる。</p>   |
| 10 | 6.3.3 (5) 最過酷DBE環境条件での定格短時間過負荷電流試験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>最も厳しいDBE環境条件時の定格連続電流通電時に、供試体の1回路が定格短時間過負荷電流を通電できるものとする。</li> <li>電流値および継続時間は、短絡電流試験は、定格短時間過負荷電流以上で、継続時間は0.033秒以上とする。</li> <li>環境条件は6.3.3(4)と同じ。</li> <li>試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。</li> </ul>   | <p>本試験の目的は、事故時の温度、圧力が高い状態で、大電流通電による熱と電磁力に対する検証と考えられる。</p> <p>実際の電源系統では、過負荷・短絡電流等の保護回路により、短絡電流等は瞬時遮断[秒程度]されるため、短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>熱に対する影響は、電流の継続時間が非常に短く、ポットテイング材やケーブルの絶縁体の短時間許容温度及び熱劣化に対して影響はないと考えられる。</li> <li>電磁力に対しては、ポットテイング材内のケーブル間で吸引、反発力が働き、ポットテイング材に力が加わるが、電流の継続時間が非常に短く、ポットテイング材の健全性に対して影響はないと考えられる。</li> </ul> |
| 11 | 6.3.3 (6) 最過酷DBE環境条件での定格短時間過負荷電流試験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>最も厳しいDBE環境条件時の定格連続電流通電時に、定格短時間過負荷電流(A)の二乗×時間(秒)を発生させる短絡電流を通電させる。</li> <li>環境条件は6.3.3(4)と同じ。</li> <li>6.3.3(5)で試験された導体は6.3.3(6)の試験を受ける必要はなく、別々の供試体で実施する</li> <li>短絡熱容量試験は短絡電流試験と組み合わせても良い。</li> <li>試験後、定格電圧に耐えること。漏えい試験に合格するものとする。</li> </ul>   | <p>同上</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。



美浜3号炉 格納容器内圧力温度解析結果

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。





電気ペネトレーション 事故時雰囲気暴露試験条件

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。

(ポッティング材：シリコン樹脂)

|                        | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1   | 合計                    |
|------------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 628824時間  | 2177128時間<br>(100年以上) |
|                        |            | 228969時間  |                       |
|                        |            | 1319335時間 |                       |
| 設計基<br>準事故             |            | 9821時間    | 22611時間<br>(約2.6年)    |
|                        |            | 4054時間    |                       |
|                        |            | 8736時間    |                       |

\*1：活性化エネルギー [ ] kcal/mol (メーカー) での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

(外部リード：架橋PEゴム)

|                        | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1          | 合計                 |
|------------------------|------------|------------------|--------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 148087時間         | 828243時間<br>(約94年) |
|                        |            | 78048時間          |                    |
|                        |            | 602108時間         |                    |
| 設計基<br>準事故             |            | 4534時間           | 15722時間<br>(1.8年)  |
|                        |            | 2452時間           |                    |
|                        |            | 8736時間<br>(364日) |                    |

\*1：活性化エネルギー [ ] kcal/mol (メーカー) での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

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。



SA条件と包絡条件

上記重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

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。

(ポッティング材：シリコン樹脂)

|                    | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2  | 合計                    |
|--------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |            | 628824時間  | 2177128時間<br>(100年以上) |
|                    |            | 228969時間  |                       |
|                    |            | 1319335時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       |            | 1時間       | 845175時間<br>(約97年)    |
|                    |            | 23時間      |                       |
|                    |            | 193時間     |                       |
|                    |            | 12394時間   |                       |
|                    |            | 159115時間  |                       |
|                    |            | 31781時間   |                       |
|                    |            | 246304時間  |                       |
|                    |            | 84888時間   |                       |
|                    |            | 73848時間   |                       |
|                    |            | 58266時間   |                       |
|                    |            | 54201時間   |                       |
|                    |            | 29464時間   |                       |
|                    |            | 23079時間   |                       |
|                    |            | 20036時間   |                       |
|                    |            | 17176時間   |                       |
|                    | 13352時間    |           |                       |
|                    | 9411時間     |           |                       |
|                    | 11643時間    |           |                       |

\*1：CV過温破損の包絡条件 (添付7)

\*2：活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機的设计基準事故時条件を包絡している。

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。

(外部リード：架橋PEゴム)

|                    | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                   |
|--------------------|------------|----------|----------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |            | 148866時間 | 831041時間<br>(約94.8年) |
|                    |            | 78353時間  |                      |
|                    |            | 603822時間 |                      |
| 重大事故<br>等時*1       |            | 1時間      | 360425時間<br>(約41.1年) |
|                    |            | 17時間     |                      |
|                    |            | 117時間    |                      |
|                    |            | 6216時間   |                      |
|                    |            | 60159時間  |                      |
|                    |            | 14014時間  |                      |
|                    |            | 101547時間 |                      |
|                    |            | 35783時間  |                      |
|                    |            | 31835時間  |                      |
|                    |            | 25692時間  |                      |
|                    |            | 24452時間  |                      |
|                    |            | 13603時間  |                      |
|                    |            | 10907時間  |                      |
|                    |            | 9694時間   |                      |
|                    |            | 8511時間   |                      |
|                    | 6777時間     |          |                      |
|                    | 4894時間     |          |                      |
|                    | 6206時間     |          |                      |

\*1：CV過温破損の包絡条件 (添付7)

