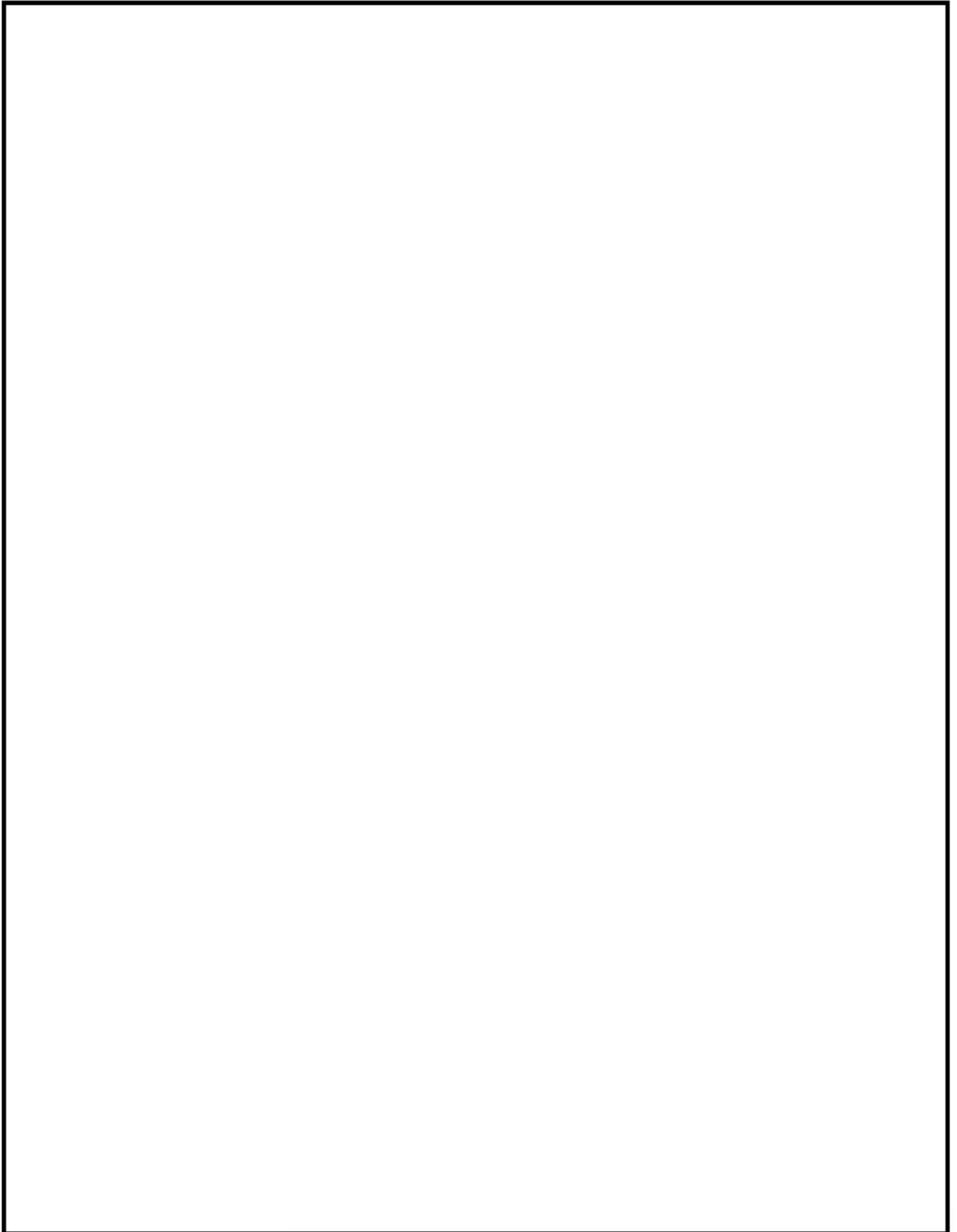


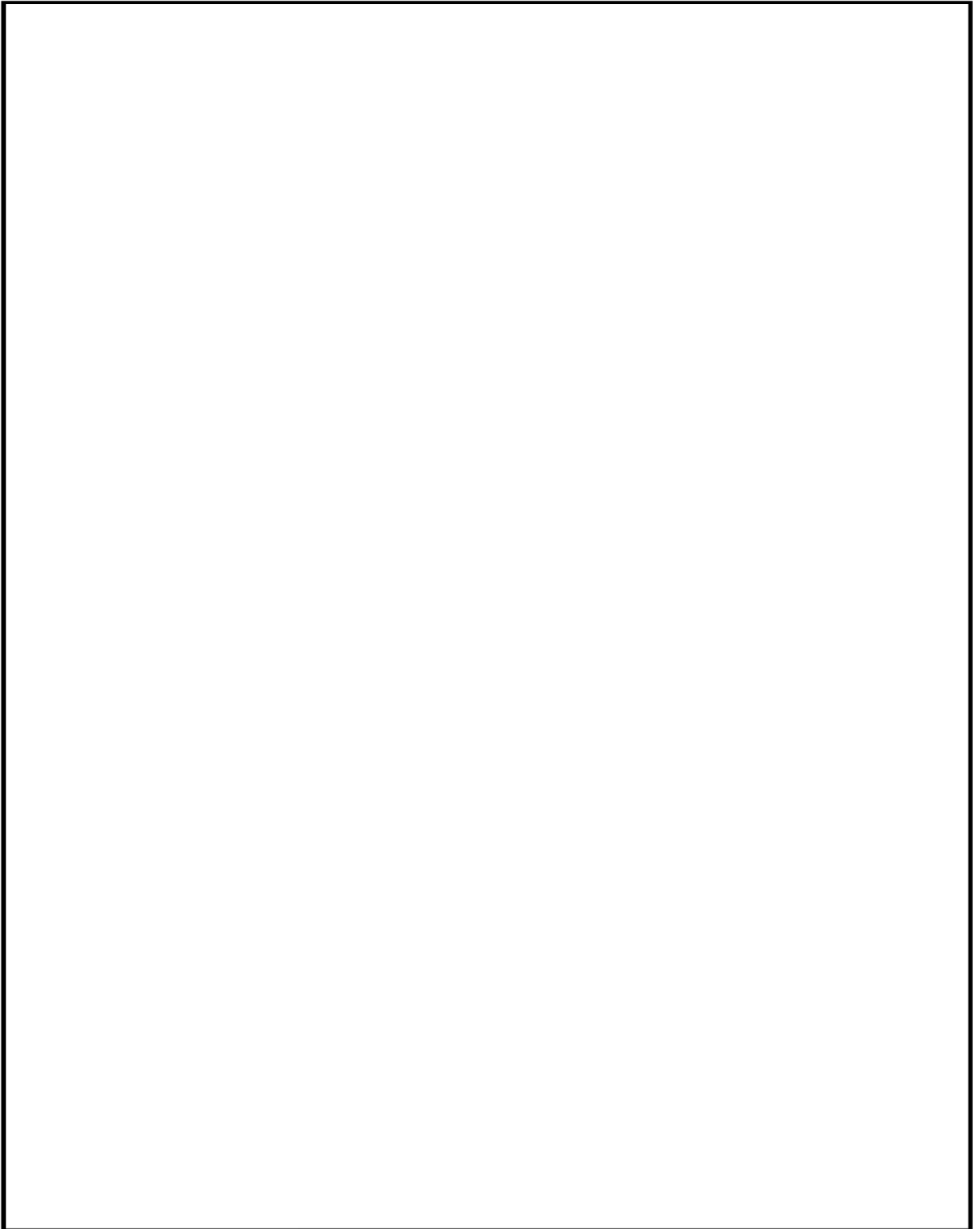
|     |   |
|-----|---|
| No. | 高浜1-特別点検（コンクリート）-7 rev-2  |
| 質 問 | <p>(5頁)<br/>         中性化深さについて、測定位置の選定に当たって、その決定プロセスを提示すること。</p>  |
| 回 答 | <p>「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」に基づき、対象の部位の中で、中性化深さの点検に照らして使用材料及び使用環境条件が最も厳しくなる場所を選定しました。</p> <p>具体的には、中性化はコンクリートの強度や、二酸化炭素、温度および湿度の影響を受けます。コンクリート強度は主に使用材料の影響を受けますが、対象の部位の範囲においては使用材料に大きな違いがありません。一方で、二酸化炭素濃度や温湿度の使用環境については、対象の部位の範囲において大きく異なることから、使用環境条件が最も厳しくなる箇所を選定することとしました。</p> <p>建屋内（建屋の屋外箇所を含む）においては、まず二酸化炭素濃度、温度および湿度を測定し、測定した値等が入力値となる森永式を引用して、環境条件による係数を算出しました。その算出結果から、各環境条件の総合的な影響度が大きい箇所を、対象の部位ごとに選定しました。選定に際しては、仕上げがない箇所を選定すること（対象範囲すべてに仕上げがある場合は除く）とし、これに加え、中性化はコンクリート強度の影響を受けるため、影響度が大きい箇所から具体的な採取位置を選定するために、リバウンドハンマーによる非破壊試験によりコンクリート強度を推定するための反発度を確認し、最も反発度が低い箇所をコアサンプル採取位置に選定しました。</p> <p>屋外に設置する構造物においては、二酸化炭素濃度や温湿度に大きな違いが生じないため、具体的な採取位置を選定するために、リバウンドハンマーによる非破壊試験により、コンクリート強度を推定するための反発度を確認し、最も反発度が低い箇所をコアサンプル採取位置に選定しました。屋外についても屋内と同様に、仕上げがない箇所を選定しています（対象範囲すべてに仕上げがある場合は除く）。</p> <p>ただし、一部部位については、コアサンプリング作業の制約上、コアサンプリング作業の可能位置でのみ、非破壊試験を実施しています。</p> <p>(添付)<br/>         添付-1 空気環境測定箇所<br/>         添付-2 対象の部位毎の環境条件による係数の算出結果<br/>         添付-3 非破壊試験の実施箇所と結果</p> |