\*2：活性化エネルギー  $10^4$  kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

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。

美浜3号炉－絶縁低下－1 1 rev1

| <p>タイトル</p>            | <p>各種ケーブル等の電気学会推奨案等に基づく健全性評価のCV内事故包絡性について</p>   |           |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|------------------------|---|-----------|-----------------------|---------|----|------------------------|--|----------|-----------------------|--|----------|--|-----------|------------|--|--------|--------------------|--|--------|--|--------|
| <p>説明</p>              | <p>添付-1に設計基準事故の安全解析結果（事故後27時間までの解析を実施）を、添付-2に事故時雰囲気曝露の試験条件を添付する。<br/>以下に示す通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設基準定事故時条件を包絡している。</p> <p>①難燃KKケーブル</p> <table border="1" data-bbox="427 887 1358 1335"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件（温度－時間）</th> <th>65℃換算*1</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時<br/>雰囲気<br/>曝露<br/>試験</td> <td></td> <td>456007時間</td> <td rowspan="3">1744547時間<br/>(100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>180263時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1108277時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">設計基<br/>準事故</td> <td></td> <td>8271時間</td> <td rowspan="3">20632時間<br/>(約2.4年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3625時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8736時間</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値<br/>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。</p> |           | 条件（温度－時間）             | 65℃換算*1 | 合計 | 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 456007時間 | 1744547時間<br>(100年以上) |  | 180263時間 |  | 1108277時間 | 設計基<br>準事故 |  | 8271時間 | 20632時間<br>(約2.4年) |  | 3625時間 |  | 8736時間 |
|                        | 条件（温度－時間）   | 65℃換算*1   | 合計                    |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |   | 456007時間  | 1744547時間<br>(100年以上) |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |   | 180263時間  |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |   | 1108277時間 |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
| 設計基<br>準事故             |   | 8271時間    | 20632時間<br>(約2.4年)    |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |   | 3625時間    |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |
|                        |   | 8736時間    |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |            |  |        |                    |  |        |  |        |

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。

| 説明   | ②難燃PHケーブル  |             |                         |
|--|------------|-------------|-------------------------|
|  | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1     | 合計                      |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験   |            | 281601時間    | 1260796時間<br>(100年以上)   |
|  |            | 125922時間    |                         |
|  |            | 853273時間    |                         |
| 設計基<br>準事故   |            | 6393時間      | 18195時間<br>(約2.1年)      |
|  |            | 3066時間      |                         |
|  |            | 8736時間      |                         |
| *1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。 |            |             |                         |
| ③難燃三重同軸ケーブル 2  |            |             |                         |
|  | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1     | 合計                      |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験   |            | 194224014時間 | 226387669時間<br>(100年以上) |
|  |            | 8673101時間   |                         |
|  |            | 8923024時間   |                         |
|  |            | 14567530時間  |                         |
| 設計基<br>準事故   |            | 111110時間    | 139476時間<br>(約16年)      |
|  |            | 19630時間     |                         |
|  |            | 8736時間      |                         |
| *1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。 |            |             |                         |
| ④気密端子箱接続   |            |             |                         |
|  | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1     | 合計                      |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験   |            | 456007時間    | 1744547時間<br>(100年以上)   |
|  |            | 180263時間    |                         |
|  |            | 1108277時間   |                         |
| 設計基<br>準事故   |            | 8271時間      | 20632時間<br>(約2.4年)      |
|  |            | 3625時間      |                         |
|  |            | 8736時間      |                         |
| *1：活性化エネルギー kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。 |            |             |                         |

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。



|  |   |            |                       |                    |
|--|---|------------|-----------------------|--------------------|
| 説 明  | ⑤直ジョイント   |            |                       |                    |
|  |   | 条件 (温度-時間) | 6.5℃換算*1              | 合計                 |
|  | 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験  |            | 107389時間              | 674621時間<br>(約77年) |
|  |   |            | 61446時間               |                    |
|  |   |            | 505786時間              |                    |
|  | 設計基<br>準事故  |            | 3819時間                | 14748時間<br>(約1.7年) |
|  |   |            | 2193時間                |                    |
|  |   |            | 8736時間                |                    |
|  | * 1 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。 |            |                       |                    |
|  | ⑥原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続<br>(絶縁物)   |            |                       |                    |
|  | 条件 (温度-時間)  | 6.5℃換算*1   | 合計                    |                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験   |   | 2562時間     | 73034時間<br>(約8.3年)    |                    |
|  |   | 3811時間     |                       |                    |
|  |   | 66661時間    |                       |                    |
| 設計想<br>定事故   |   | 519時間      | 9854時間<br>(約1.1年)     |                    |
|  |   | 599時間      |                       |                    |
|  |   | 8736時間     |                       |                    |
| * 1 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。<br>(Oリング、ブッシュ) |   |            |                       |                    |
|  | 条件 (温度-時間)  | 6.5℃換算*1   | 合計                    |                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験   |   | 456007時間   | 1744547時間<br>(100年以上) |                    |
|  |   | 180263時間   |                       |                    |
|  |   | 1108277時間  |                       |                    |
| 設計想<br>定事故   |   | 8271時間     | 20632時間<br>(約2.4年)    |                    |
|  |   | 3625時間     |                       |                    |
|  |   | 8736時間     |                       |                    |
| * 1 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値<br>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。                |   |            |                       |                    |

[ 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。 ]

説明

⑦三重同軸コネクタ-1接続  
(絶縁物)

|                        | 条件 (温度-時間) | 6.5℃換算*1          | 合計                           |
|------------------------|------------|-------------------|------------------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 895792360537071時間 | 37381543045197<br>日 (100年以上) |
|                        |            | 1088648579443時間   |                              |
|                        |            | 215991022229時間    |                              |
|                        |            | 60032945978時間     |                              |
| 設計基<br>準事故             |            | 404965645時間       | 17043221日<br>(100年以上)        |
|                        |            | 4062934時間         |                              |
|                        |            | 8736時間            |                              |

\* 1 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値  
以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

(Oリング)

|                        | 条件 (温度-時間) | 6.5℃換算*1  | 合計                    |
|------------------------|------------|-----------|-----------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 1520021時間 | 3137865時間<br>(100年以上) |
|                        |            | 210444時間  |                       |
|                        |            | 364315時間  |                       |
|                        |            | 1043084時間 |                       |
| 設計基<br>準事故             |            | 8271時間    | 20632時間<br>(約2.4年)    |
|                        |            | 3625時間    |                       |
|                        |            | 8736時間    |                       |

\* 1 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値  
以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。

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。

| 説明  | <p>また、添付-3に実機の重大事故等時の劣化条件を、添付-2に事故時雰囲気曝露の試験条件を添付する。</p> <p>以下に示す通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等時の劣化条件を包絡している。</p> <p>①難燃KKケーブル</p>  |           |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|---|--|-----------|-----------------------|---------|----|------------------------|--|----------|-----------------------|--|----------|--|-----------|--------------|--|-----|--------------------|--|------|--|-------|--|---------|--|----------|--|---------|--|----------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|--|--------|--|---------|--|
|   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件 (温度-時間)</th> <th>65℃換算*2</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">事故時<br/>雰囲気<br/>曝露<br/>試験</td> <td></td> <td>456007時間</td> <td rowspan="3">1744547時間<br/>(100年以上)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>180263時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1108277時間</td> </tr> <tr> <td rowspan="15">重大事故<br/>等時*1</td> <td></td> <td>1時間</td> <td rowspan="15">698934時間<br/>(約80年)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>173時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10632時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>128187時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26494時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>202283時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>70061時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>61253時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>48572時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>45414時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>24814時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19538時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17050時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14695時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11484時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8138時間</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10124時間</td> </tr> </tbody> </table> |           | 条件 (温度-時間)            | 65℃換算*2 | 合計 | 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |  | 456007時間 | 1744547時間<br>(100年以上) |  | 180263時間 |  | 1108277時間 | 重大事故<br>等時*1 |  | 1時間 | 698934時間<br>(約80年) |  | 21時間 |  | 173時間 |  | 10632時間 |  | 128187時間 |  | 26494時間 |  | 202283時間 |  | 70061時間 |  | 61253時間 |  | 48572時間 |  | 45414時間 |  | 24814時間 |  | 19538時間 |  | 17050時間 |  | 14695時間 |  | 11484時間 |  | 8138時間 |  | 10124時間 |  |
|   | 条件 (温度-時間)   | 65℃換算*2   | 合計                    |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験  |  | 456007時間  | 1744547時間<br>(100年以上) |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 180263時間  |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 1108277時間 |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
| 重大事故<br>等時*1  |  | 1時間       | 698934時間<br>(約80年)    |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 21時間      |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 173時間     |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 10632時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 128187時間  |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 26494時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 202283時間  |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 70061時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 61253時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 48572時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 45414時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 24814時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 19538時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 17050時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   |  | 14695時間   |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   | 11484時間  |           |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   | 8138時間   |           |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
|   | 10124時間  |           |                       |         |    |                        |  |          |                       |  |          |  |           |              |  |     |                    |  |      |  |       |  |         |  |          |  |         |  |          |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |         |  |        |  |         |  |
| <p>*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)</p> <p>*2 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値</p> <p>以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。</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。

| 説明                     | ②難燃PHケーブル  |          |                       |
|------------------------|------------|----------|-----------------------|
|                        | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*2  | 合計                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 281601時間 | 1260796時間<br>(100年以上) |
|                        |            | 125922時間 |                       |
|                        | 853273時間   |          |                       |
| 重大事故<br>等時*1           |            | 1時間      | 525952時間<br>(約60年)    |
|                        |            | 19時間     |                       |
|                        |            | 146時間    |                       |
|                        |            | 8447時間   |                       |
|                        |            | 92691時間  |                       |
|                        |            | 20166時間  |                       |
|                        |            | 150554時間 |                       |
|                        |            | 52532時間  |                       |
|                        |            | 46272時間  |                       |
|                        |            | 36970時間  |                       |
|                        |            | 34830時間  |                       |
|                        |            | 19179時間  |                       |
|                        |            | 15218時間  |                       |
|                        |            | 13386時間  |                       |
|                        |            | 11628時間  |                       |
| 9161時間                 |            |          |                       |
| 6544時間                 |            |          |                       |
| 8208時間                 |            |          |                       |

\* 1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\* 2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                     | ③難燃三重同軸ケーブル-2 |             |                         |
|------------------------|---------------|-------------|-------------------------|
|                        | 条件 (温度-時間)    | 65℃換算*2     | 合計                      |
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |               | 194224014時間 | 226387669時間<br>(100年以上) |
|                        |               | 8673101時間   |                         |
|                        |               | 8923024時間   |                         |
|                        |               | 14567530時間  |                         |
| 重大事故<br>等時*1           |               | 1時間         | 12800455時間<br>(100年以上)  |
|                        |               | 59時間        |                         |
|                        |               | 935時間       |                         |
|                        |               | 108165時間    |                         |
|                        |               | 3369812時間   |                         |
|                        |               | 415327時間    |                         |
|                        |               | 3974889時間   |                         |
|                        |               | 1277788時間   |                         |
|                        |               | 1036109時間   |                         |
|                        |               | 761434時間    |                         |
|                        |               | 659268時間    |                         |
|                        |               | 333329時間    |                         |
|                        |               | 242659時間    |                         |
|                        |               | 195644時間    |                         |
|                        |               | 155647時間    |                         |
|                        | 112193時間      |             |                         |
|                        | 73270時間       |             |                         |
|                        | 83926時間       |             |                         |

\* 1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\* 2 : 活性化エネルギー kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                 | ④気密端子箱接続   |           |                       |
|--------------------|------------|-----------|-----------------------|
|                    | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2  | 合計                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |            | 456007時間  | 1744547時間<br>(100年以上) |
|                    |            | 180263時間  |                       |
|                    |            | 1108277時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       |            | 1時間       | 698934時間<br>(約80年)    |
|                    |            | 21時間      |                       |
|                    |            | 173時間     |                       |
|                    |            | 10632時間   |                       |
|                    |            | 128187時間  |                       |
|                    |            | 26494時間   |                       |
|                    |            | 202283時間  |                       |
|                    |            | 70061時間   |                       |
|                    |            | 61253時間   |                       |
|                    |            | 48572時間   |                       |
|                    |            | 45414時間   |                       |
|                    |            | 24814時間   |                       |
|                    |            | 19538時間   |                       |
|                    |            | 17050時間   |                       |
|                    |            | 14695時間   |                       |
|                    | 11484時間    |           |                       |
|                    | 8138時間     |           |                       |
|                    | 10124時間    |           |                       |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\*2: 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