空気環境測定箇所



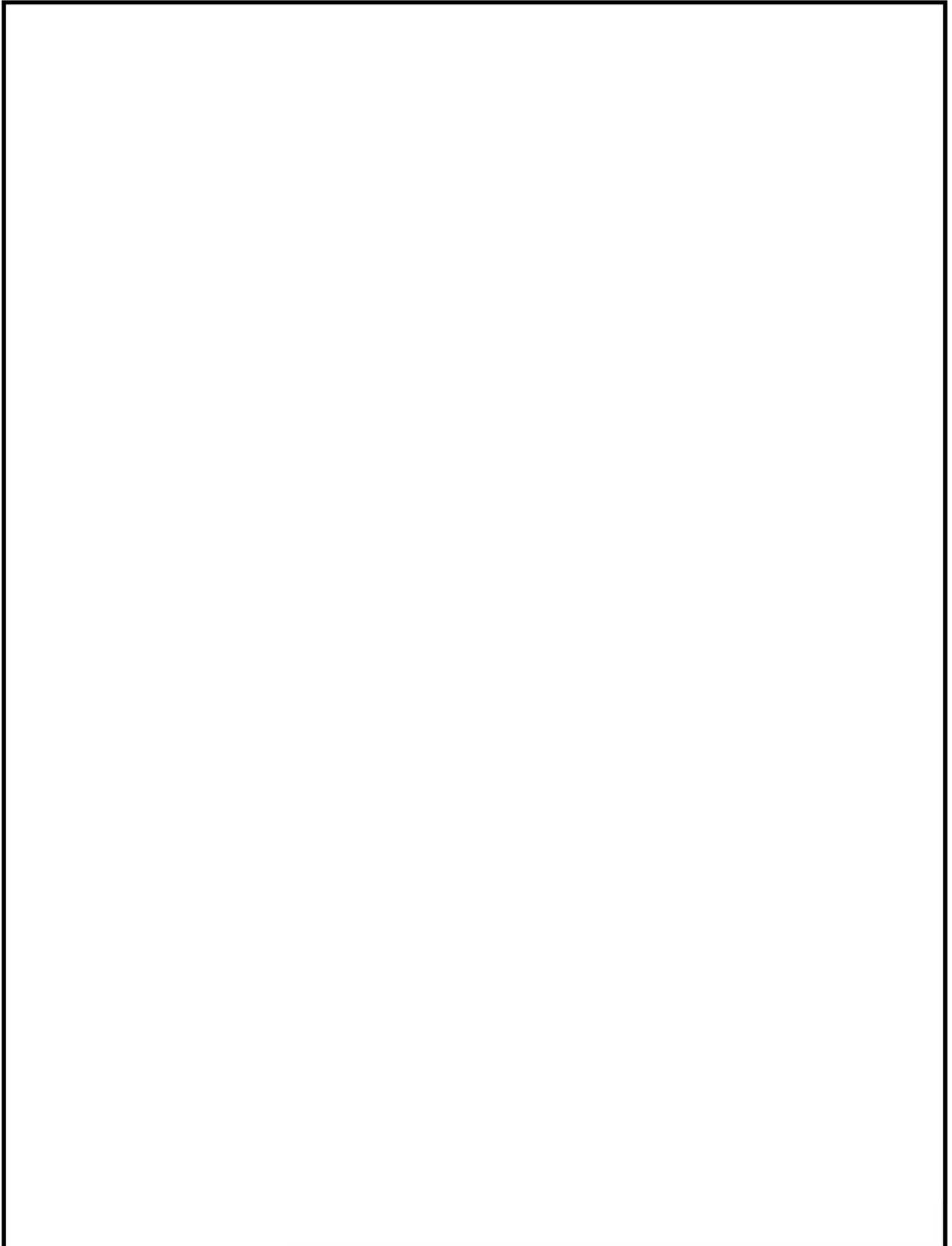
内は防護情報に属するため公開できません

空気環境測定箇所

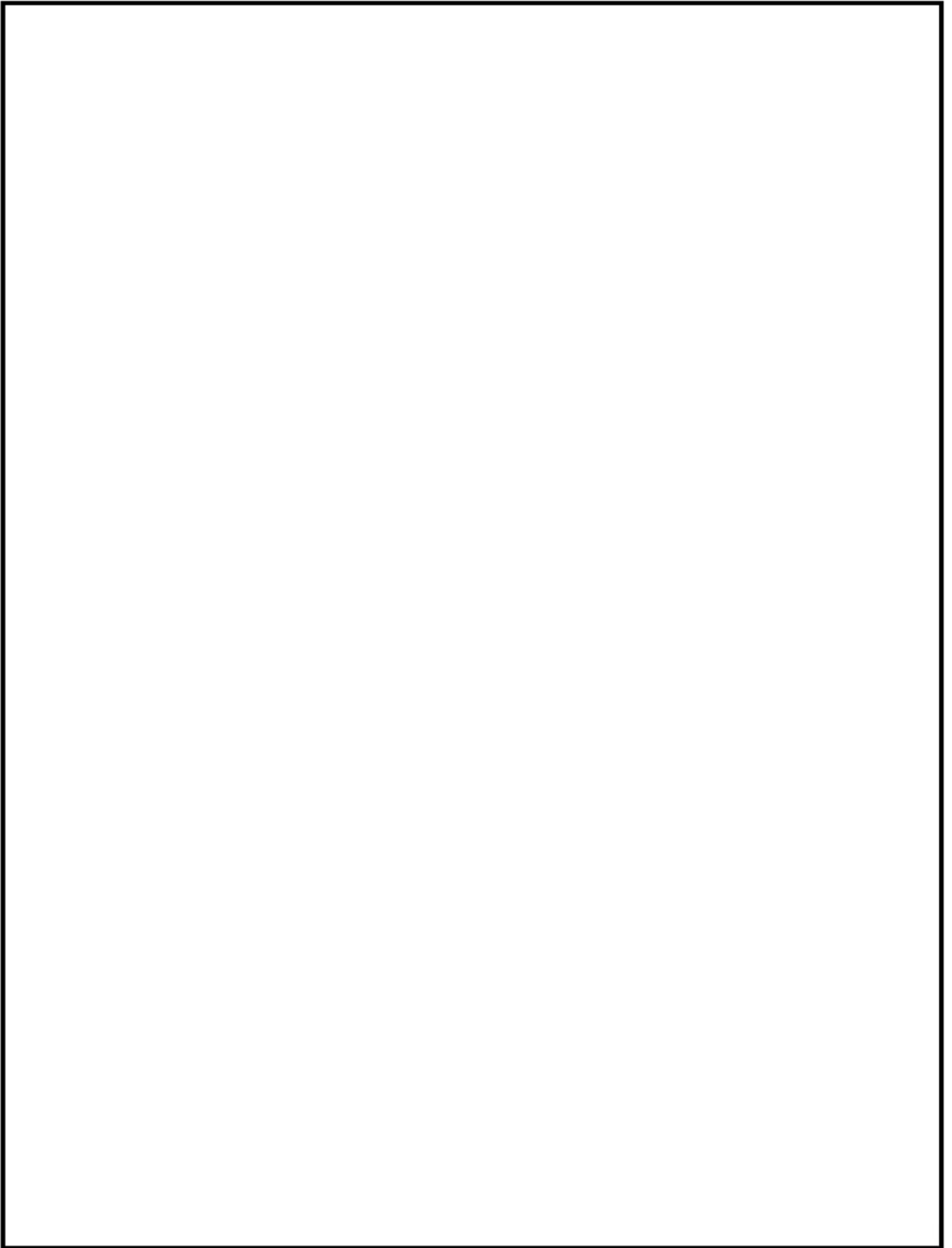


内は防護情報に属するため公開できません

空気環境測定箇所

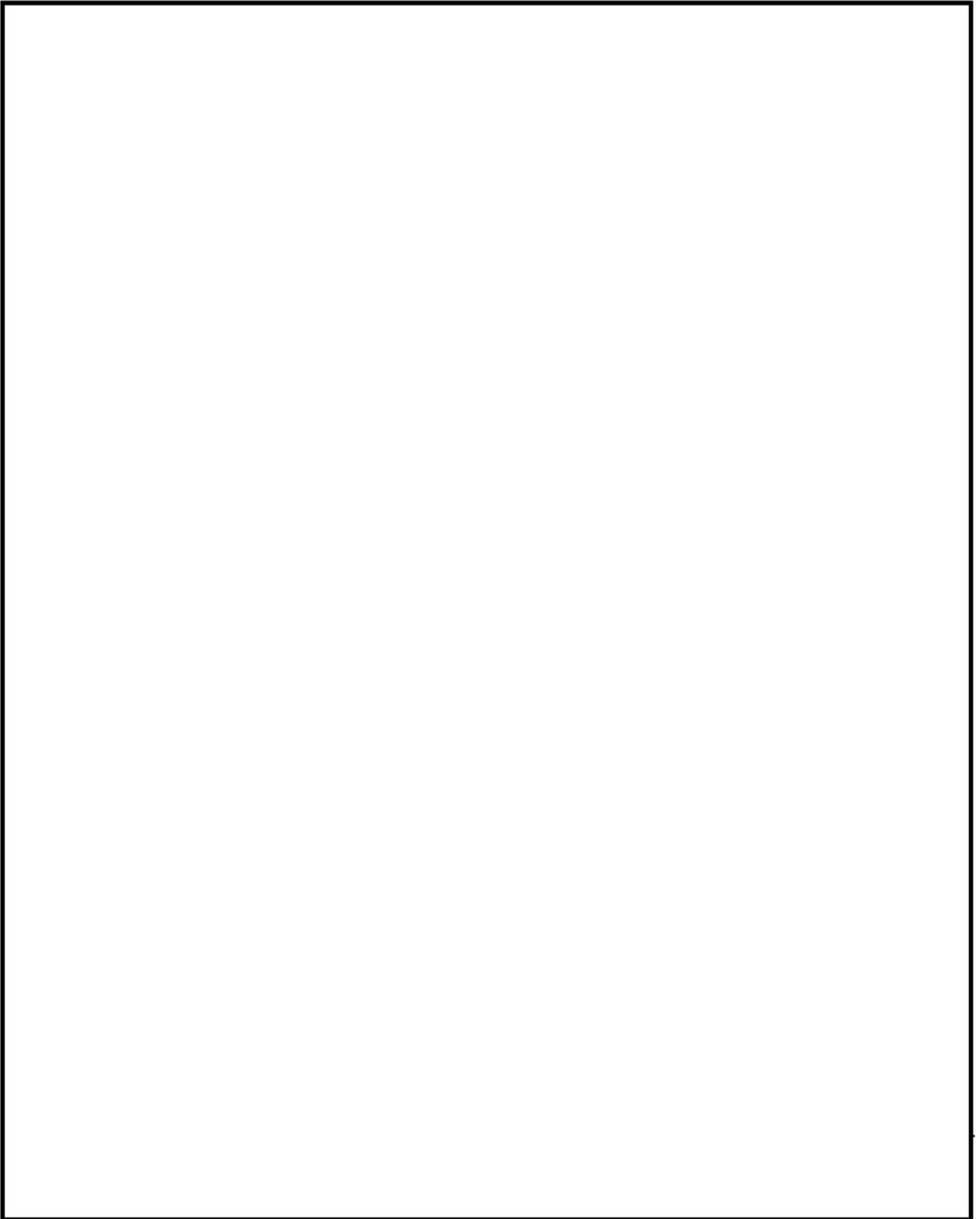


空気環境測定箇所



内は防護情報に属するため公開できません

空気環境測定箇所



内は防護情報に属するため公開できません

対象の部位毎の環境条件による係数の算出結果

(1) 対象の部位毎の中性化に係る環境条件と影響度 (点検実施箇所のみ記載)

| 構造物                                       | 対象の部位               | 点検実施箇所  | 測定結果に基づく環境条件<br>(平均値) の入力値 |           |                  | 環境条件による<br>影響度 <sup>※1</sup> | 備考   |
|---|---------------------|---------|----------------------------|-----------|------------------|------------------------------|------|
|   |                     |         | 温度<br>(°C)                 | 湿度<br>(%) | 二酸化炭素濃度<br>(ppm) |                              |      |
| 原子炉格納施設等                                  | 外部遮蔽壁               | [Blank] | [Blank]                    | [Blank]   | [Blank]          | [Blank]                      | 補正実施 |
|   | 内部コンクリート            |         |                            |           |                  |                              | 補正実施 |
|   | 基礎マット               |         |                            |           |                  |                              |      |
|   | 外壁                  |         |                            |           |                  |                              |      |
| 原子炉補助建屋                                   | 内壁及びび床              |         |                            |           |                  |                              |      |
|   | 使用済み燃料プールの<br>基礎マット |         |                            |           |                  |                              |      |
|   | 内壁及びび床              |         |                            |           |                  |                              |      |
| タービン建屋                                    | 基礎マット               |         |                            |           |                  |                              |      |
|   | タービン架台              |         |                            |           |                  |                              | 補正実施 |
| 安全機能を有する系統及び機器又は常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物 |                     |         |                            |           |                  |                              |      |

測定期間：平成26年6月16日～9月10日

※1 森永式における環境条件による係数 (下記赤部) から算出

$$x = \sqrt{C} \cdot (1.391 - 0.017 \cdot RH + 0.022T) \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot 2.44 \cdot R \cdot (4.6 \cdot w/c/100 - 1.76) \cdot \sqrt{t}$$

x : 中性化深さ (mm)      RH : 湿度 (%)  
 T : 温度 (°C)            w/c : 水セメント比 (%)  
 t : 材齢 (日)             R : 中性化比率  
 C : 炭酸ガス濃度 (%)  
 (1%=10,000ppm)

[Blank] 内は商業機密に属しますので公開できません

## (2) 対象の部位毎の中性化に係る環境条件の設定根拠

| 構造物                                       | 対象の部位     | 環境条件の設定根拠                                  |                          |               |
|---|-----------|--|--------------------------|---------------|
|   |           | 温度 (°C)                                    | 湿度 (%)                   | 二酸化炭素濃度 (ppm) |
| 原子炉格納施設等                                  | 外部遮蔽壁     | 下記の補正による格納容器内の温度変動と同様の温度差が生じるとして補正         | 温度補正によって飽和水蒸気圧が変動するとして補正 | 測定値           |
|   | 内部コンクリート  | 測定期間がプラント停止中であるため、稼動時のデータに基づき、プラント稼動率により補正 | 同上                       | 同上            |
|   | 基礎マット     | 測定値  | 測定値                      | 同上            |
| 原子炉補助建屋                                   | 外壁        | 同上   | 同上                       | 同上            |
|   | 内壁及びび床    | 同上   | 同上                       | 同上            |
|   | 使用済み燃料プール | 同上   | 同上                       | 同上            |
|   | 基礎マット     | 同上   | 同上                       | 同上            |
|   | 内壁及びび床    | 同上   | 同上                       | 同上            |
| タービン建屋                                    | 基礎マット     | 同上   | 同上                       | 同上            |
|   | タービン架台    | 内部コンクリートと同じ                                | 内部コンクリートと同じ              | 同上            |
| 安全機能を有する系統及び機器又は常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物 |           |  |                          |               |



(3) 対象の部位毎の温度、湿度の補正方法

① 原子炉格納施設等 内部コンクリート

1. 温度

測定による平均温度と稼動時の想定温度および想定稼動率から加重平均により算出した。

| 測定値       | 稼動時          |           | 補正值       |
|-----------|--------------|-----------|-----------|
| 平均温度 (°C) | 想定温度 (°C) ※1 | 想定稼動率 (%) | 補正温度 (°C) |
|           |              |           |           |

※1 原子炉格納容器内における実測データより、原子炉格納容器内の温度を一律40°Cに設定した

2. 湿度

測定による平均温度および湿度から水蒸気圧を算出し、「1. 温度」による温度補正によって飽和水蒸気圧が変動するとして算出した。  
 具体的な手順は以下の通り。

i) 測定による平均温度から飽和水蒸気圧を求める。

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

|           |                |
|-----------|----------------|
| 平均温度 (°C) | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|           |                |

ii) i) の飽和水蒸気圧と測定による平均湿度から水蒸気圧を求める。

|             |          |           |
|-------------|----------|-----------|
| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 平均湿度 (%) | 水蒸気圧 (Pa) |
|             |          |           |

iii) 「1. 温度」による補正温度から飽和水蒸気圧を求める。

|           |                |
|-----------|----------------|
| 補正温度 (°C) | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|           |                |

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

iv) iii) の飽和水蒸気圧(に対する ii) の水蒸気圧の比から補正湿度を算出した。

|             |           |          |
|-------------|-----------|----------|
| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 水蒸気圧 (Pa) | 補正湿度 (%) |
|             |           |          |

内は商業機密に属しますので公開できません

② 原子炉格納施設等 外部遮蔽壁

1. 温度

①の温度補正と同じ方法で、格納容器内の測定点毎に補正温度を求めて平均温度差を算出し、外部遮蔽壁（内部）においても同様の温度差が生じるとして、測定値に加算することで算出した。

| 測定値       | 格納容器内          |                | 補正值        |
|-----------|----------------|----------------|------------|
| 平均温度 (°C) | 平均測定温度 (°C) ※1 | 平均補正温度 (°C) ※1 | 平均温度差 (°C) |
|           |                |                |            |

※1 格納容器内の各測定点の平均値

2. 湿度

測定による平均温度および湿度から水蒸気圧を算出し、「1. 温度」による温度補正によって飽和水蒸気圧が変動するとして算出した。具体的な手順は以下の通り。

i) 測定による平均温度から飽和水蒸気圧を求める。

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

|           |                |
|-----------|----------------|
| 平均温度 (°C) | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|           |                |

ii) i) の飽和水蒸気圧と測定による平均湿度から水蒸気圧を求める。

|             |          |           |
|-------------|----------|-----------|
| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 平均湿度 (%) | 水蒸気圧 (Pa) |
|             |          |           |

iii) 「1. 温度」による補正温度から飽和水蒸気圧を求める。

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

|           |                |
|-----------|----------------|
| 補正温度 (°C) | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|           |                |

iv) iii) の飽和水蒸気圧に対する ii) の水蒸気圧の比から補正湿度を算出した。

|             |           |          |
|-------------|-----------|----------|
| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 水蒸気圧 (Pa) | 補正湿度 (%) |
|             |           |          |



内は商業機密に属しますので公開できません

③ 安全機能を有する系統及び機器又は常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物 タービン架台

1. 温度

測定による平均温度と稼動時の想定温度および想定稼動率から加重平均により算出した。

| 測定値       | 稼動時          |           | 補正值       |
|-----------|--------------|-----------|-----------|
| 平均温度 (°C) | 想定温度 (°C) ※1 | 想定稼動率 (%) | 補正温度 (°C) |
|           |              |           |           |

※1 タービン建屋における過去の稼動時の実測データより、実測データのばらつき及び年間変動を踏まえ、今回の測定点のうち最大値が測定された箇所を40°Cに設定し、その温度差である9.4°Cを加算した

| 測定点の平均温度の<br>最大値 (°C) | 稼動時の<br>想定温度 (°C) | 温度差 (°C) |
|-----------------------|-------------------|----------|
|                       |                   |          |

2. 湿度

測定による平均温度および湿度から水蒸気圧を算出し、「1. 温度」による温度補正によって飽和水蒸気圧が変動するとして算出した。  
具体的な手順は以下の通り。

i) 測定による平均温度から飽和水蒸気圧を求める。

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

| 平均温度 (°C) | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|-----------|----------------|
|           |                |

ii) i) の飽和水蒸気圧と測定による平均湿度から水蒸気圧を求める。

| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 平均湿度 (%) | 水蒸気圧 (Pa) |
|-------------|----------|-----------|
|             |          |           |

iii) 「1. 温度」による補正温度から飽和水蒸気圧を求める。

| 補正温度 (°C) ※1 | 飽和水蒸気圧 (Pa) ※1 |
|--------------|----------------|
|              |                |

※1 「JIS Z 8806付表1.1 水の飽和蒸気圧」から算出

iv) iii) の飽和水蒸気圧に対する ii) の水蒸気圧の比から補正湿度を算出した。

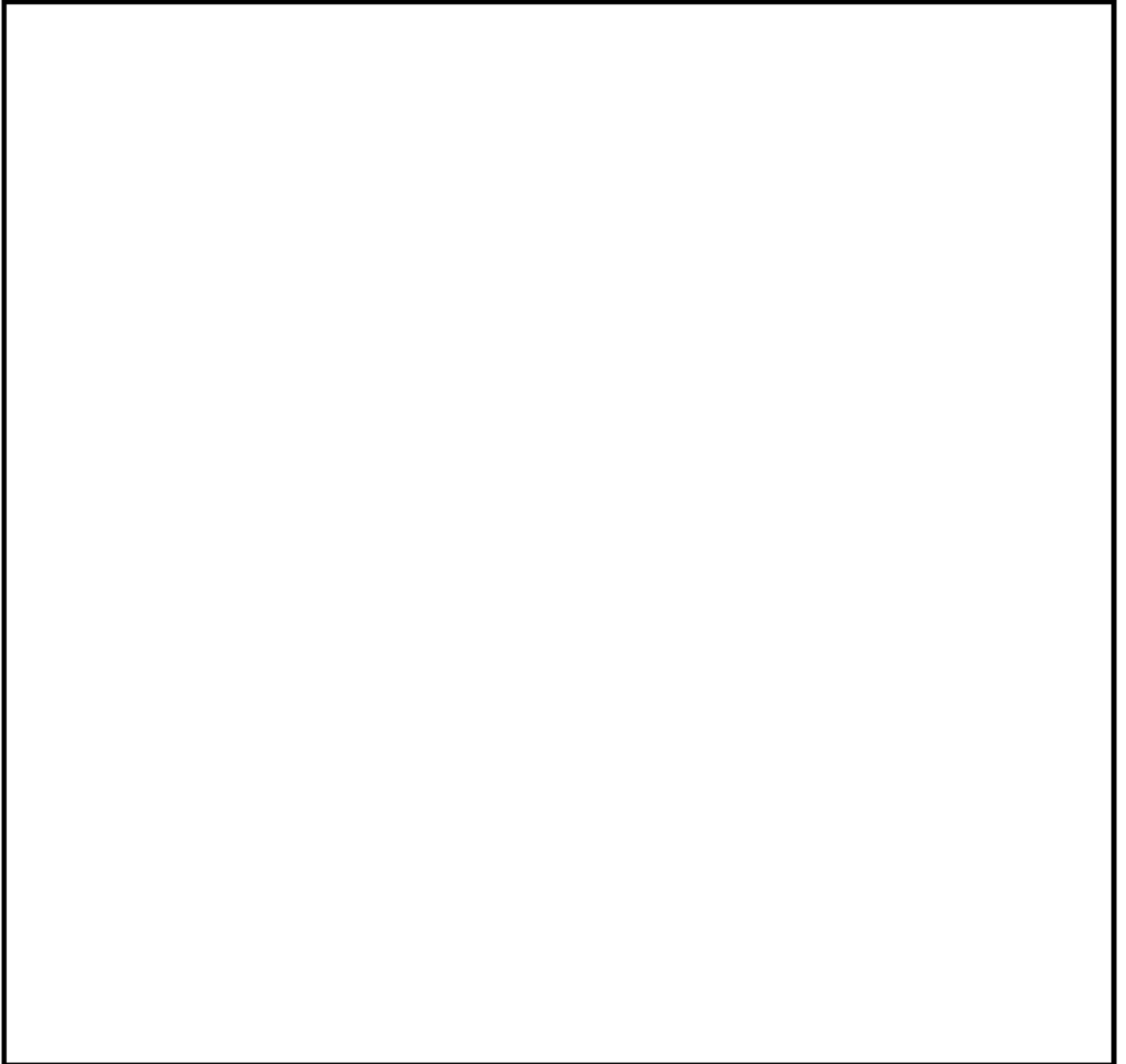
| 飽和水蒸気圧 (Pa) | 水蒸気圧 (Pa) | 補正湿度 (%) |
|-------------|-----------|----------|
|             |           |          |