| 説明                 | ⑤直ジョイント    |          |                    |
|--------------------|------------|----------|--------------------|
|                    | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                 |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |            | 107389時間 | 674621時間<br>(約77年) |
|                    |            | 61446時間  |                    |
|                    |            | 505786時間 |                    |
| 重大事故<br>等時*1       |            | 1時間      | 298521時間<br>(約34年) |
|                    |            | 16時間     |                    |
|                    |            | 104時間    |                    |
|                    |            | 5332時間   |                    |
|                    |            | 48466時間  |                    |
|                    |            | 11683時間  |                    |
|                    |            | 83398時間  |                    |
|                    |            | 29533時間  |                    |
|                    |            | 26405時間  |                    |
|                    |            | 21418時間  |                    |
|                    |            | 20488時間  |                    |
|                    |            | 11456時間  |                    |
|                    |            | 9233時間   |                    |
|                    |            | 8250時間   |                    |
|                    |            | 7281時間   |                    |
|                    | 5829時間     |          |                    |
|                    | 4232時間     |          |                    |
|                    | 5396時間     |          |                    |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\*2: 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



| 説明                 | ⑥原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続<br>(絶縁物) |         |                    |
|--------------------|-----------------------------|---------|--------------------|
|                    | 条件 (温度-時間)                  | 65℃換算*2 | 合計                 |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |                             | 2562時間  | 73034時間<br>(約8.3年) |
|                    |                             | 3811時間  |                    |
| 66661時間            |                             |         |                    |
| 重大事故<br>等時*1       |                             | 1時間     | 34297時間<br>(約3.9年) |
|                    |                             | 7時間     |                    |
|                    |                             | 29時間    |                    |
|                    |                             | 896時間   |                    |
|                    |                             | 3928時間  |                    |
|                    |                             | 1409時間  |                    |
|                    |                             | 8454時間  |                    |
|                    |                             | 3170時間  |                    |
|                    |                             | 3004時間  |                    |
|                    |                             | 2583時間  |                    |
|                    |                             | 2621時間  |                    |
|                    |                             | 1556時間  |                    |
|                    |                             | 1332時間  |                    |
|                    |                             | 1265時間  |                    |
|                    |                             | 1187時間  |                    |
| 1011時間             |                             |         |                    |
| 782時間              |                             |         |                    |
| 1062時間             |                             |         |                    |

\*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)  
 \*2 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値  
 以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                 | ⑥原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続<br>(Oリング、ブッシュ) |           |                       |
|--------------------|-----------------------------------|-----------|-----------------------|
|                    | 条件 (温度-時間)                        | 65℃換算*2   | 合計                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 | [Redacted]                        | 456007時間  | 1744547時間<br>(100年以上) |
|                    |                                   | 180263時間  |                       |
|                    |                                   | 1108277時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       | [Redacted]                        | 1時間       | 698934時間<br>(約80年)    |
|                    |                                   | 21時間      |                       |
|                    |                                   | 173時間     |                       |
|                    |                                   | 10632時間   |                       |
|                    |                                   | 128187時間  |                       |
|                    |                                   | 26494時間   |                       |
|                    |                                   | 202283時間  |                       |
|                    |                                   | 70061時間   |                       |
|                    |                                   | 61253時間   |                       |
|                    |                                   | 48572時間   |                       |
|                    |                                   | 45414時間   |                       |
|                    |                                   | 24814時間   |                       |
|                    |                                   | 19538時間   |                       |
|                    |                                   | 17050時間   |                       |
|                    |                                   | 14695時間   |                       |
| 11484時間            |                                   |           |                       |
| 8138時間             |                                   |           |                       |
| 10124時間            |                                   |           |                       |

\*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\*2 : 活性化エネルギー [Redacted] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                 | ⑦三重同軸コネクタ-1 接続<br>(絶縁物) |               |                           |
|--------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|
|                    | 条件 (温度-時間)              | 65°C換算*2      | 合計                        |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |                         | 102189409142年 | 102345087050年<br>(100年以上) |
|                    |                         | 124189890年    |                           |
|                    |                         | 24639633年     |                           |
|                    |                         | 6848385年      |                           |
| 重大事故<br>等時*1       |                         | 1年            | 20944025年<br>(100年以上)     |
|                    |                         | 1年            |                           |
|                    |                         | 22年           |                           |
|                    |                         | 18702年        |                           |
|                    |                         | 11668956年     |                           |
|                    |                         | 281190年       |                           |
|                    |                         | 5491759年      |                           |
|                    |                         | 1395117年      |                           |
|                    |                         | 891874年       |                           |
|                    |                         | 515515年       |                           |
|                    |                         | 350213年       |                           |
|                    |                         | 138592年       |                           |
|                    |                         | 78772年        |                           |
|                    |                         | 49460年        |                           |
|                    |                         | 30565年        |                           |
|                    | 17069年                  |               |                           |
|                    | 8614年                   |               |                           |
|                    | 7603年                   |               |                           |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\*2: 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。

| 説明                 | ⑦三重同軸コネクタ-1 接続 (Oリング) |           |                       |
|--------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
|                    | 条件 (温度-時間)            | 65°C換算*2  | 合計                    |
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験 |                       | 1520021時間 | 3137865時間<br>(100年以上) |
|                    |                       | 210444時間  |                       |
|                    |                       | 364315時間  |                       |
|                    |                       | 1043084時間 |                       |
| 重大事故<br>等時*1       |                       | 1時間       | 698934時間<br>(約80年)    |
|                    |                       | 21時間      |                       |
|                    |                       | 173時間     |                       |
|                    |                       | 10632時間   |                       |
|                    |                       | 128187時間  |                       |
|                    |                       | 26494時間   |                       |
|                    |                       | 202283時間  |                       |
|                    |                       | 70061時間   |                       |
|                    |                       | 61253時間   |                       |
|                    |                       | 48572時間   |                       |
|                    |                       | 45414時間   |                       |
|                    |                       | 24814時間   |                       |
|                    |                       | 19538時間   |                       |
|                    |                       | 17050時間   |                       |
|                    |                       | 14695時間   |                       |
|                    | 11484時間               |           |                       |
|                    | 8138時間                |           |                       |
|                    | 10124時間               |           |                       |

\*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-3)

\*2 : 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



美浜3号炉 格納容器内圧力温度解析結果

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。



難燃KKケーブル 事故時雰囲気暴露試験条件



難燃PHケーブル 事故時雰囲気暴露試験条件

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。



難燃三重同軸ケーブル 2 事故時雰囲気暴露試験条件



気密端子箱接続 事故時雰囲気暴露試験条件

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。





直ジョイント 事故時雰囲気暴露試験条件



原子炉格納容器内電動弁コネクタ接続 事故時雰囲気暴露試験条件

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。



三重同軸コネクタ-1 接続 事故時雰囲気暴露試験条件

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。

## SA条件と包絡条件

上記重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいている美浜3号炉原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

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。

美浜3号炉－絶縁低下－2 6 rev1

| <p>タイトル</p> | <p>設計基準事故又は重大事故時の環境条件下で機能要求のある伝送器等の取替周期の妥当性について</p>  |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
|-------------|--|------|----|------|---|------|----|------|--|------|----|------|---|
| <p>説明</p>   | <p>①設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある機器の取替周期と、その期間内において事故時雰囲気で健全性が維持できることの根拠は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伝送器（1次冷却材圧力、加圧器圧力、蒸気流量、加圧器水位、格納容器再循環サンプ水位、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位）</li> </ul> <table border="1" data-bbox="421 846 1362 1081"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td>伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）：<br/>〇年のエージング（基準温度49℃）<br/>→アレニウス換算 〇eV, 47.7℃*1）で〇年相当と評価<br/>・同研究で〇年のエージング</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：当社11プラントを対象として、C/V内に設置された電気・計装品の環境温度調査にて実測した通路部（伝送器が設置される）の最大平均温度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・测温抵抗体（1次冷却材高温側温度（広域）・（狭域）、1次冷却材低温側温度（広域）・（狭域）、格納容器温度）</li> </ul> <table border="1" data-bbox="421 1256 1362 1451"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td>〇社内試験 〇℃×〇h<br/>〇のエージング（基準温度50℃、10℃半減則採用）<br/>→アレニウス換算 〇eV, 49.3℃*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価</td> </tr> </tbody> </table> <p>※2：同電気・計装品の環境温度調査にて実測したループ室の最大平均温度（但し、大飯1/2号機は除く）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線検出器（格納容器内高レンジエリアモニタ）</li> </ul> <table border="1" data-bbox="421 1588 1362 1783"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td>「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」 〇℃×〇h<br/>〇年のエージング（基準温度50℃）：10℃半減則</td> </tr> </tbody> </table> | 取替周期 | 根拠 | 〇年以内 | 伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）：<br>〇年のエージング（基準温度49℃）<br>→アレニウス換算 〇eV, 47.7℃*1）で〇年相当と評価<br>・同研究で〇年のエージング | 取替周期 | 根拠 | 〇年以内 | 〇社内試験 〇℃×〇h<br>〇のエージング（基準温度50℃、10℃半減則採用）<br>→アレニウス換算 〇eV, 49.3℃*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価 | 取替周期 | 根拠 | 〇年以内 | 「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」 〇℃×〇h<br>〇年のエージング（基準温度50℃）：10℃半減則 |
| 取替周期        | 根拠   |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
| 〇年以内        | 伝送器の耐環境性評価研究（H17電共研）：<br>〇年のエージング（基準温度49℃）<br>→アレニウス換算 〇eV, 47.7℃*1）で〇年相当と評価<br>・同研究で〇年のエージング  |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
| 取替周期        | 根拠   |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
| 〇年以内        | 〇社内試験 〇℃×〇h<br>〇のエージング（基準温度50℃、10℃半減則採用）<br>→アレニウス換算 〇eV, 49.3℃*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価   |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
| 取替周期        | 根拠   |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |
| 〇年以内        | 「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」 〇℃×〇h<br>〇年のエージング（基準温度50℃）：10℃半減則  |      |    |      |   |      |    |      |  |      |    |      |   |

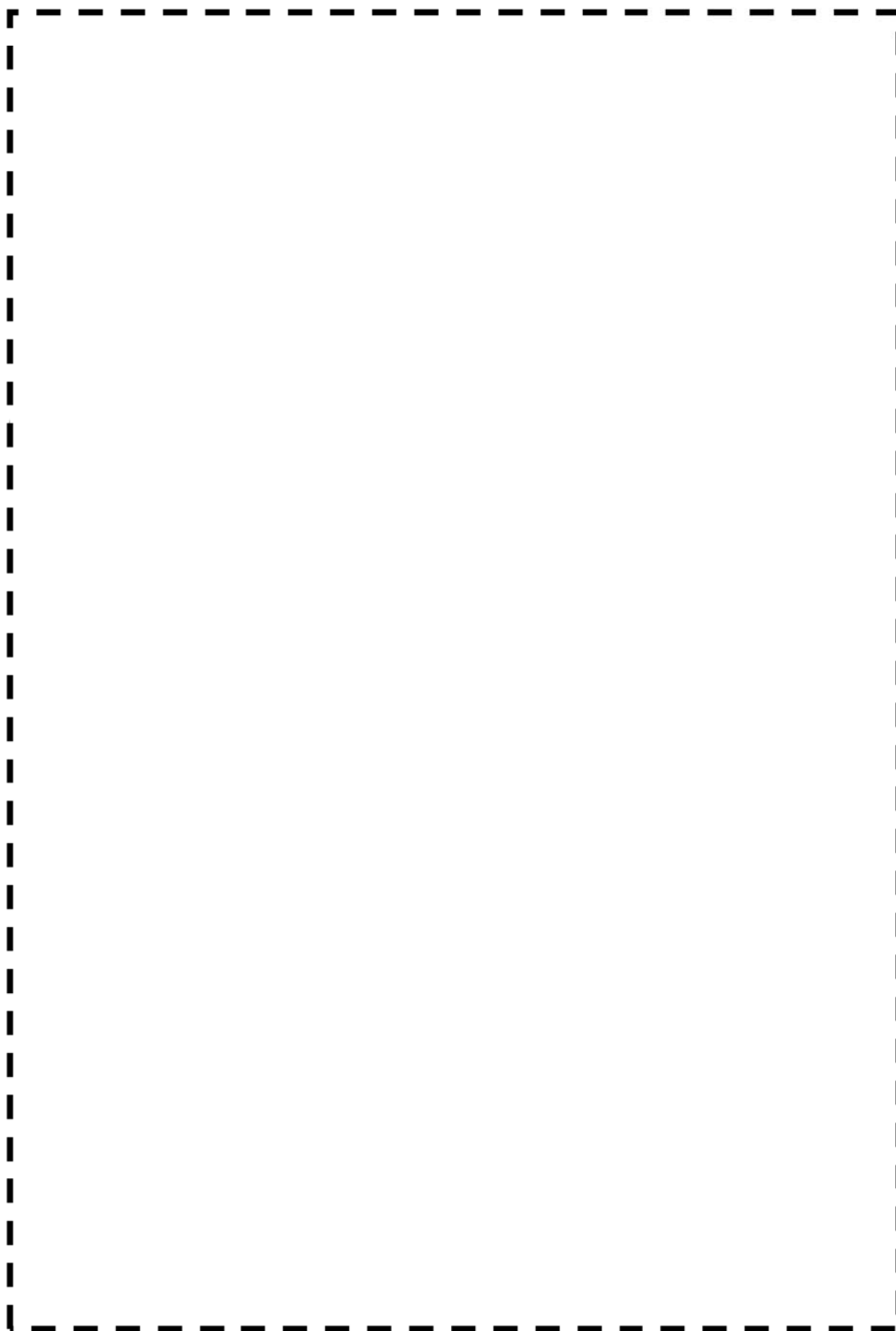
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