内は商業機密に属しますので公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



原子炉格納施設等、原子炉補助建屋、タービン建屋 EL-1.6m

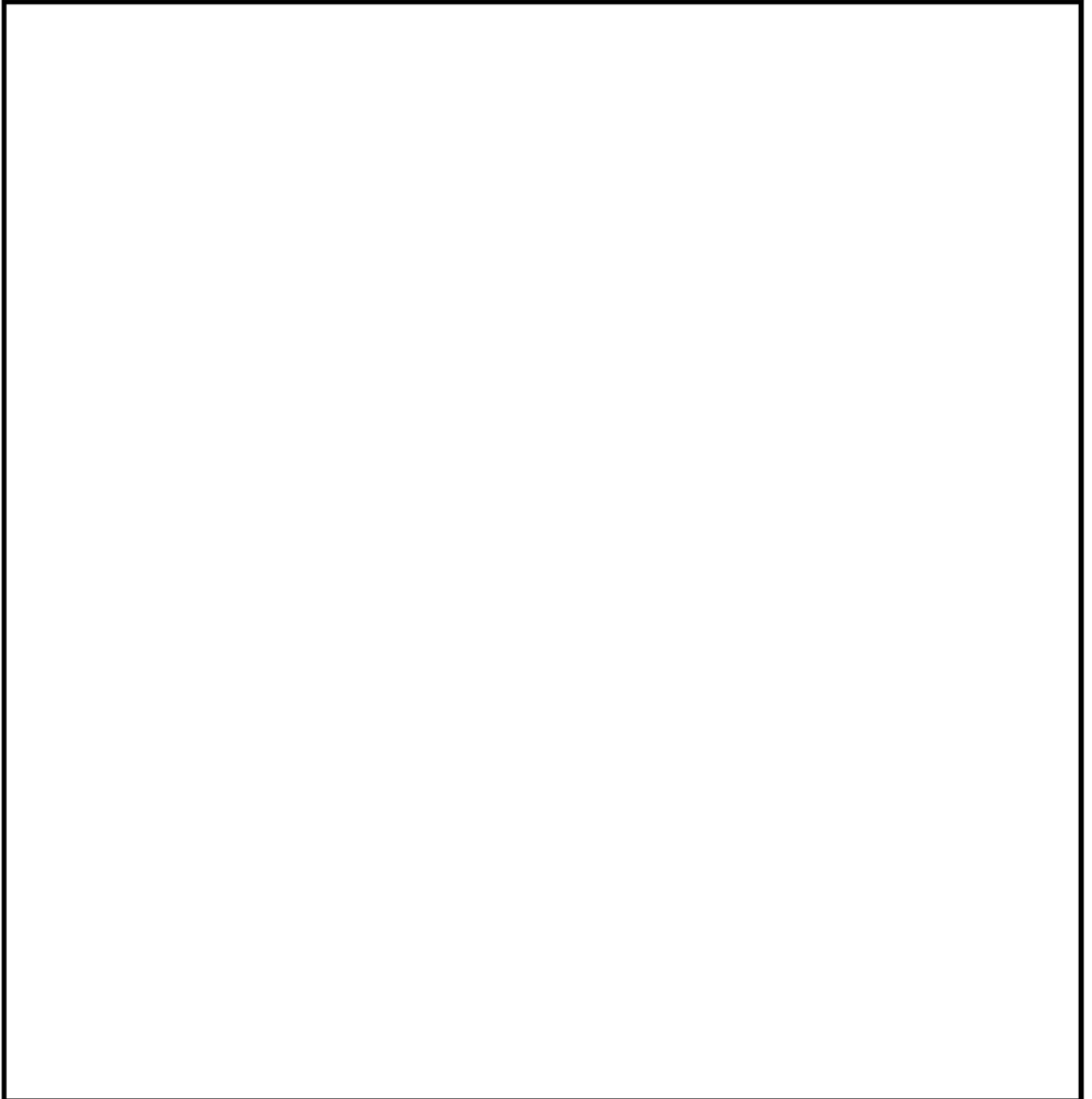


内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



原子炉格納施設等、原子炉補助建屋、タービン建屋 EL+4.0m

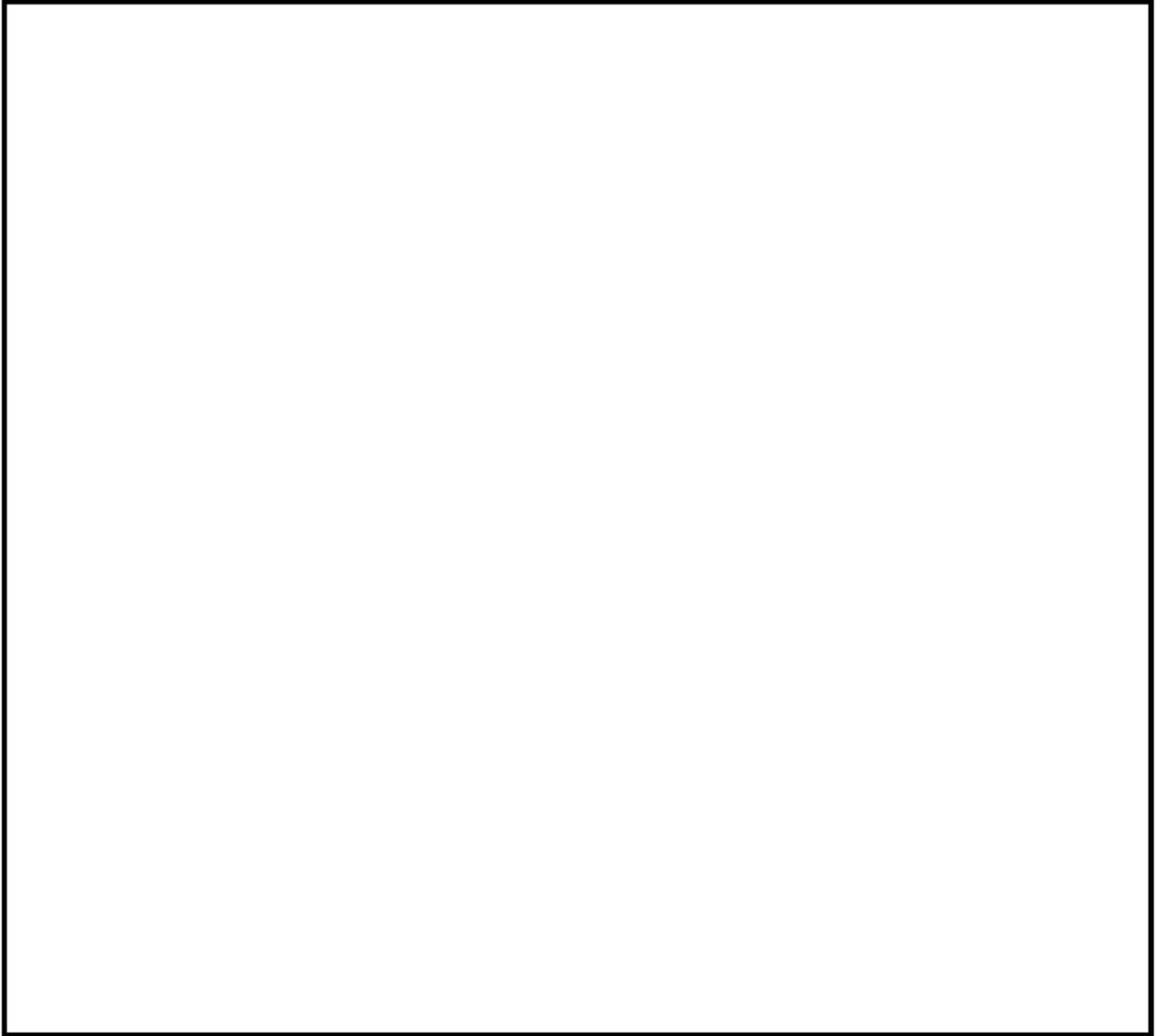


内は防護情報に属するため公開できません

高浜 1 号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



原子炉格納施設等、原子炉補助建屋、タービン建屋 EL+17.0m

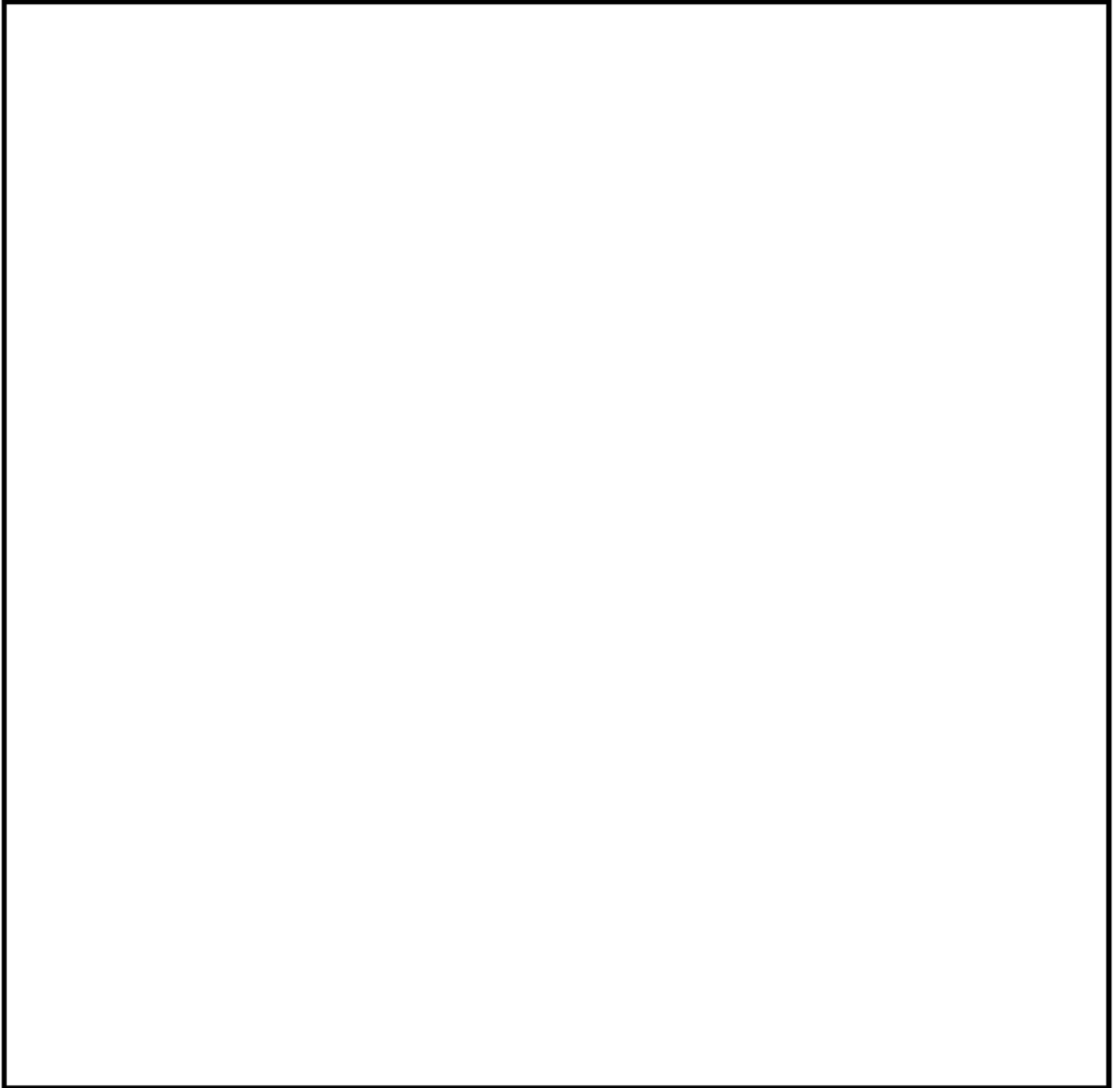


内は防護情報に属するため公開できません

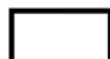
高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



原子炉格納施設等、原子炉補助建屋、タービン建屋 EL+27.8m

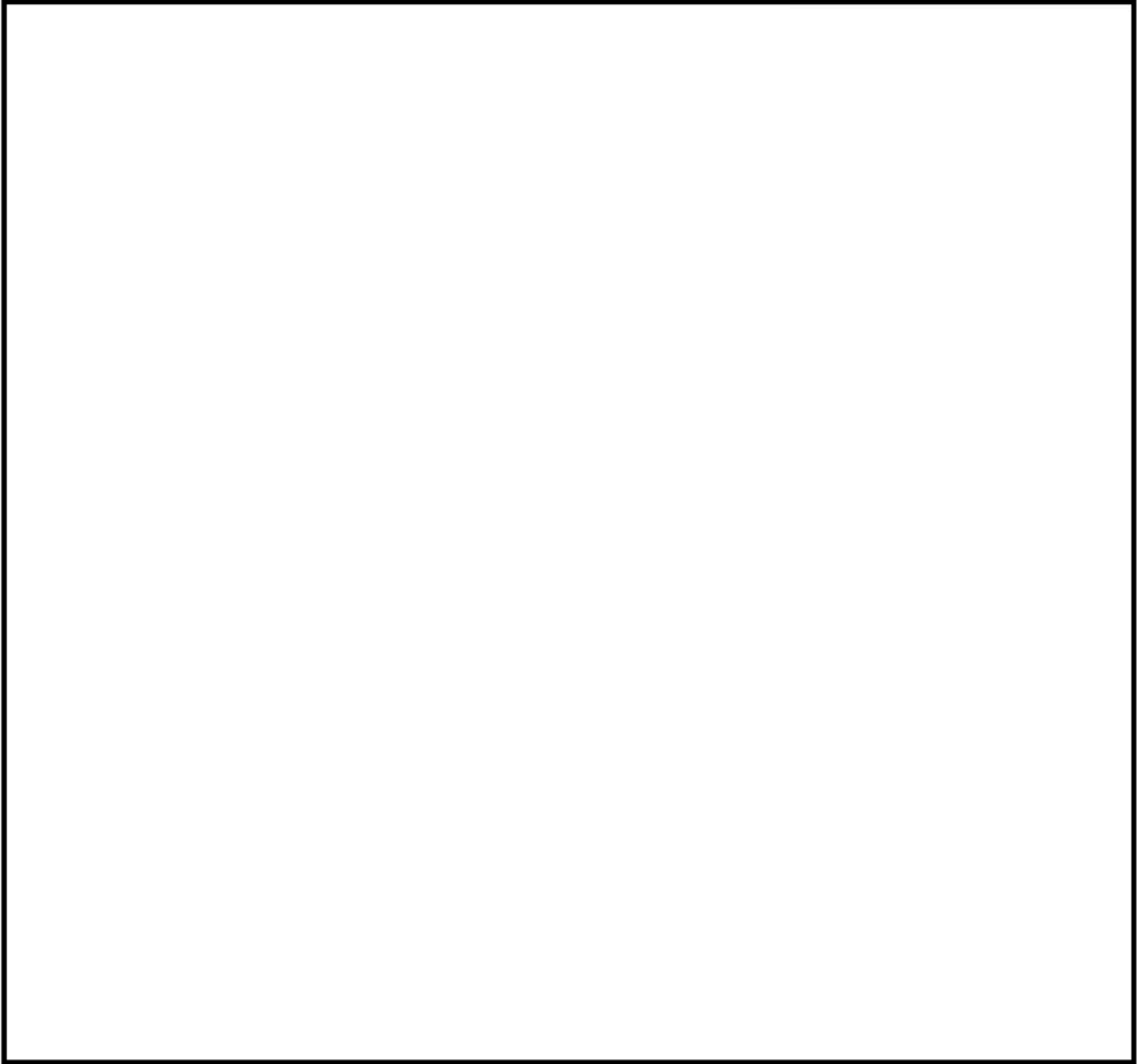


内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



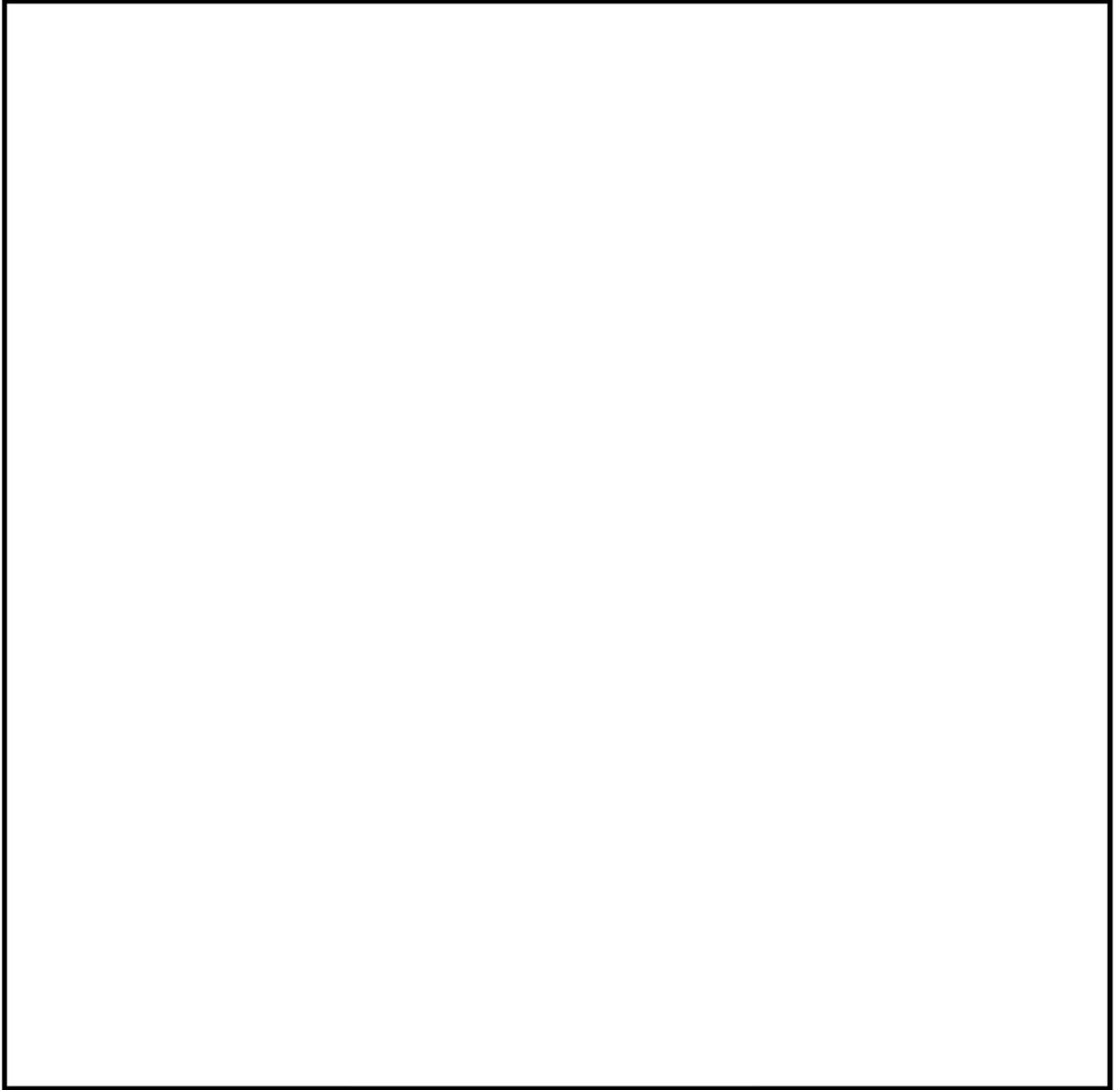
原子炉格納施設等、原子炉補助建屋、タービン建屋 EL+32.3m



内は防護情報に属するため公開できません



高浜1号機 非破壊試験実施箇所



取水槽(海水ポンプ室) EL+3.5~-9.5m

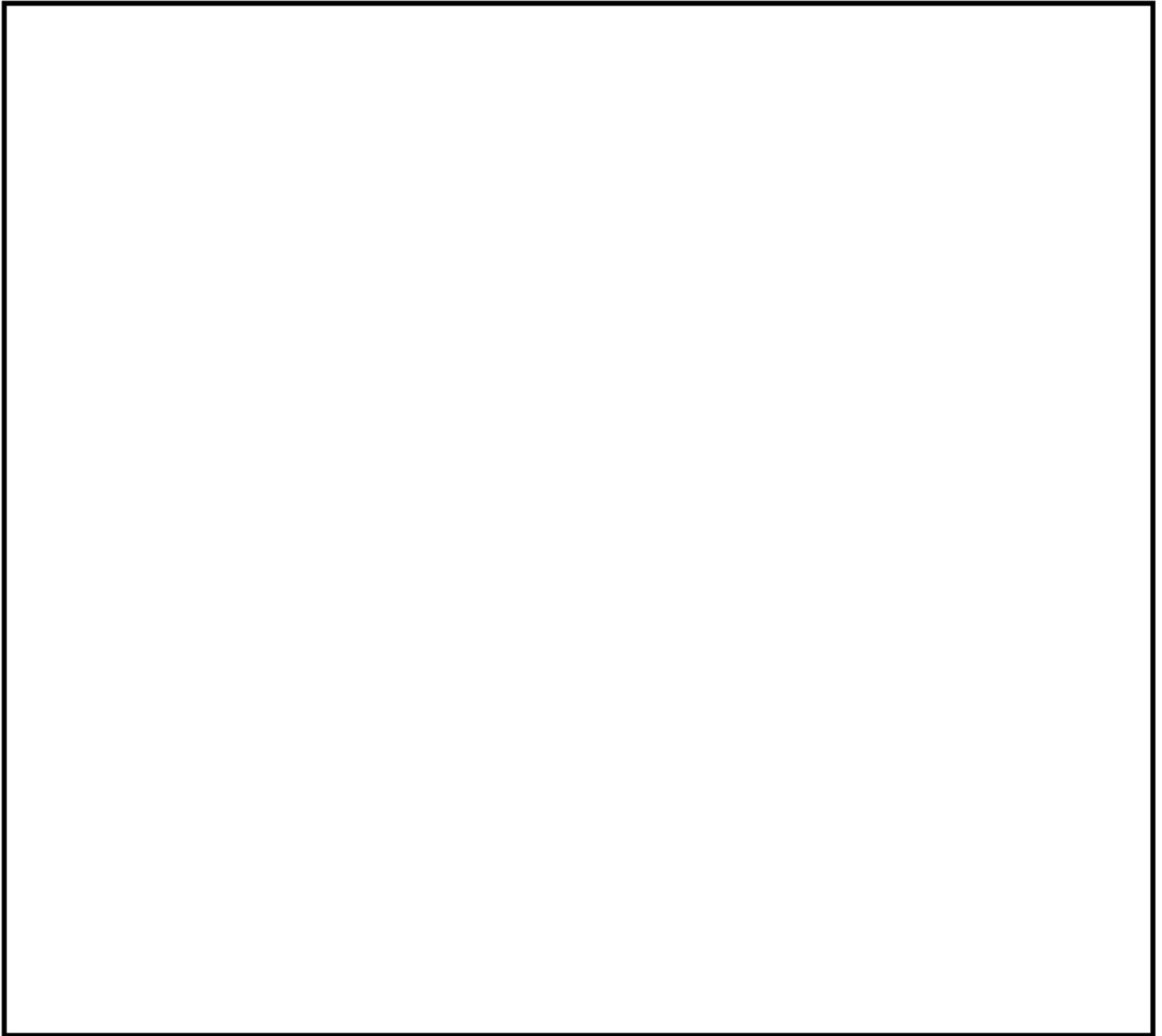


内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼ : 非破壊試験実施位置



取水槽 (海水ポンプ室) EL+3.5~-9.5m

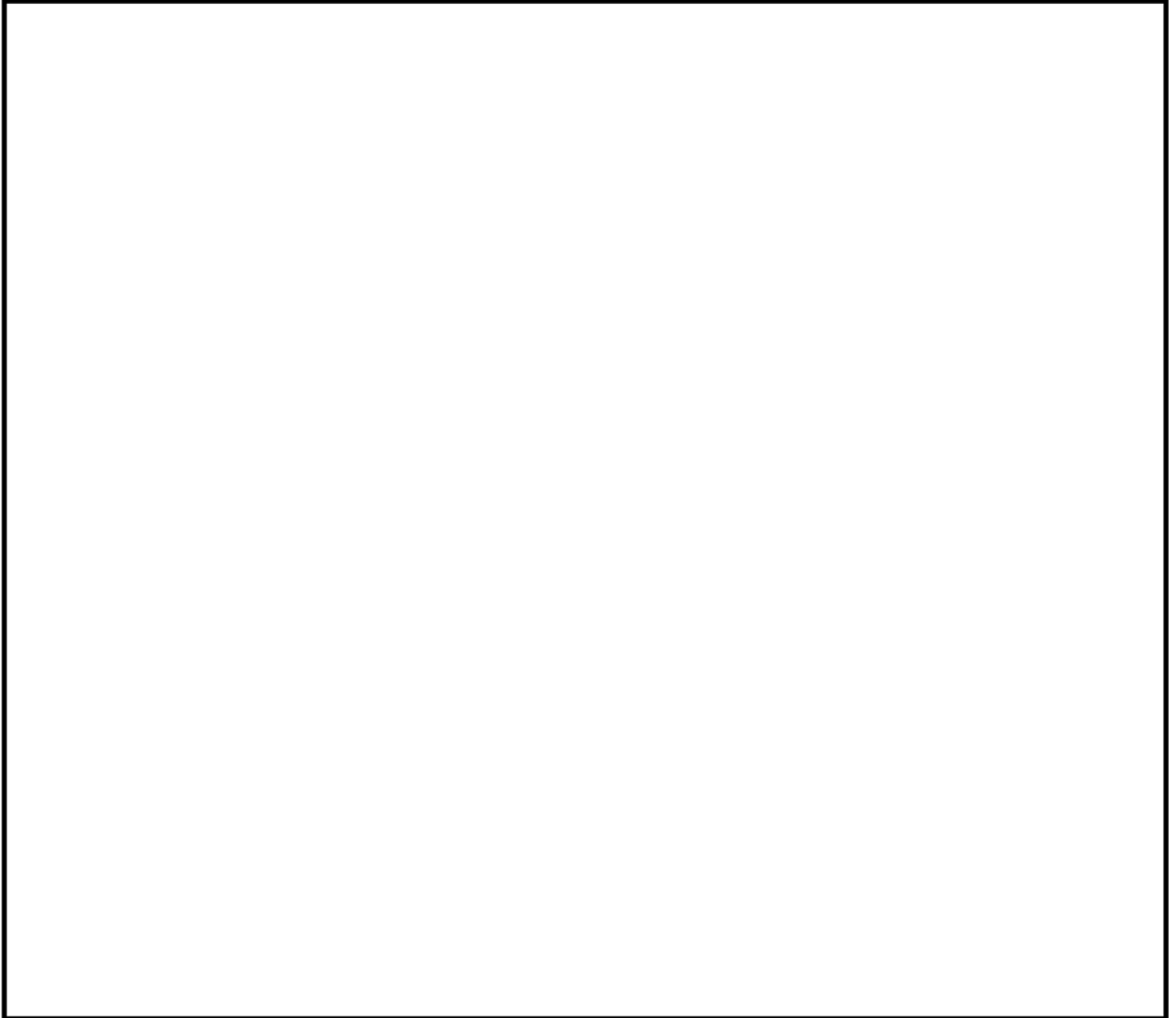


内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼：非破壊試験実施位置



取水槽（海水ポンプ室） EL+3.5~-9.5m

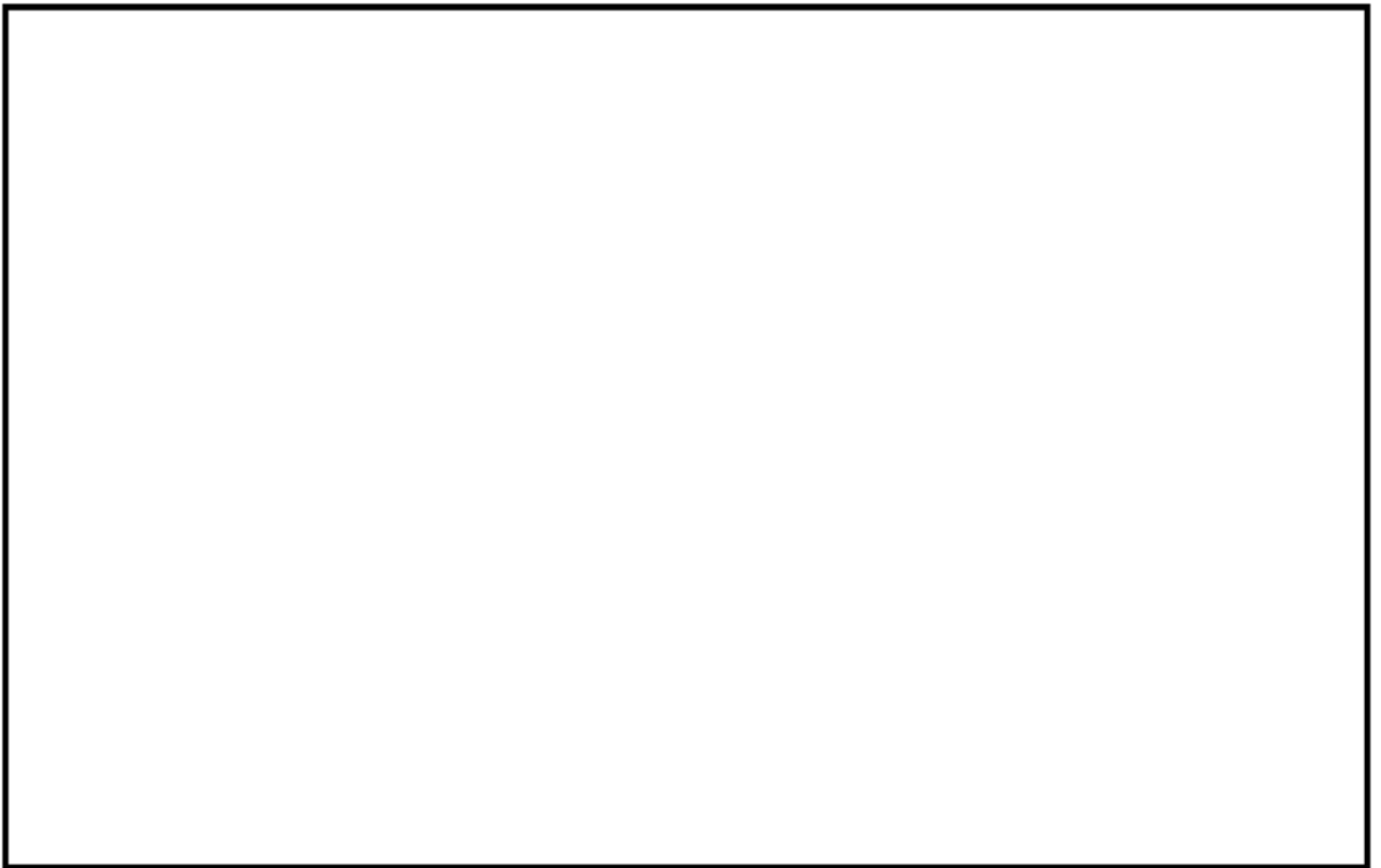


内は防護情報に属するため公開できません

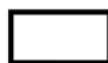
高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼：非破壊試験実施位置



非常用ディーゼル燃料油タンク基礎、復水タンク基礎 EL+3.5m

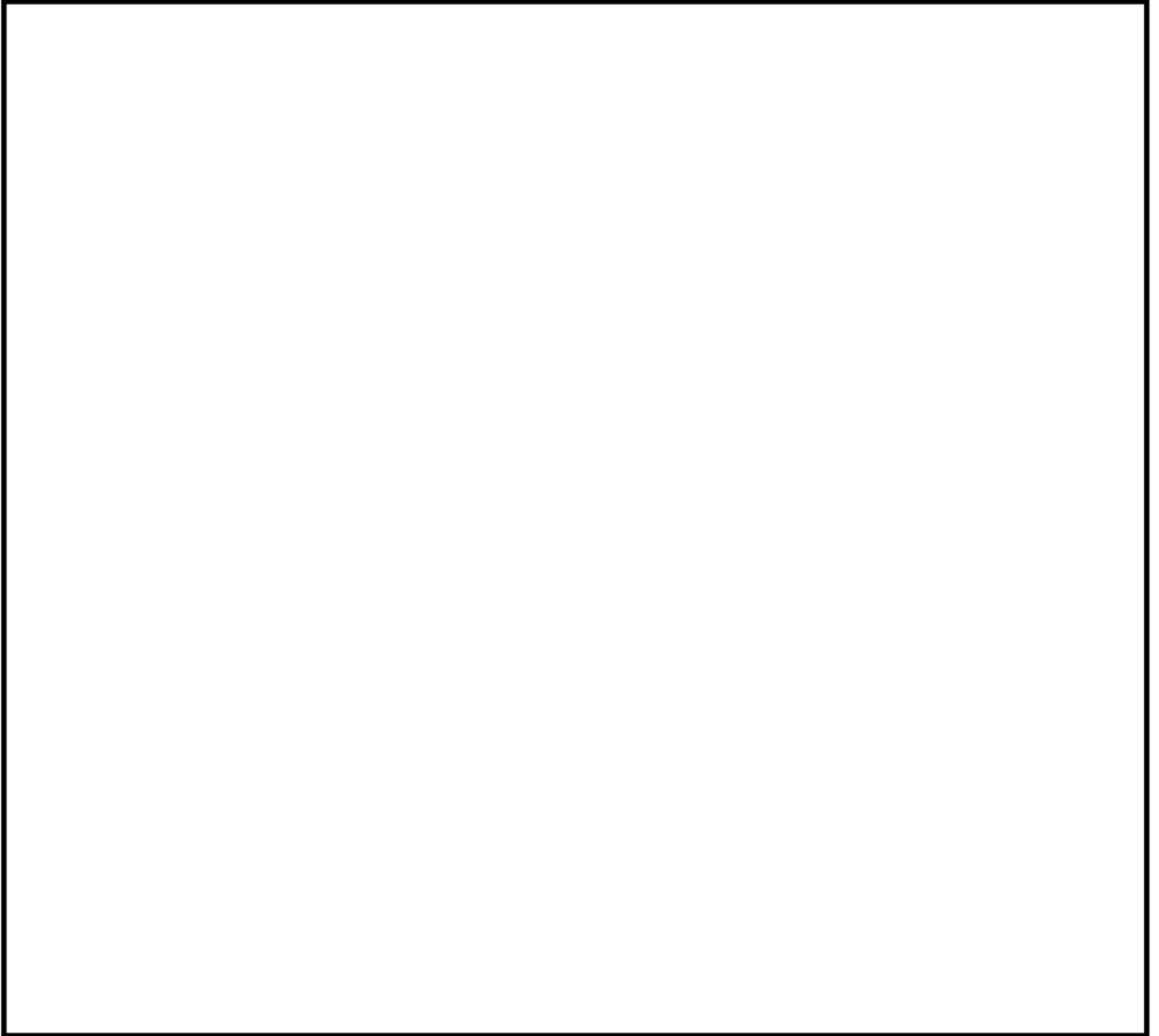


内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験実施箇所

凡例

▼：非破壊試験実施位置



非常用海水路 EL-11.0m



内は防護情報に属するため公開できません

高浜1号機 非破壊試験結果

| 対象のコンクリート構造物 | 対象の部位    | 測定No     | 測定値        | 平均反発度                  | コアサンプル採取位置 | 備考 |   |
|--------------|----------|----------|------------|------------------------|------------|----|---|
| 原子伊格納施設等     | 外部遮蔽壁    | 001      | [Redacted] | [Redacted]             |            |    |   |
|              |          | 002      |            |                        | ○          |    |   |
|              | 内部コンクリート | 001      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002      |            |                        | ○          |    |   |
|              |          | 003      |            |                        |            |    |   |
|              | 基礎マット    | 001      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 003      |            |                        | ○          |    |   |
|              | 原子伊補助建屋  | 外壁       |            |                        | 001        |    | ○ |
| 内壁及び床        |          | 001      |            |                        |            | ○  |   |
|              |          | 002      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 003      |            |                        |            |    |   |
| 使用済み燃料プール    |          | 001      |            |                        |            | ○  |   |
|              |          | 002      |            |                        |            |    |   |
| 基礎マット        |          | 001      |            |                        |            | ○  |   |
| タービン建屋       |          | 内壁及び床    |            |                        | 001        |    | ○ |
|              | 基礎マット    | 001      |            |                        |            | ○  |   |
| 取水槽          | 海中管      | 001      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002      | ○          |                        |            |    |   |
|              |          | 003      |            |                        |            |    |   |
|              | 干満管      | 001      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002      | ○          |                        |            |    |   |
|              |          | 003      |            |                        |            |    |   |
|              | 気中管      | 001      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002      |            |                        |            |    |   |
|              |          | 003      |            | 埋設物の存在により、コアサンプル採取が不可能 |            |    |   |
|              |          | 004      | ○          |                        |            |    |   |
|              |          | 001(水路内) |            |                        |            |    |   |
|              |          | 002(水路内) |            |                        |            |    |   |
|              | 003(水路内) |          |            |                        |            |    |   |