| <p>説明</p> | <p>また、格納容器内の設計基準事故時の劣化条件（以下、「DB条件」とする）と包絡条件を添付1に、各機器の事故時雰囲気暴露試験条件がDB条件を包絡している根拠を添付2～4に示す。</p> <p>添付-1：DB条件と包絡条件</p> <p>添付-2：1次冷却材圧力及び加圧器水位計測制御装置伝送器 事故時雰囲気暴露試験条件</p> <p>添付-3：1次冷却材高温側温度（広域）計測制御装置測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件</p> <p>添付-4：格納容器内高レンジエリアモニタ放射線検出器 事故時雰囲気暴露試験条件</p> <p>②重大事故時雰囲気環境下において機能要求のある機器の取替周期と、その期間内において重大事故等時雰囲気で健全性が維持できることの根拠は以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伝送器（1次冷却材圧力、加圧器水位、格納容器再循環サンプル水位、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位、原子炉水位）</li> </ul> <table border="1" data-bbox="422 981 1361 1256"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td>SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：〇°C×〇日（〇年のエイジング（基準温度50°C））<br/>→アレニウス換算（〇eV, 47.7°C*1）で〇年相当と評価</td> <td>〇年の健全性が担保されており、現在の取替え周期〇年は妥当である。</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：当社11プラントを対象として、C/V内に設置された電気・計装品の環境温度調査にて実測した通路部（伝送器が設置される）の最大平均温度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・測温抵抗体（1次冷却材高温側温度（広域）、1次冷却材低温側温度（広域）、格納容器温度）</li> </ul> <table border="1" data-bbox="422 1435 1361 1711"> <thead> <tr> <th>取替周期</th> <th>根拠</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>〇年以内</td> <td>〇社内試験：〇°C×〇h〇年のエイジング（基準温度50°C、10°C半減則採用）<br/>→アレニウス換算 〇V, 49.3°C*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>※2：同電気・計装品の環境温度調査にて実測したループ室の最大平均温度（但し、大飯1/2号機は除く）</p> | 取替周期                             | 根拠 | 備考 | 〇年以内 | SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：〇°C×〇日（〇年のエイジング（基準温度50°C））<br>→アレニウス換算（〇eV, 47.7°C*1）で〇年相当と評価 | 〇年の健全性が担保されており、現在の取替え周期〇年は妥当である。 | 取替周期 | 根拠 | 備考 | 〇年以内 | 〇社内試験：〇°C×〇h〇年のエイジング（基準温度50°C、10°C半減則採用）<br>→アレニウス換算 〇V, 49.3°C*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価 |  |
|-----------|--|----------------------------------|----|----|------|---|----------------------------------|------|----|----|------|--|--|
| 取替周期      | 根拠   | 備考                               |    |    |      |   |                                  |      |    |    |      |  |  |
| 〇年以内      | SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：〇°C×〇日（〇年のエイジング（基準温度50°C））<br>→アレニウス換算（〇eV, 47.7°C*1）で〇年相当と評価  | 〇年の健全性が担保されており、現在の取替え周期〇年は妥当である。 |    |    |      |   |                                  |      |    |    |      |  |  |
| 取替周期      | 根拠   | 備考                               |    |    |      |   |                                  |      |    |    |      |  |  |
| 〇年以内      | 〇社内試験：〇°C×〇h〇年のエイジング（基準温度50°C、10°C半減則採用）<br>→アレニウス換算 〇V, 49.3°C*2）で稼働率を考慮して〇年相当と評価   |                                  |    |    |      |   |                                  |      |    |    |      |  |  |

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。

|  |  |   |    |
|--|--|---|----|
| 説 明  | ・放射線検出器（格納容器内高レンジエリアモニタ）                                 |   |    |
|  | 取替周期   | 根拠  | 備考 |
|  | □年以内   | 「事故時エリアの耐環境性評価に関する検討報告（H17）」および「事故時エリアモニタの耐環境性評価研究（H16電共研）」□℃×□h □年のエイジング（基準温度50℃）：10℃半減則 |    |
|  | ・熱電対、測温抵抗体（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）               |   |    |
| 取替周期   | 根拠   | 備考  |    |
| □年以内   | SA時の計装品の耐環境性能評価委託（H26電共委）：□℃×□h □年のエイジング（基準温度50℃）→10℃半減則 |   |    |
| <p>また、格納容器内の重大事故等時の劣化条件（以下、「SA条件」とする）と包絡条件を添付-5に、各機器の事故時雰囲気暴露試験条件がSA条件を包絡している根拠を添付-6～9に示す。</p> <p>添付-5：SA条件と包絡条件<br/> 添付-6：伝送器 事故時雰囲気暴露試験条件<br/> 添付-7：測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件<br/> 添付-8：放射線検出器 事故時雰囲気暴露試験条件<br/> 添付-9：熱電対、測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件</p> <p style="text-align: right;">以上</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。