凡例 ○：コアサンプル採取箇所



内は商業機密に属しますので公開できません

高浜1号機 非破壊試験結果

| 対象のコンクリート構造物  | 対象の部位                         | 測定No            | 測定値 | 平均反発度 | コアサンプル採取位置 | 備考 |  |
|---|-------------------------------|-----------------|-----|-------|------------|----|--|
| 安全機能を有する系統及び機器又は常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物   | 原子炉格納施設                       | 上記「原子炉格納施設等」を含む |     |       |            |    |  |
|   | 原子炉補助建屋                       | 上記「原子炉補助建屋」を含む  |     |       |            |    |  |
|   | タービン建屋内（タービン架台含む。）            | タービン架台          | 001 |       | ○          |    |  |
| 上記以外の構造物（安全機能を有する構造物又は常設重大事故等対処設備に属する構造物・安全機能を有する系統及び機器又は常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物に限る。） | 非常用ディーゼル発電用燃料油タンク基礎（配管トレンチ含む） |                 | 001 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 002 |       | ○          |    |  |
|   |                               |                 | 003 |       |            |    |  |
|   | 復水タンク基礎（配管トレンチ含む）             |                 | 001 |       |            | ○  |  |
|   |                               |                 | 002 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 003 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 004 |       |            |    |  |
|   | 非常用海水路                        |                 | 001 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 002 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 003 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 004 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 005 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 006 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 007 |       |            |    |  |
|   |                               |                 | 008 |       |            | ○  |  |

凡例 ○：コアサンプル採取箇所

内は商業機密に属しますので公開できません

| No.      | 高浜 1 - 低サイクル疲労 - 5 rev2   | 事象：疲労      |         |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
|----------|---|------------|---------|----|------|--------|--|------------|---------|--|--|--|-------|----|--------|----------|----------|
| 質 問      | <p>(別冊-2熱交換器-1多管円筒形熱交換器-49頁)<br/> 再生クーラ及び余熱除去クーラの管板の疲労累積係数の算出根拠(解析モデル、材料物性、最大評価点の選定、応力分類、Ke係数、環境評価パラメータ、伝熱管最外周部の穴周りの応力算出法を含む)を提示すること。</p>   |            |         |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
| 回 答      | <p>再生クーラおよび余熱除去クーラの管板の疲労累積係数の算出根拠を以下に示します。</p> <p><b>【再生クーラ】</b></p> <p>1. 解析モデル<br/> 添付 1 に解析モデルおよび評価点を示します。</p> <p>2. 材料物性<br/> 材料物性値を以下に示します。</p> <table border="1" data-bbox="443 1075 1337 1361"> <thead> <tr> <th rowspan="2">材料</th> <th rowspan="2">使用部位</th> <th colspan="2">設計応力強さ</th> </tr> <tr> <th>S m (MP a)</th> <th>温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="background-color: #cccccc;"></td> <td>290.0</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及び最大評価点の選定結果を、添付 2 に示します。</p> <p>4. 応力分類<br/> 評価における荷重の組み合わせを以下に示します。また、応力評価のフローを添付 3 に示します。</p> <table border="1" data-bbox="424 1787 1359 1957"> <thead> <tr> <th>状態</th> <th>荷重の組合せ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>供用状態 A、B</td> <td>内圧 + 熱過渡</td> </tr> </tbody> </table> |            |         | 材料 | 使用部位 | 設計応力強さ |  | S m (MP a) | 温度 (°C) |  |  |  | 290.0 | 状態 | 荷重の組合せ | 供用状態 A、B | 内圧 + 熱過渡 |
| 材料       | 使用部位  | 設計応力強さ     |         |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
|          |   | S m (MP a) | 温度 (°C) |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
|          |   |            | 290.0   |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
| 状態       | 荷重の組合せ  |            |         |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |
| 供用状態 A、B | 内圧 + 熱過渡  |            |         |    |      |        |  |            |         |  |  |  |       |    |        |          |          |

内は商業機密に属しますので公開できません



5. Ke係数および環境評価パラメータ

評価に用いたKe係数および環境評価パラメータ（環境効果補正係数fen）を添付4に示します。

【余熱除去クーラ】

6. 解析モデル

添付5に解析モデルおよび評価点を示します。

7. 材料物性

材料物性値を以下に示します。

| 材料 | 使用部位 | 設計応力強さ   |         |
|----|------|----------|---------|
|    |      | Sm (MPa) | 温度 (°C) |
|    |      |          | 95.0    |
|    |      |          | 95.0    |
|    |      |          | 200.0   |

8. 最大評価点の選定

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に示します。

9. 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、応力評価のフローを添付3に示します。

| 状態      | 荷重の組合せ         |
|---------|----------------|
| 供用状態A、B | 内圧+ボルトの締付力+熱過渡 |

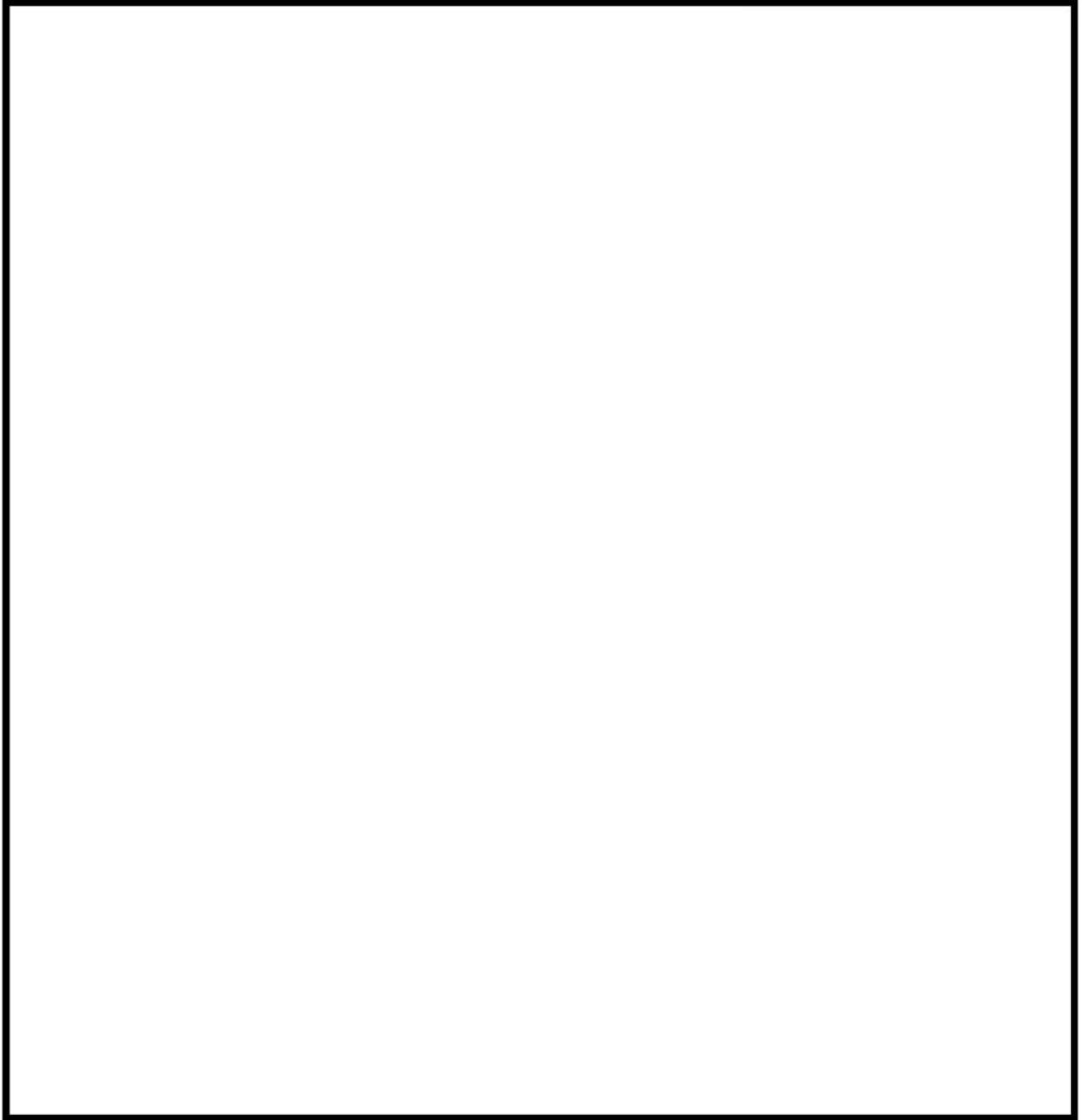
10. Ke係数および環境評価パラメータ

評価に用いたKe係数および環境評価パラメータ（環境効果補正係数fen）を添付7に示します。

11. 伝熱管最外周部の穴周りの応力算出法

伝熱管最外周部の穴周りの応力算出法については添付8に示します。

内は商業機密に属しますので公開できません



### 再生クーラ 解析モデルおよび評価点

解析モデルは、上記のように中心軸対称として作成している。管側水室の温度条件は充てん水の入口側と出口側で異なるが、入口条件、出口条件それぞれの過渡を入力して評価している。また、管側の入口側と出口側の温度差による影響は、より温度差の大きい胴側（抽出水）と管側入口側の温度差を考慮した評価により確認されている。

内は商業機密に属しますので公開できません

再生クーラ 最大疲労評価点の選定

(疲れ累積係数除く)

| 評価点 |    |    | 一次+二次応力強さ | 疲れ累積係数 |
|-----|----|----|-----------|--------|
| 管板部 | 1  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 2  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 3  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 4  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
| 一般部 | 5  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 6  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 7  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 8  | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 9  | 入口 | (0.17367) |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 10 | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |
|     | 11 | 入口 |           |        |
|     |    | 出口 |           |        |

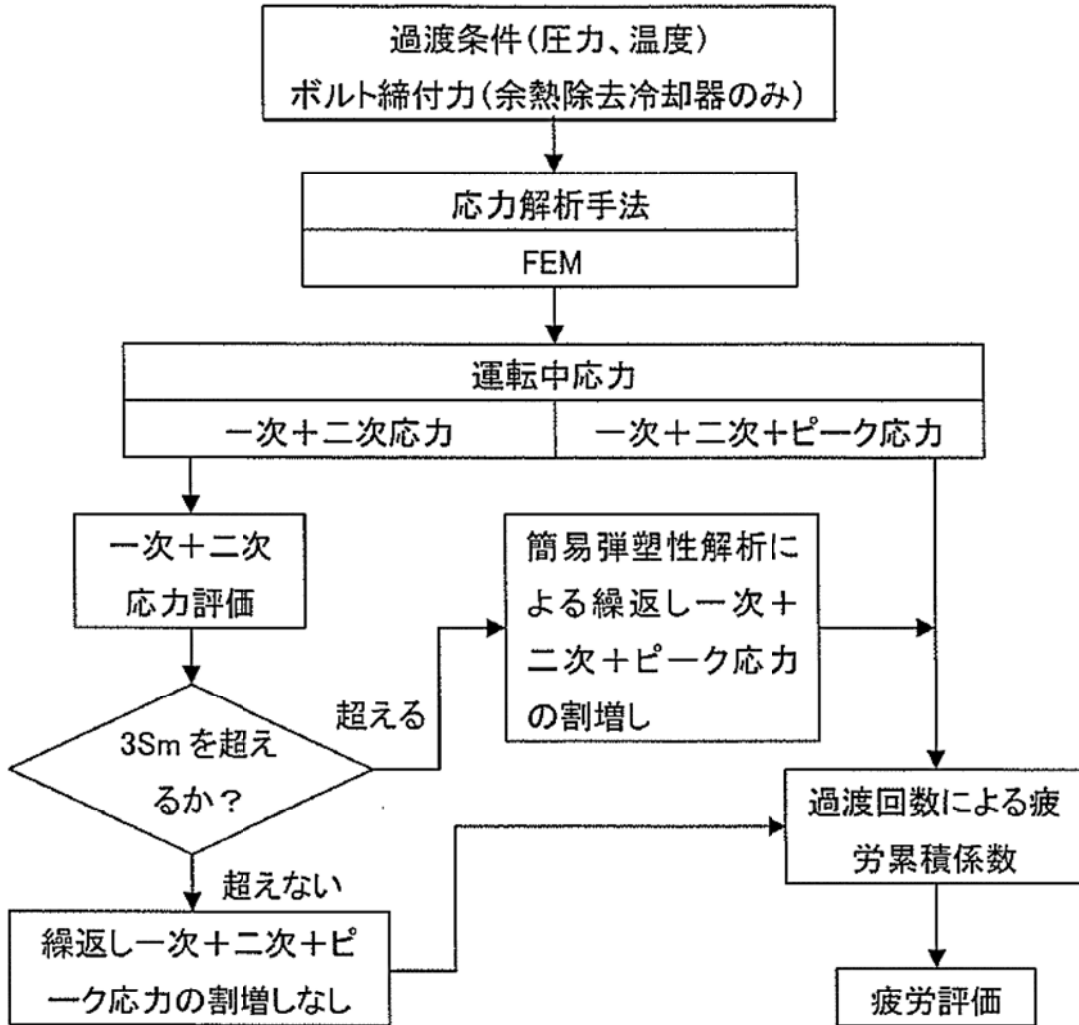
注) 1. ( )はそれぞれの部位での最大値を示す。

→通常UF : 0.174

2. 評価点における入口と出口とは評価に用いる過渡の入口側と出口側のことを示す。

内は商業機密に属しますので公開できません

応力評価フロー



Ke係数と環境疲労パラメータ (再生クォーラ) (詳細評価手法)

| 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<br>KE | 繰返しピーク<br>応力強さ          |                          | 超過<br>回数<br>n | 許容繰返し<br>回数<br>n <sup>s</sup> | 疲労累積係数<br>U | 環境疲労<br>補正係数<br>f <sub>en</sub> | 環境効果を考慮した<br>疲労累積係数<br>u <sub>en</sub> |
|---|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|-------------|---------------------------------|--|
|   | s <sub>max</sub>  | s <sub>min</sub> |                  | 補正前<br>s <sub>all</sub> | 補正後<br>s <sub>all'</sub> |               |                               |             |                                 |  |
| A   |                   |                  |                  |                         |                          |               |                               |             |                                 |  |
| B   |                   |                  |                  |                         |                          |               |                               |             |                                 |  |
| <div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> |                   |                  |                  |                         |                          |               |                               |             |                                 |  |

合計: 0.22156  
 →環境UF: 0.222

合計: 0.17367  
 →通常UF: 0.174

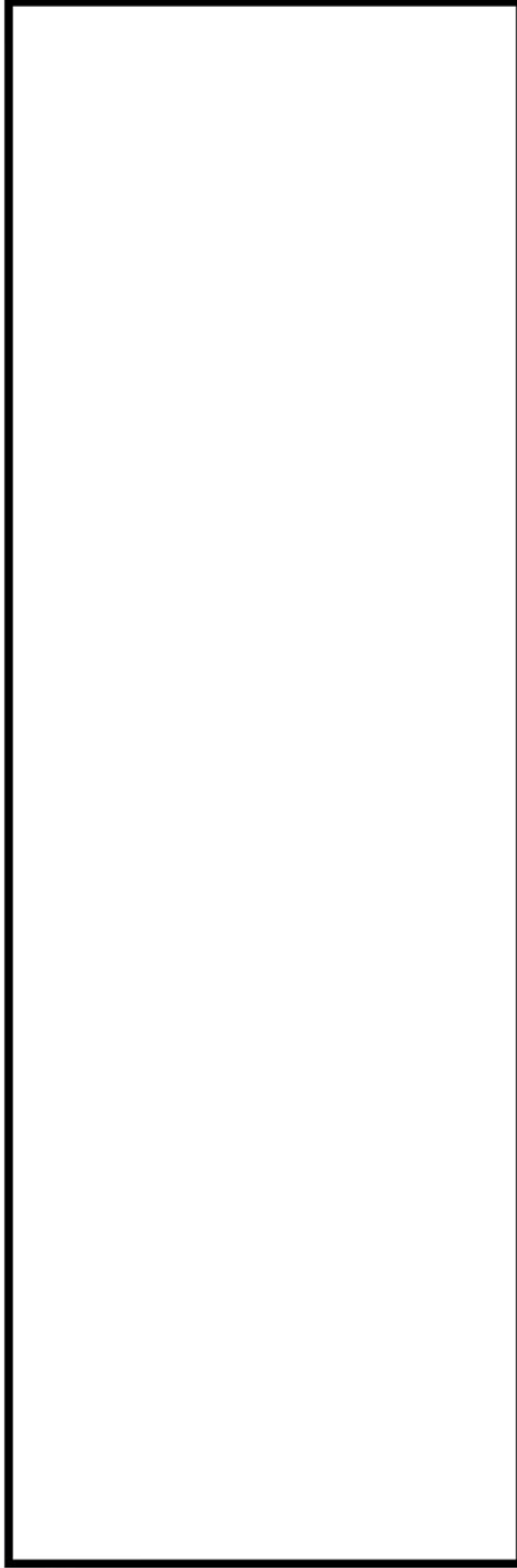
s 内は商業機密に属しますので公開できません

環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

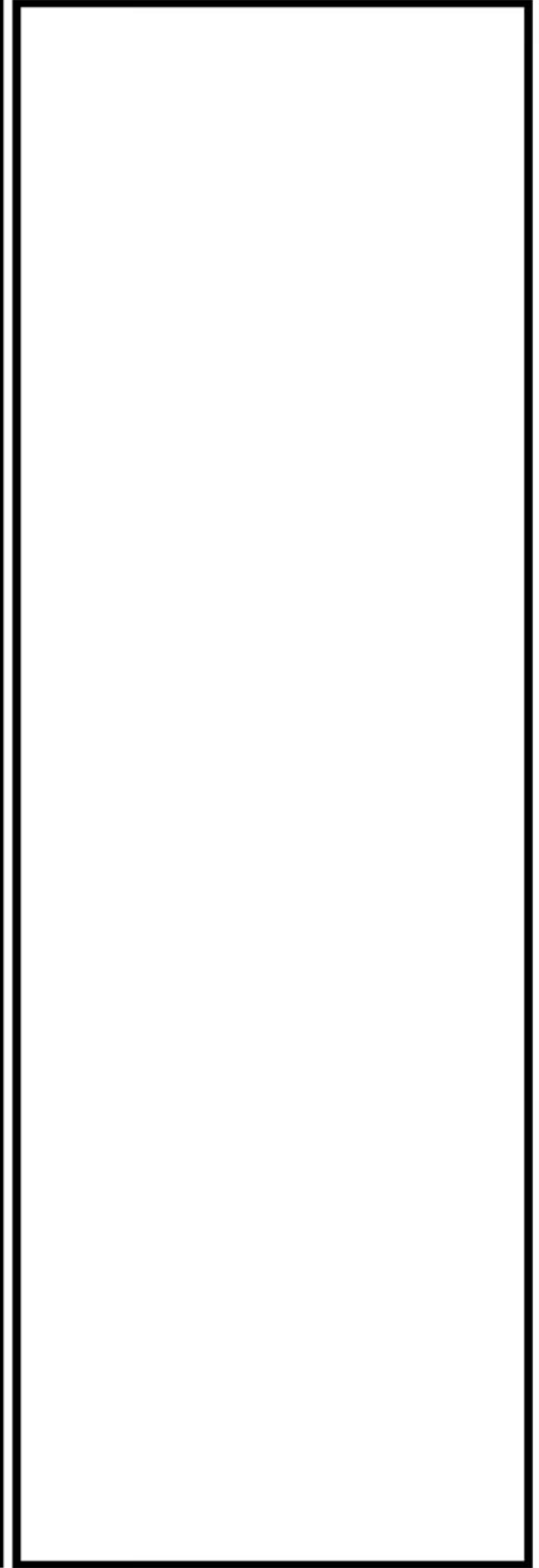
環境補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下に環境補正係数が1を超える過渡の温度、ひずみ履歴を示す。