DB条件と包絡条件

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次冷却材圧力及び加圧器水位計測制御装置伝送器

|                        | 条件（温度－時間） | 6.5℃換算*1 | 合計                  |
|------------------------|-----------|----------|---------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |           | 2013時間   | 43140時間<br>(約1797日) |
|                        |           | 3423時間   |                     |
|                        |           | 10178時間  |                     |
|                        |           | 27526時間  |                     |
| 設計基<br>準事故             |           | 456時間    | 9743時間<br>(約406日)   |
|                        |           | 551時間    |                     |
|                        |           | 8736時間   |                     |

\*1：活性化エネルギー  $1 \text{ kcal/mol}$ での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機的设计基準事故時条件を包絡している。



1次冷却材圧力及び加圧器水位計測制御装置伝送器 事故時雰囲気曝露試験条件

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次冷却材高温側温度（広域）計測制御装置測温抵抗体

|                        | 条件（温度－時間） | 65℃換算*1 | 合計                  |
|------------------------|-----------|---------|---------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |           | 977時間   | 42351時間<br>(約1764日) |
|                        |           | 1860時間  |                     |
|                        |           | 39514時間 |                     |
| 設計基<br>準事故             |           | 310時間   | 9474時間<br>(約395日)   |
|                        |           | 428時間   |                     |
|                        |           | 8736時間  |                     |

\*1：活性化エネルギー  $\text{kcal/mol}$ での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機的设计基準事故時条件を包絡している。

1次冷却材高温側温度（広域）計測制御装置測温抵抗体 事故時雰囲気曝露試験条件

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。

## 格納容器内高レンジエリアモニタ放射線検出器

|                        | 条件 (温度-時間) | 65℃換算*1 | 合計                 |
|------------------------|------------|---------|--------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>曝露<br>試験 |            | 965時間   | 21911時間<br>(約913日) |
|                        |            | 1056時間  |                    |
|                        |            | 19890時間 |                    |
| 設計基<br>準事故             |            | 156時間   | 9130時間<br>(約380日)  |
|                        |            | 238時間   |                    |
|                        |            | 8736時間  |                    |

\*1 : 10℃半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気曝露の試験条件は、実機の設計基準事故時条件を包絡している。



格納容器内高レンジエリアモニタ放射線検出器 事故時雰囲気曝露試験条件

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。



#### SA条件と包絡条件

上記重大事故等時環境解析の入力条件としては、別途審査いただいております高浜1、2号炉 原子炉設置許可申請書の添付書類10の第7.2.1.2.2表「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）」の主要解析条件（外部電源喪失時に非常用所内交流電源が喪失し、補助給水機能が喪失する事故）（1/4～4/4）の通りとし、事故発生後7日間までの解析をした環境条件としている。

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。

(伝送器)

|                                       | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                  |
|---------------------------------------|------------|----------|---------------------|
| 事故時<br>雰囲気<br>暴露試験<br>(添付-6<br>(2/2)) |            | 10112時間  | 79623時間<br>(約3318日) |
|                                       |            | 5567時間   |                     |
|                                       |            | 19025時間  |                     |
|                                       |            | 20043時間  |                     |
|                                       |            | 10112時間  |                     |
|                                       |            | 8175時間   |                     |
|                                       |            | 6589時間   |                     |
| 重大事故<br>等時*1                          |            | 1時間      | 29880時間<br>(約1245日) |
|                                       |            | 7時間      |                     |
|                                       |            | 26時間     |                     |
|                                       |            | 799時間    |                     |
|                                       |            | 3340時間   |                     |
|                                       |            | 1229時間   |                     |
|                                       |            | 7294時間   |                     |
|                                       |            | 2745時間   |                     |
|                                       |            | 2611時間   |                     |
|                                       |            | 2253時間   |                     |
|                                       |            | 2296時間   |                     |
|                                       |            | 1368時間   |                     |
|                                       |            | 1175時間   |                     |
|                                       |            | 1120時間   |                     |
|                                       |            | 1056時間   |                     |
|                                       | 903時間      |          |                     |
|                                       | 701時間      |          |                     |
|                                       | 956時間      |          |                     |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-5)

\*2: 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



伝送器 事故時雰囲気暴露試験条件

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。

(測温抵抗体)

|                                   | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                  |
|-----------------------------------|------------|----------|---------------------|
| 事故時雰囲気<br>暴露試験<br>(添付-7<br>(2/2)) |            | 977時間    | 42351時間<br>(約1765日) |
|                                   |            | 1860時間   |                     |
|                                   |            | 39514時間  |                     |
| 重大事故<br>等時*1                      |            | 1時間      | 19786時間<br>(約824日)  |
|                                   |            | 6時間      |                     |
|                                   |            | 20時間     |                     |
|                                   |            | 566時間    |                     |
|                                   |            | 2054時間   |                     |
|                                   |            | 816時間    |                     |
|                                   |            | 4683時間   |                     |
|                                   |            | 1782時間   |                     |
|                                   |            | 1714時間   |                     |
|                                   |            | 1496時間   |                     |
|                                   |            | 1542時間   |                     |
|                                   |            | 929時間    |                     |
|                                   |            | 808時間    |                     |
|                                   |            | 779時間    |                     |
|                                   |            | 743時間    |                     |
| 643時間                             |            |          |                     |
| 506時間                             |            |          |                     |
| 698時間                             |            |          |                     |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-5)