(1) 再生クローラ

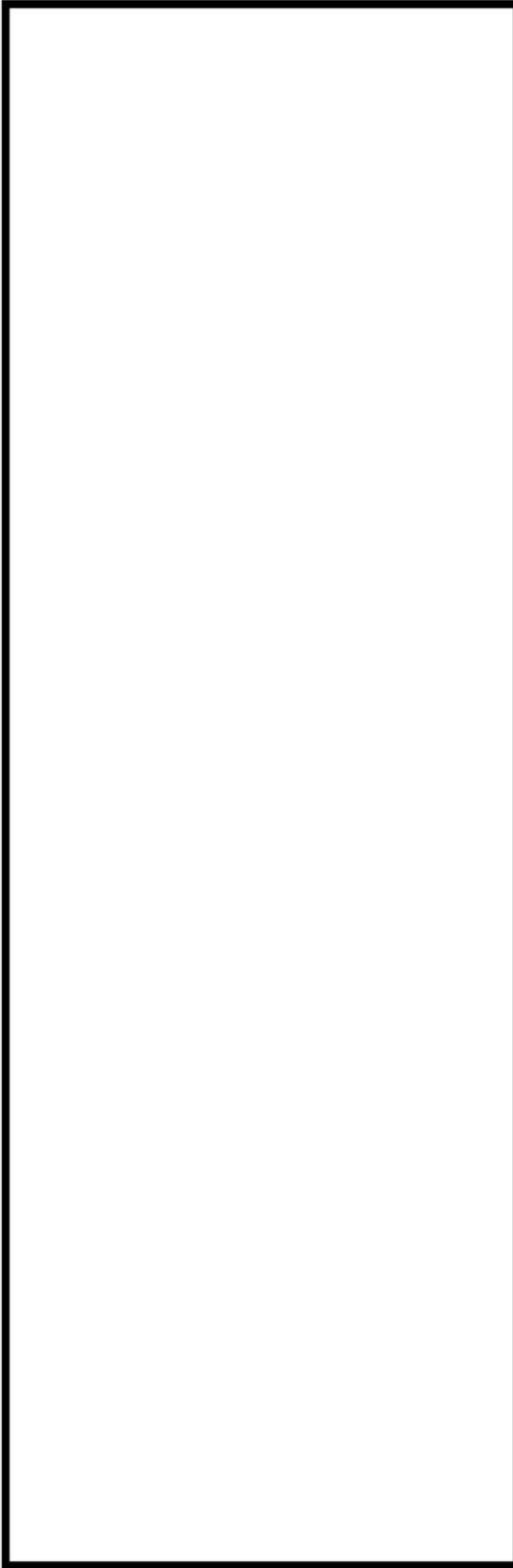
a. 過渡1H1,1F2



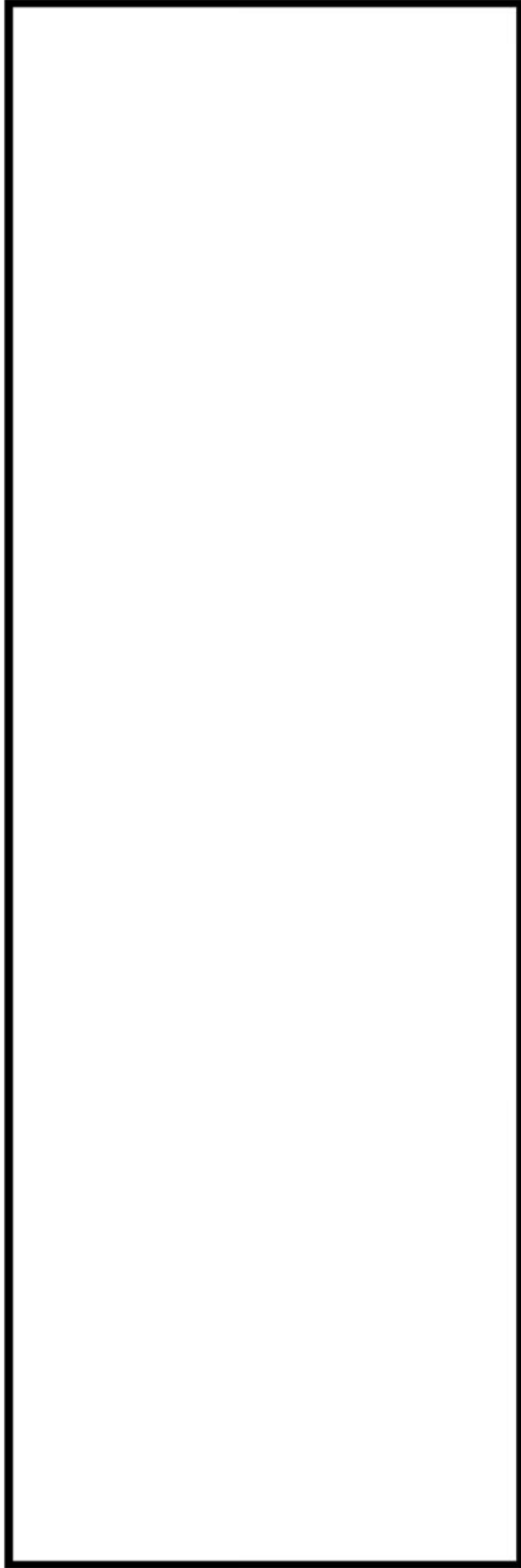
b. 過渡1I1,1G1



c. 過渡NSS,1G1



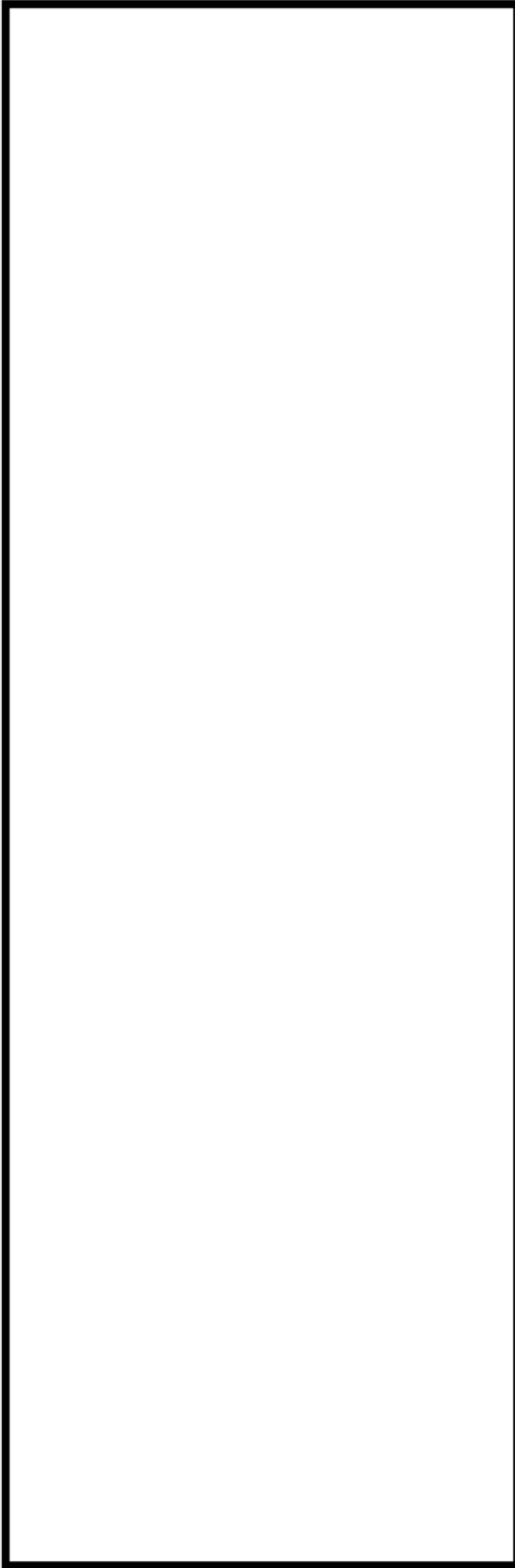
d. 過渡NSS,1D2



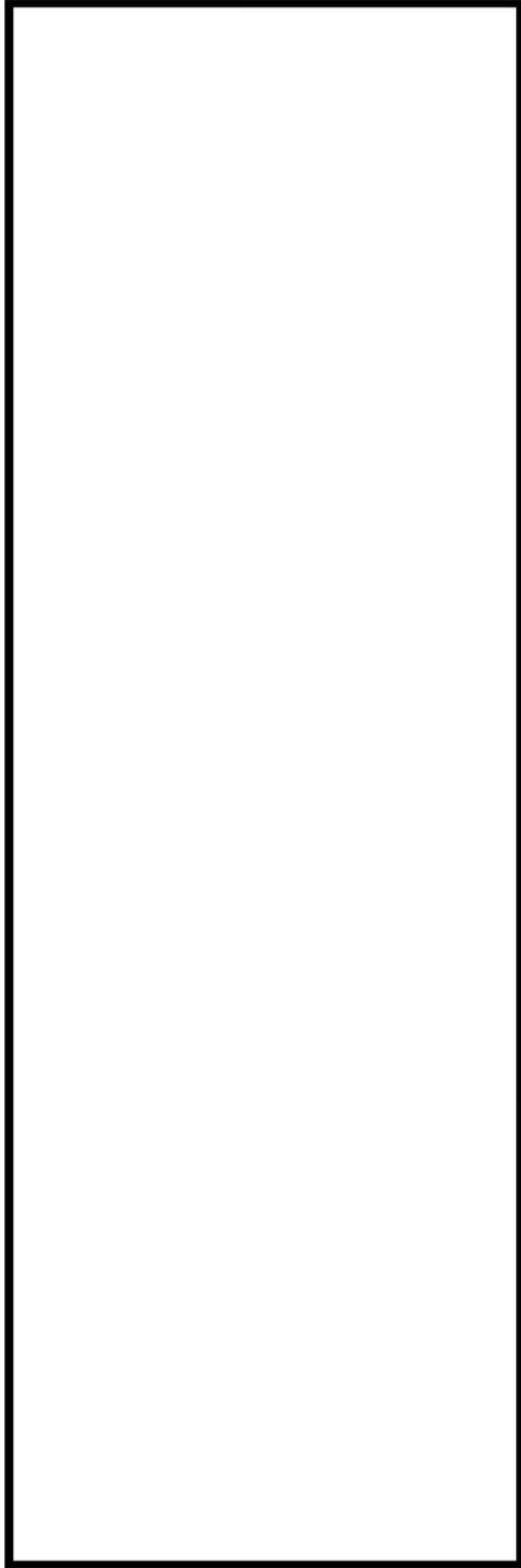
内は商業機密に属しますので公開できません



e. 過渡NSS,1E1



f. 過渡NSS,1H1

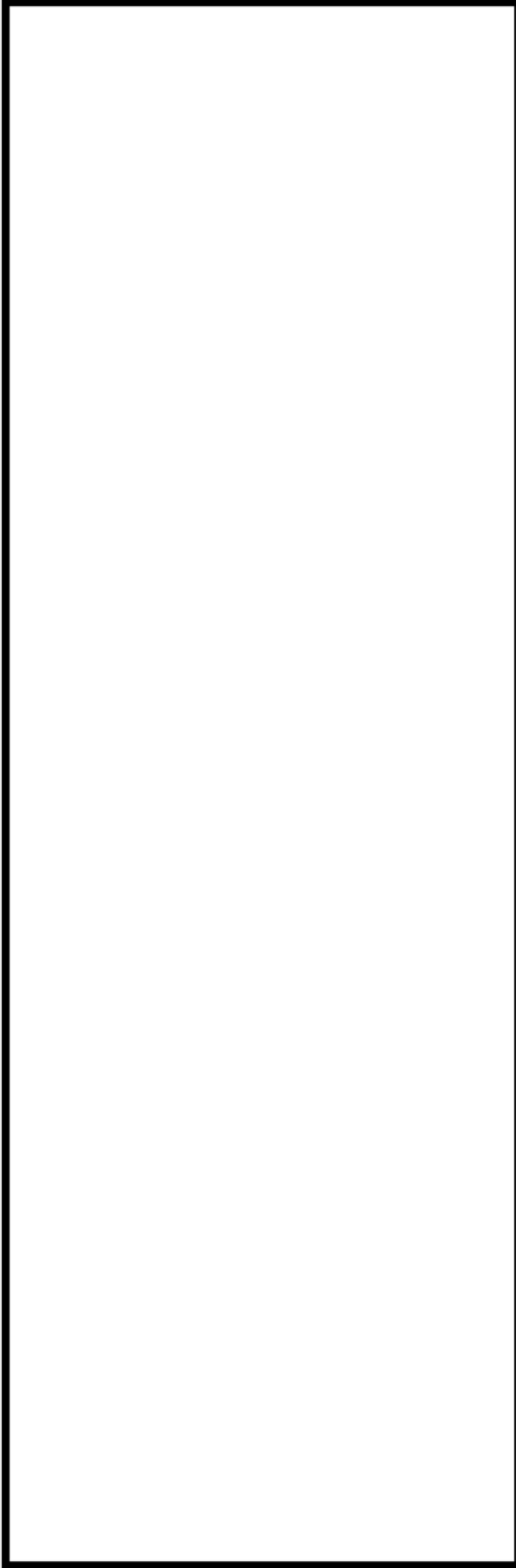


内は商業機密に属しますので公開できません

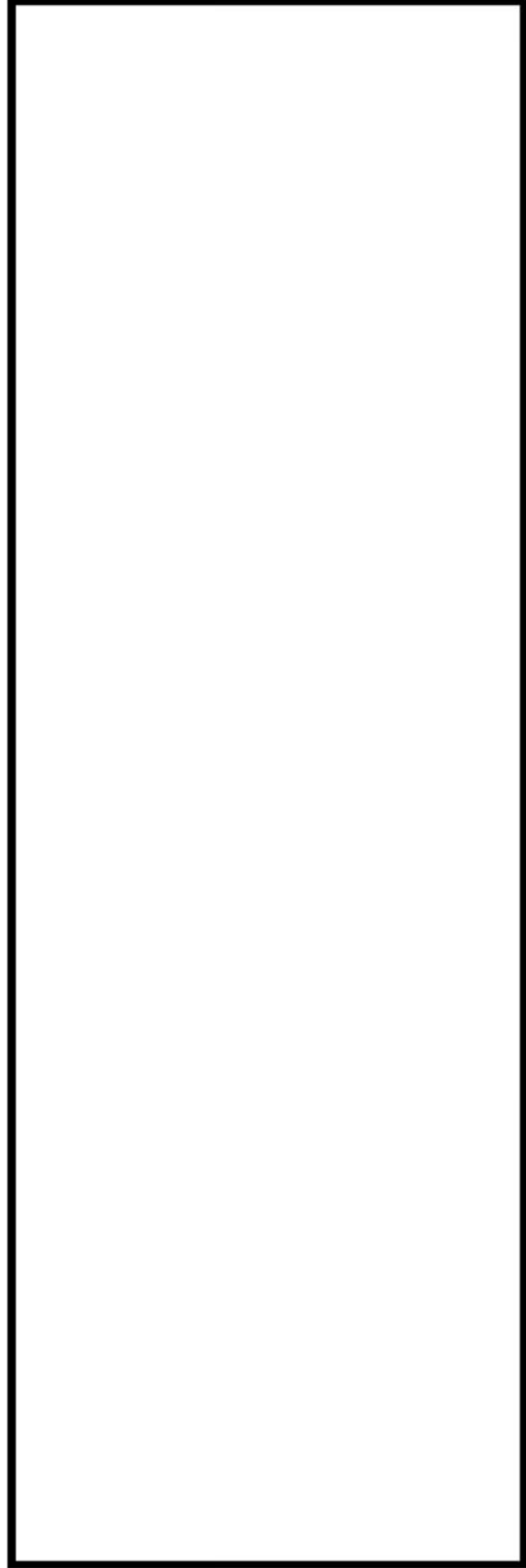




g. 過渡NSS,1A2



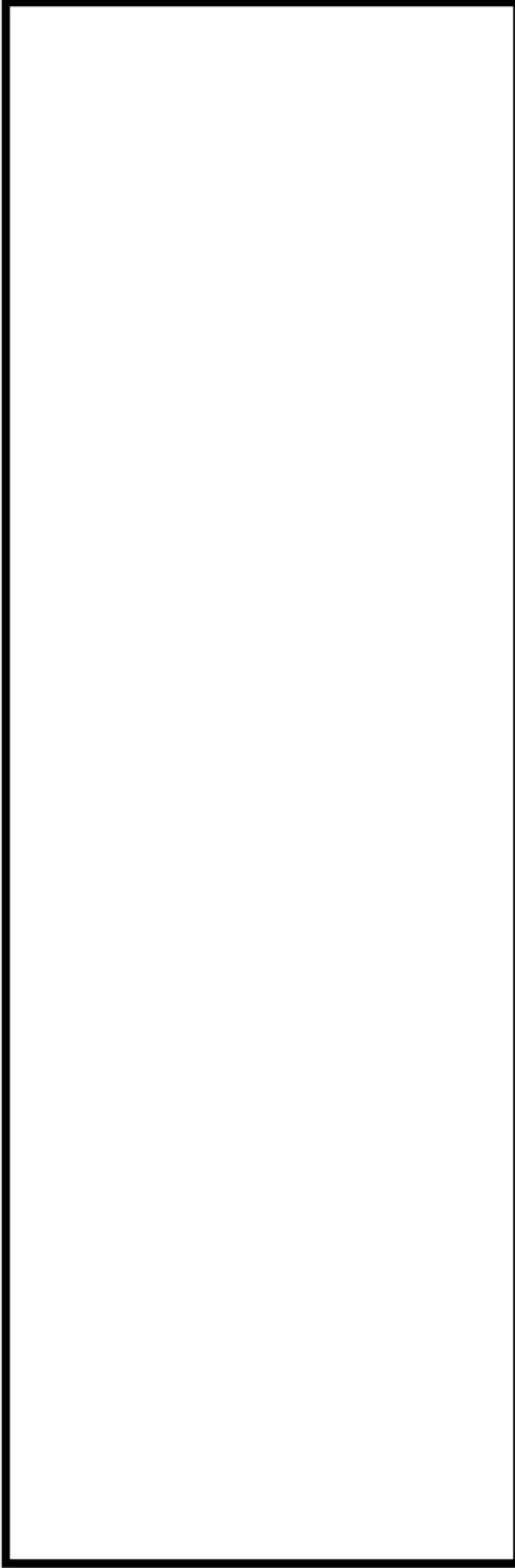
h. 過渡NSS,1B2



内は商業機密に属しますので公開できません

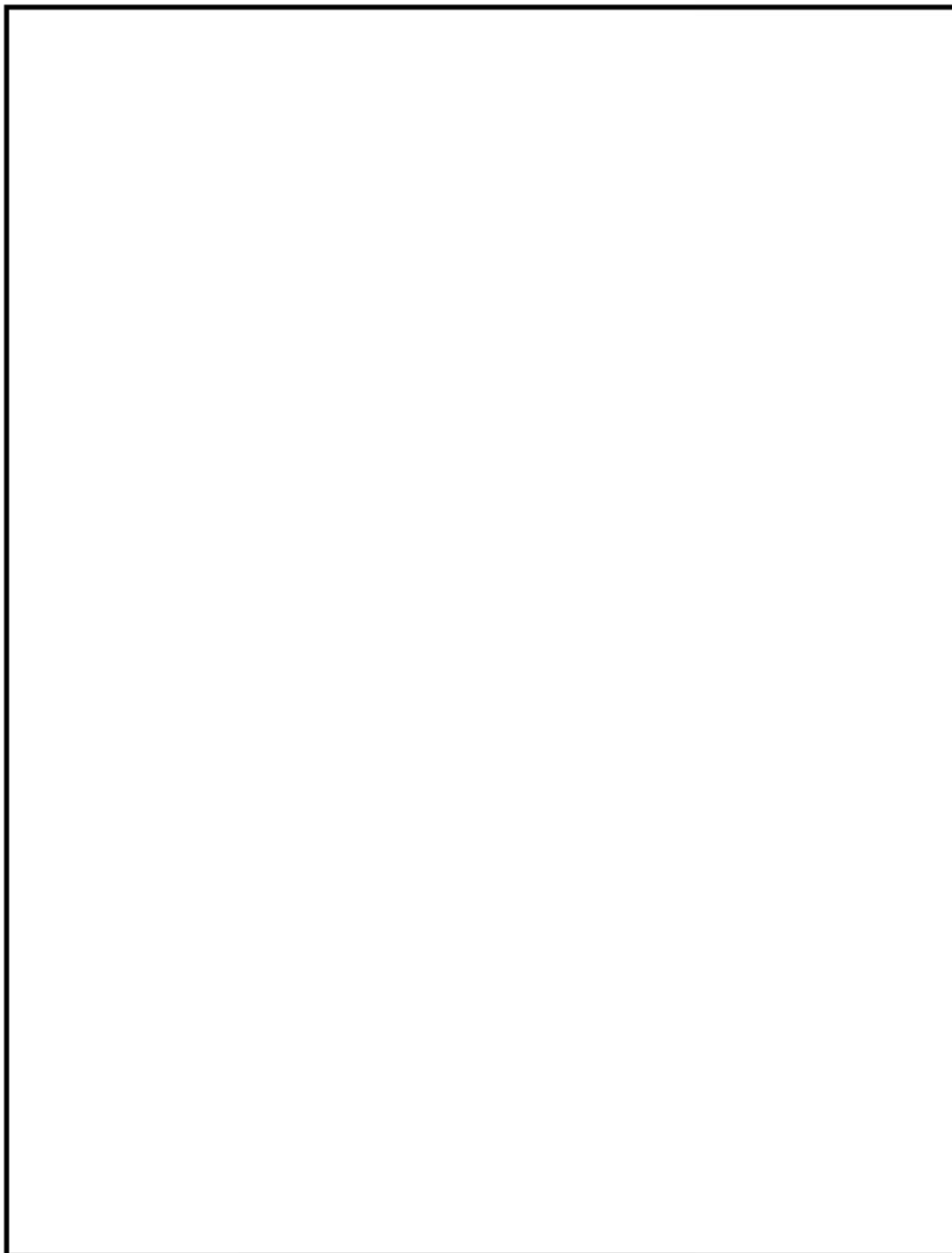


i. 過渡NSS,1C2



内は商業機密に属しますので公開できません





余熱除去クーラ 解析モデルおよび評価点

解析モデルは、上記のように中心軸対称として作成している。管側水室の温度条件は1次冷却水の入口側と出口側で異なるが、入口条件、出口条件それぞれの過渡を入力して評価している。また、管側の入口側と出口側の温度差による影響は、より温度差の大きい胴側（原子炉補機冷却水）と管側入口側の温度差を考慮した評価により確認されている。

内は商業機密に属しますので公開できません

余熱除去クーラ 最大疲労評価点の選定

(MPa (疲れ評価を除く))

| 評価点 |    |    | 一次+二次応力強さ | 疲れ累積係数 |           |
|-----|----|----|-----------|--------|-----------|
| 管板部 | 1  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 2  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 3  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 4  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 5  | 入口 |           |        | (0.04896) |
|     |    | 出口 |           |        |           |
| 一般部 | 6  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 7  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 8  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 9  | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 10 | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 11 | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
|     | 12 | 入口 |           |        |           |
|     |    | 出口 |           |        |           |
| 13  | 入口 |    |           |        |           |
|     | 出口 |    |           |        |           |
| 14  | 入口 |    |           |        |           |
|     | 出口 |    |           |        |           |

注) 1. ( )はそれぞれの部位での最大値を示す。

→通常UF: 0.049

2. 評価点における入口と出口とは評価に用いる過渡の入口側と出口側のことを示す。

内は商業機密に属しますので公開できません

Ke係数と環境疲労パラメータ (余熱除去クロー) (詳細評価手法)

| 過渡条件<br>記号  | 一次+二次+<br>ブロック応力強さ |      | 割増し<br>係数<br>RC | 繰返しブロック<br>応力強さ |             | 異過渡<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 |
|-------------|--------------------|------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|-------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
|             | smax               | sain |                 | 補正前<br>sall     | 補正後<br>sall |                |                   |             |                     |                            |
| A           |                    |      |                 |                 |             |                |                   |             |                     |                            |
| B           |                    |      |                 |                 |             |                |                   |             |                     |                            |
| 合計: 0.06001 |                    |      |                 |                 |             |                |                   |             |                     |                            |

合計: 0.04896

→環境UF: 0.069

→通常UF: 0.049

内は商業機密に属しますので公開できません

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。

余熱除去クォーラ

a. 過渡1C1,NSS

|  |
|--|
|  |
|--|

b. 過渡1A1,NSS

|  |
|--|
|  |
|--|

内は商業機密に属しますので公開できません



伝熱管最外周部の穴周りの応力算出法

管板は穴明き部を簡易的に評価するため、ASME「ARTICLE A-8000 STRESSES IN PERFORATED FLAT PLATES」に基づき等価中実円板にモデル化して評価しております。

ここで、管板を等価中実円板としてモデル化するために縦弾性係数及びポアソン比は図1のグラフ (A-8131-1) に基づき補正しております。等価縦弾性係数と縦弾性係数の比、及び等価ポアソン比を表1に示します。

また、応力集中については図2に示す応力指数のグラフ (A-8142-2) からYmaxを読み取り、式 (1) の通り発生応力に応力指数を掛け合わせております。なお、読み取りに必要なβは等価中実円板の半径方向応力と周方向応力の比となりますので、Ymaxの値は解析モデルの要素ごとに変わる値となります。

$$S = Y_{max}(p/h) \sigma_1 + P \dots \dots \dots \text{式 (1)}$$

S: 応力強さ、Ymax: 応力指数、p: 管穴ピッチ、h: リガメント幅、σ1: 主応力、P: 圧力

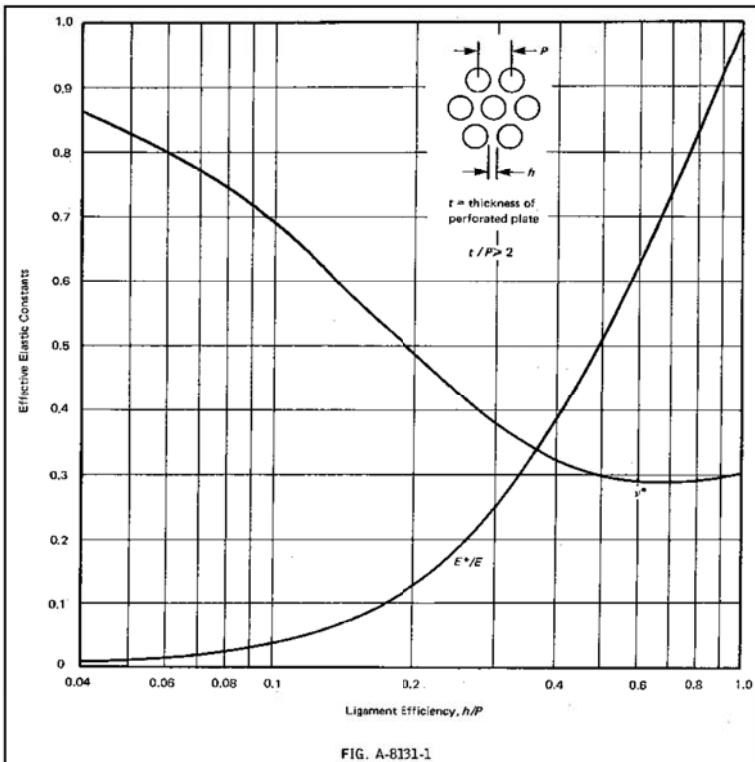


図1 等価縦弾性係数と等価ポアソン比

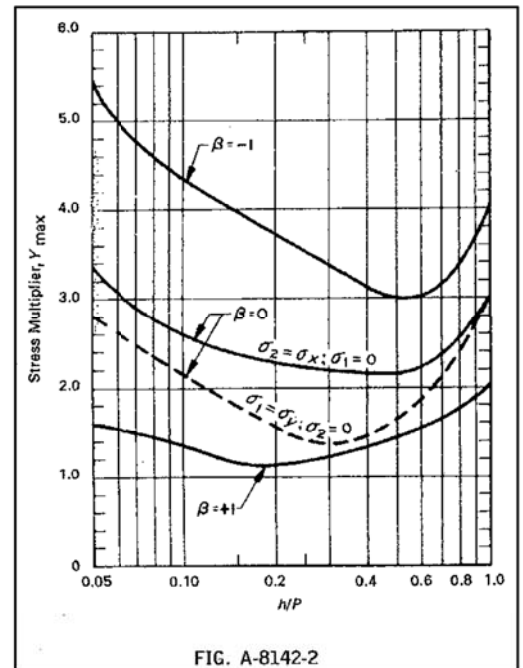


図2 応力指数

表 1 等価縦弾性係数E\*と縦弾性係数Eの比、及び等価ポアソン比ν\*

|       |         | h [mm]     | p [mm] | η = h/p | E*/E | ν* |
|-------|---------|------------|--------|---------|------|----|
| 高浜1号機 | 再生クーラ   | [Redacted] |        |         |      |    |
|       | 余熱除去クーラ |            |        |         |      |    |

η: リガメント効率、E\*: 等価縦弾性係数、E: 縦弾性係数、ν\*: 等価ポアソン比

□ 内は商業機密に属しますので公開できません

| No.                 | 高浜 1 - 低サイクル疲労 - 8 rev1   | 事象：疲労 |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
|---------------------|---|-------|---------|------|---------|-----------|---------|-----------|------|-----------|-------|-----------|---------------------|-----------|------------|-----------|--------|-----------|---------|-----------|
| 質 問                 | <p>(別冊-4容器-1原子炉容器-6頁)<br/>                 出入口管台等の疲労割れに係る評価対象部位の抽出の妥当性についての説明を提示すること。</p>   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 回 答                 | <p>疲労評価対象部位は、強度評価上厳しくなる以下の部位等を対象としており、設計時に評価されている部位となります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造不連続部（支持構造物取付部含む）</li> <li>・材料不連続部</li> </ul> <p>なお、高浜 1 号炉の原子炉容器については、設計時に考慮した部位（建設時の工認で評価されている部位）に加えて、構造不連続部及び材料不連続部に着目し、その後の設計知見の拡充により他プラントの工認で評価されている箇所も考慮してPLMの評価対象部位としています。</p> <p>評価対象部位とその抽出理由を下表に示します。</p> <p style="text-align: center;">高浜 1 号炉 原子炉容器疲労評価対象部位</p> <table border="1" data-bbox="406 1153 1348 1579"> <thead> <tr> <th>PLM評価部位</th> <th>抽出理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冷却材入口管台</td> <td>建設時工認評価部位</td> </tr> <tr> <td>冷却材出口管台</td> <td>建設時工認評価部位</td> </tr> <tr> <td>蓋用管台</td> <td>構造、材料不連続部</td> </tr> <tr> <td>炉内計装筒</td> <td>構造、材料不連続部</td> </tr> <tr> <td>上蓋、上蓋フランジおよび上部胴フランジ</td> <td>建設時工認評価部位</td> </tr> <tr> <td>下部胴・下部鏡接続部</td> <td>建設時工認評価部位</td> </tr> <tr> <td>炉心支持金物</td> <td>構造、材料不連続部</td> </tr> <tr> <td>スタッドボルト</td> <td>建設時工認評価部位</td> </tr> </tbody> </table> <p>添付資料：建設時工認資料及び高浜 1 号炉高経年化技術評価書（抜粋）</p> |       | PLM評価部位 | 抽出理由 | 冷却材入口管台 | 建設時工認評価部位 | 冷却材出口管台 | 建設時工認評価部位 | 蓋用管台 | 構造、材料不連続部 | 炉内計装筒 | 構造、材料不連続部 | 上蓋、上蓋フランジおよび上部胴フランジ | 建設時工認評価部位 | 下部胴・下部鏡接続部 | 建設時工認評価部位 | 炉心支持金物 | 構造、材料不連続部 | スタッドボルト | 建設時工認評価部位 |
| PLM評価部位             | 抽出理由  |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 冷却材入口管台             | 建設時工認評価部位   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 冷却材出口管台             | 建設時工認評価部位   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 蓋用管台                | 構造、材料不連続部   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 炉内計装筒               | 構造、材料不連続部   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 上蓋、上蓋フランジおよび上部胴フランジ | 建設時工認評価部位   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 下部胴・下部鏡接続部          | 建設時工認評価部位   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| 炉心支持金物              | 構造、材料不連続部   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |
| スタッドボルト             | 建設時工認評価部位   |       |         |      |         |           |         |           |      |           |       |           |                     |           |            |           |        |           |         |           |