\*2: 活性化エネルギー [ ] kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。





測温抵抗体 事故時雰囲気暴露試験条件

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。

(放射線検出器)

|                                   | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                 |
|-----------------------------------|------------|----------|--------------------|
| 事故時雰囲気<br>暴露試験<br>(添付-8<br>(2/2)) |            | 965時間    | 21911時間<br>(約913日) |
|                                   |            | 1056時間   |                    |
|                                   |            | 19890時間  |                    |
| 重大事故<br>等時*1                      |            | 1時間      | 10092時間<br>(約421日) |
|                                   |            | 4時間      |                    |
|                                   |            | 11時間     |                    |
|                                   |            | 288時間    |                    |
|                                   |            | 1086時間   |                    |
|                                   |            | 412時間    |                    |
|                                   |            | 2391時間   |                    |
|                                   |            | 905時間    |                    |
|                                   |            | 867時間    |                    |
|                                   |            | 755時間    |                    |
|                                   |            | 776時間    |                    |
|                                   |            | 468時間    |                    |
|                                   |            | 407時間    |                    |
|                                   |            | 394時間    |                    |
|                                   |            | 377時間    |                    |
| 328時間                             |            |          |                    |
| 260時間                             |            |          |                    |
| 362時間                             |            |          |                    |

\*1: CV過温破損の包絡条件 (添付-5)

\*2: 10°C半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



放射線検出器 事故時雰囲気暴露試験条件

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。

(熱電対、測温抵抗体)

|                                   | 条件 (温度-時間) | 65°C換算*2 | 合計                  |
|-----------------------------------|------------|----------|---------------------|
| 事故時雰囲気<br>暴露試験<br>(添付-9<br>(2/3)) |            | 60822時間  | 60822時間<br>(約2534日) |
| 重大事故<br>等時*1                      |            | 1時間      | 10092時間<br>(約421日)  |
|                                   |            | 4時間      |                     |
|                                   |            | 11時間     |                     |
|                                   |            | 288時間    |                     |
|                                   |            | 1086時間   |                     |
|                                   |            | 412時間    |                     |
|                                   |            | 2391時間   |                     |
|                                   |            | 905時間    |                     |
|                                   |            | 867時間    |                     |
|                                   |            | 755時間    |                     |
|                                   |            | 776時間    |                     |
|                                   |            | 468時間    |                     |
|                                   |            | 407時間    |                     |
|                                   |            | 394時間    |                     |
|                                   |            | 377時間    |                     |
|                                   | 328時間      |          |                     |
|                                   | 260時間      |          |                     |
|                                   | 362時間      |          |                     |

\*1 : CV過温破損の包絡条件 (添付-5)

\*2 : 10°C半減則での換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の重大事故等時条件を包絡している。

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。



熱電対 事故時雰囲気暴露試験条件

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温度計（熱電対、測温抵抗体）の健全性試験の条件及び試験後特性試験結果を以下に示す。

健全性試験の条件

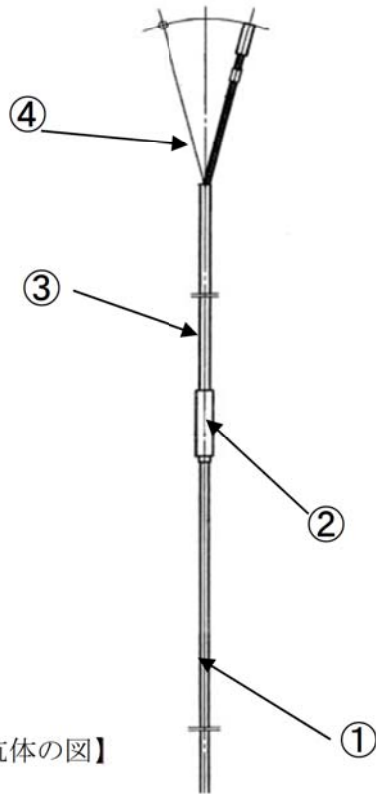
|         | 試験条件 | 説明   |
|---------|------|--|
| 熱加速試験   |      | 通常雰囲気温度（約50℃）で1年間を想定した熱劣化を与えた。                 |
| 放射線照射試験 |      | 1年間の運転に予想される線量に重大事故等時の線量を加えた線量を与えた。            |
| 蒸気暴露試験  |      | 重大事故等時の最高温度（約138℃）、最高圧力（約0.305MPa）を包絡した条件を与えた。 |

試験後特性試験結果

| 項目       | 試験条件                                       | 判定 |
|----------|--|----|
| 精度試験     | レンジの0, 25, 50, 75, 100%に相当する温度を測定し、精度を確認する | 良  |
| 絶縁抵抗測定試験 | 室温及び400℃の環境下で絶縁抵抗を確認する。                    | 良  |

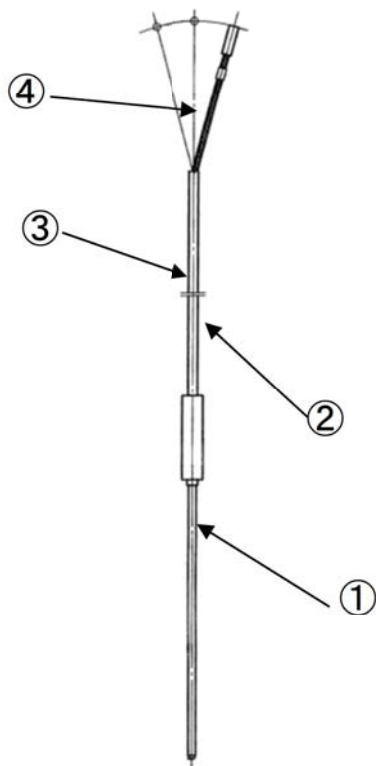
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【熱電対の図】



| No | 部位   | 材 料 |
|----|------|-----|
| ①  | シース部 |     |
| ②  | スリーブ |     |
| ③  | 補償導線 |     |
| ④  | ケーブル |     |

【測温抵抗体の図】



| No | 部位   | 材 料 |
|----|------|-----|
| ①  | シース部 |     |
| ②  | スリーブ |     |
| ③  | 延長導線 |     |
| ④  | ケーブル |     |

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。