目 次

1. 原子炉容器の上部蓋フランジ, 上部胴フランジ接続部及び  
スタッドボルト, ナット

- 1.1 形状及び寸法
- 1.2 解析モデル
- 1.3 最高使用圧力に対する応力(175kg/cm<sup>2</sup>)
- 1.4 二次応力の判定
- 1.5 ピーク応力の判定
- 1.6 二次応力表
- 1.7 各過渡条件におけるピーク応力の全振幅
- 1.8 疲労累積損傷係数

2. 冷却材入口管台

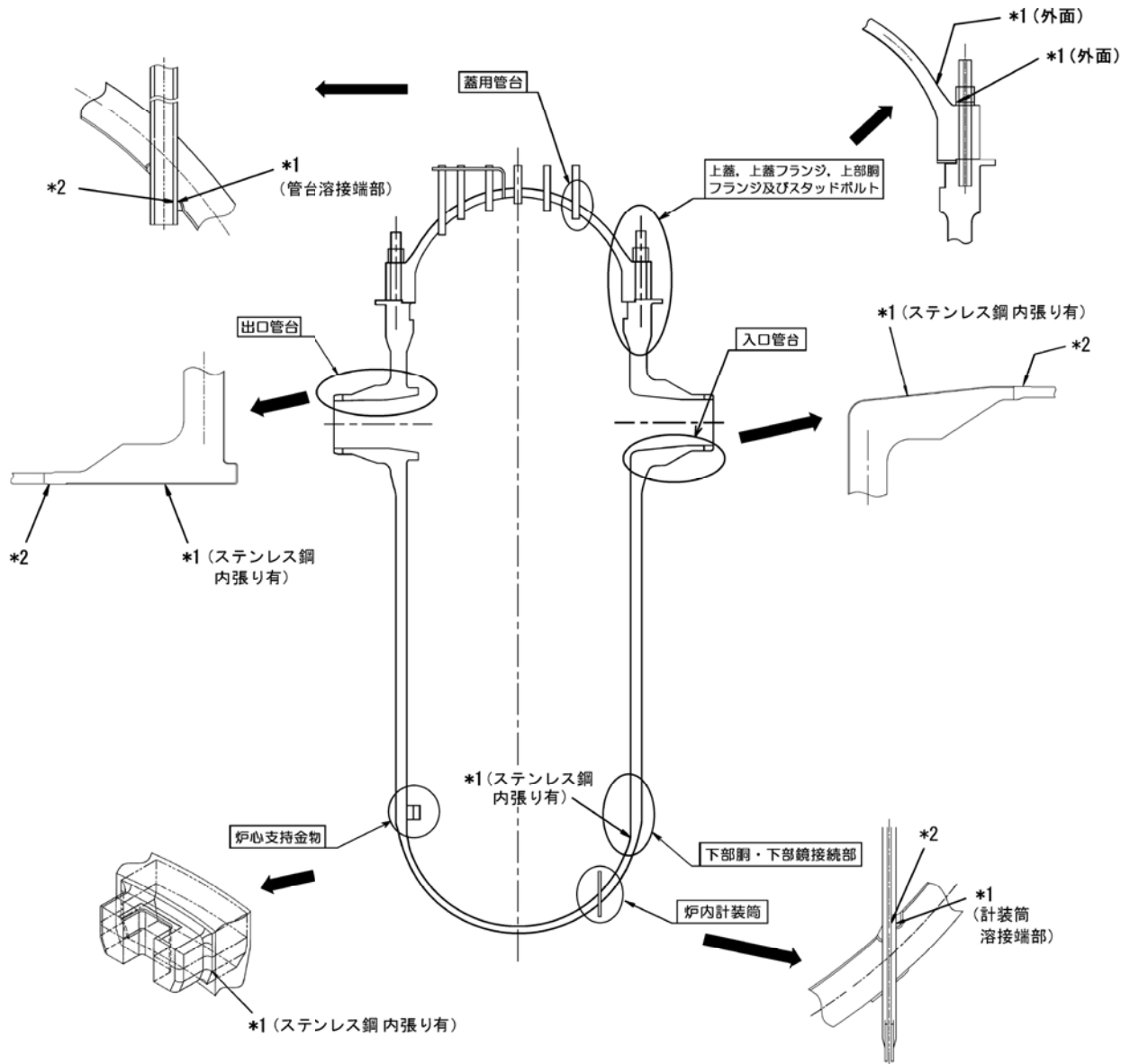
- 2.1 形状及び寸法
- 2.2 解析モデル
- 2.3 最高使用圧力に対する応力評価
- 2.4 二次応力の判定
- 2.5 ピーク応力の判定
- 2.6 二次応力表
- 2.7 各過渡条件におけるピーク応力の全振幅
- 2.8 疲労累積損傷係数

### 3. 冷却材出口管台

- 3.1 形状及び寸法
- 3.2 解析モデル
- 3.3 最高使用圧力に対する応力評価
- 3.4 二次応力の判定
- 3.5 ピーク応力の判定
- 3.6 二次応力表
- 3.7 各過渡条件におけるピーク応力の全振幅
- 3.8 疲労累積損傷係数

### 4. 原子炉容器の下部胴，下部鏡接続部

- 4.1 形状及び寸法
- 4.2 解析モデル
- 4.3 最高使用圧力に対する応力
- 4.4 二次応力の判定
- 4.5 ピーク応力の判定
- 4.6 二次応力表
- 4.7 各過渡条件におけるピーク応力の全振幅
- 4.8 疲労累積損傷係数



高経年化技術評価における評価部位

|     |  |            |
|-----|--|------------|
| No. | 高浜 1 - 中性子照射脆化 - 4   | 事象：中性子照射脆化 |
| 質 問 | <p>(別冊-4容器-1原子炉容器-28頁)<br/>                 PTS事象として設定した、小破断LOCA、大破断LOCA及び主蒸気管破断のKI曲線の根拠を提示すること。</p>   |            |
| 回 答 | <p>国内PWRに対しては、発電技検「溶接部等熱影響部信頼性実証試験」のうち、「原子炉压力容器加圧熱衝撃試験」において、設計基準事象から主蒸気管破断事故、小破断冷却材喪失(LOCA)事故、大破断冷却材喪失(LOCA)事故が制限的なPTS事象として選定されており、これらを評価対象として、現行のJEAC4206に反映されています。PTS評価は、これに従って評価を実施しています。</p> <p>(参考) 溶接部等熱影響部信頼性実証試験に関する調査報告書「原子炉压力容器加圧熱衝撃試験」[総まとめ版](平成4年3月、財団法人発電設備技術検査協会)</p> <p>なお、遷移曲線設定条件及びPTS評価における応力拡大係数の計算条件を添付資料に示します。添付資料は代表的な3ループプラントでの評価ですが、PTS事象の中で最も厳しくなる大LOCAの条件について、主要条件を比較した結果、下記の観点から高浜1号炉は代表プラントと同等であり、適用性に問題ないと判断しています。</p> <p>①ステップ状温度低下幅(初期温度 <input type="text"/> °C → <input type="text"/> °C)<br/>                 高浜1号炉は代表プラントと同条件です。</p> <p>②再循環切替時間(<input type="text"/> °C → <input type="text"/> °C)<br/>                 代表プラントでは <input type="text"/> であるのに対し、高浜1号炉は <input type="text"/> であり、再循環切替時間は代表プラント以下であることから安全側の評価となっています。</p> <p>③圧力<br/>                 高浜1号炉は代表プラントと同条件です。</p> <p>④冷却水温度(<input type="text"/> °C)<br/>                 高浜1号炉は代表プラントと同条件です。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> |            |

内は商業機密に属しますので公開できません

表1 3ループプラントの状態遷移曲線

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

表2 PTS評価における応力拡大係数の計算の条件

| 項目        | 算出方法  | 備考  |
|-----------|---|---|
| 過渡条件      | <ul style="list-style-type: none"> <li>主蒸気管破断事故</li> <li>小破断冷却材喪失事故(小破断LOCA)</li> <li>大破断冷却材喪失事故(大破断LOCA)</li> </ul> <div style="border: 2px solid black; height: 300px; width: 100%; margin-top: 10px;"></div> | <ul style="list-style-type: none"> <li>設計基準事象から1次冷却材温度が低温となりPTS評価上厳しい過渡を選定。</li> <li>選定した過渡のうち、最もPTS評価上厳しい大破断LOCAは、安全側に冷却水の混合を考慮しないステップ状の温度変化を与えている。</li> </ul> |
| 応力解析      | <ul style="list-style-type: none"> <li>内圧による応力は、厚肉円筒の式より算出</li> <li>熱による応力は、厚肉円筒の内外温度差による熱応力の式を使用し算出</li> </ul>   |   |
| 応力拡大係数の算出 | <ul style="list-style-type: none"> <li>C. B. Buchalet &amp; W. H. Bamford の応力拡大係数式より算出</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>応力解析により求められた応力分布に基づき仮想欠陥最深部での応力拡大係数を算出。</li> <li>評価式はJEAC4206-2007 C-3120 (3)に規定されている。</li> </ul>                        |

内は商業機密に属しますので公開できません

|     |   |            |
|-----|---|------------|
| No. | 高浜 1 - 中性子照射脆化 - 5  | 事象：中性子照射脆化 |
| 質 問 | <p>(別冊-4容器-1原子炉容器-28頁)<br/>破壊靱性値の評価を行う上で用いたTpの値、Tpの設定に用いた全ての監視試験データ（破壊靱性）を提示すること。また、計算に用いた数値を提示すること。</p>  |            |
| 回 答 | <p>監視試験データは JEAC4206-2007 附属書 C に規定されている一般評価により計算し、Tp を設定しています。ただし脆化予測には、JEAC4201-2007/2013 追補版の附属書 B に規定されている国内脆化予測法を適用しています。</p> <p>(Tp：当該プラントにおけるプラント評価時期の破壊靱性遷移曲線を設定する際に定まるプラント個別の定数 (°C))</p> <p>高浜 1 号炉の Tp の評価に用いた詳細データを添付資料に示します。<br/>また、2015 年 4 月時点及び運転開始後 60 年時点において下限包絡線で厳しくなる [ ] に対する 10mm 位置での Tp の算出過程は以下の通りです。</p> <p>2015 年 4 月時点</p> $\Delta TK_{IC} = \Delta RT_{NDT}(\text{評価時期}) - \Delta RT_{NDT}(\text{監視試験時点}) + \sigma \Delta$ $= [ ] - [ ] + [ ] = [ ]$ $T(\text{シフト後温度}) = T(\text{試験温度}) + \Delta TK_{IC}$ $= [ ] + [ ] = [ ]$ $T_p = T(\text{シフト後温度}) - \frac{1}{0.0161} \ln\left(\frac{K_{Ic} - 20.16}{129.9}\right)$ $= [ ] - \frac{1}{0.0161} \ln\left(\frac{[ ] - 20.16}{129.9}\right) \doteq 118.3$ <p>運転開始後 60 年時点</p> $\Delta TK_{IC} = [ ] - [ ] + [ ] = [ ]$ $T(\text{シフト後温度}) = [ ] + [ ] = [ ]$ $T_p = [ ] - \frac{1}{0.0161} \ln\left(\frac{[ ] - 20.16}{129.9}\right) \doteq 130.9$ <p style="text-align: right;">以上</p> |            |

[ ] 内は商業機密に属しますので公開できません

表1.1 高浜1号機の2015年4月時点におけるTp算出結果  
(深さ10mmの想定き裂を用いた評価)

| チャージ名 | 監視試験<br>回次 | シフト前<br>温度 (°C) | シフト後<br>温度 (°C) | KIc<br>(MPa√m) | Tp<br>(°C) | 評価 |
|-------|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|----|
|       |            |                 |                 |                | 118.3      | ○  |

表1.2 高浜1号機の60年時点におけるTp算出結果  
(深さ10mmの想定き裂を用いた評価)

| チャージ名 | 監視試験<br>回次 | シフト前<br>温度 (°C) | シフト後<br>温度 (°C) | KIc<br>(MPa√m) | Tp<br>(°C) | 評価 |
|-------|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|----|
|       |            |                 |                 |                | 130.9      | ○  |

□内は商業機密に属しますので公開できません



表2.1 高浜1号機の2015年4月時点におけるTp算出結果  
(深さ5mmの想定き裂を用いた評価)

| チャージ名 | 監視試験<br>回次 | シフト前<br>温度 (°C) | シフト後<br>温度 (°C) | KIc<br>(MPa√m) | Tp<br>(°C) | 評価 |
|-------|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|----|
|       |            |                 |                 |                | 119.5      | ○  |

表2.2 高浜1号機の60年時点におけるTp算出結果  
(深さ5mmの想定き裂を用いた評価)

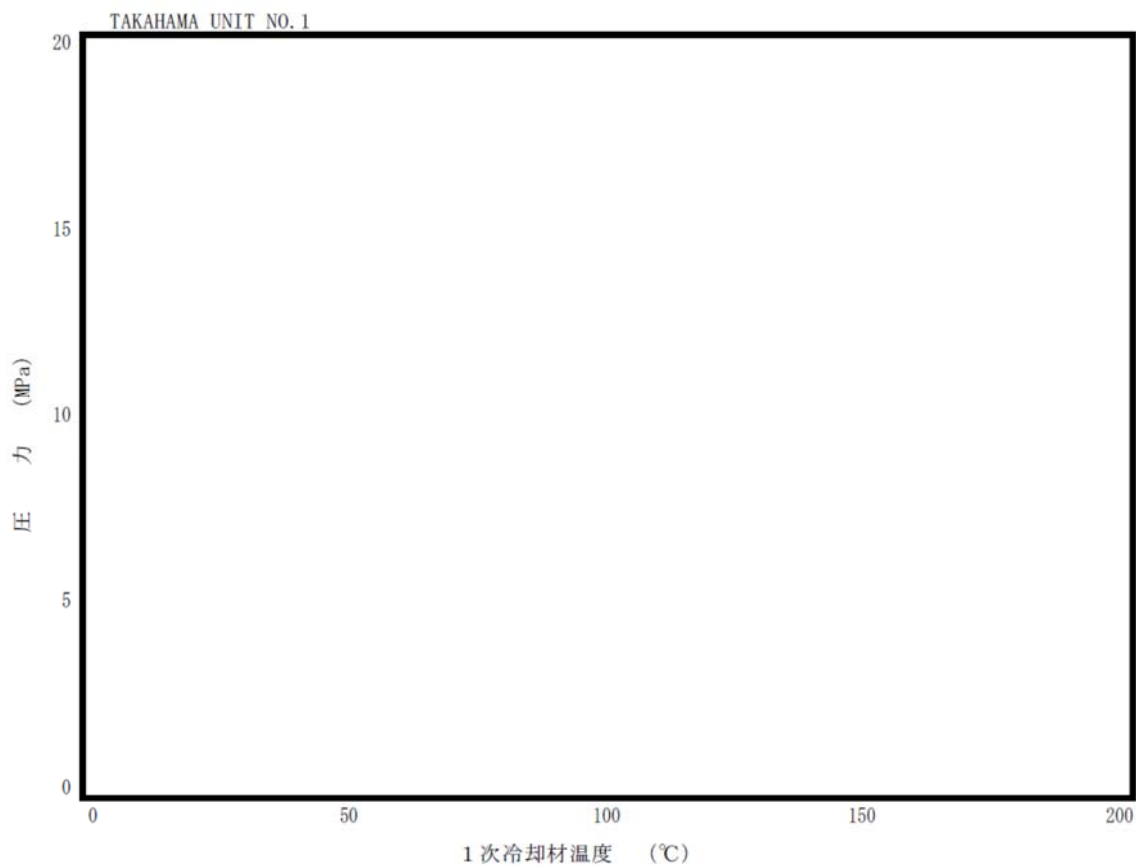
| チャージ名 | 監視試験<br>回次 | シフト前<br>温度 (°C) | シフト後<br>温度 (°C) | KIc<br>(MPa√m) | Tp<br>(°C) | 評価 |
|-------|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|----|
|       |            |                 |                 |                | 132.8      | ○  |

内は商業機密に属しますので公開できません



|     |   |            |
|-----|---|------------|
| No. | 高浜 1 - 中性子照射脆化 - 7  | 事象：中性子照射脆化 |
| 質 問 | <p>(別冊-4容器-1原子炉容器-35頁)<br/>         運転管理上の制限として加熱・冷却運転時に許容しうる温度・圧力の範囲（加熱冷却時制限曲線）を提示すること。</p>          |            |
| 回 答 | <p>高浜 1 号炉の通常運転時の 1 次冷却材の加熱制限曲線・冷却制限曲線（設定用パラメータ含）を添付資料に示します。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> |            |

通常運転時の加熱制限曲線



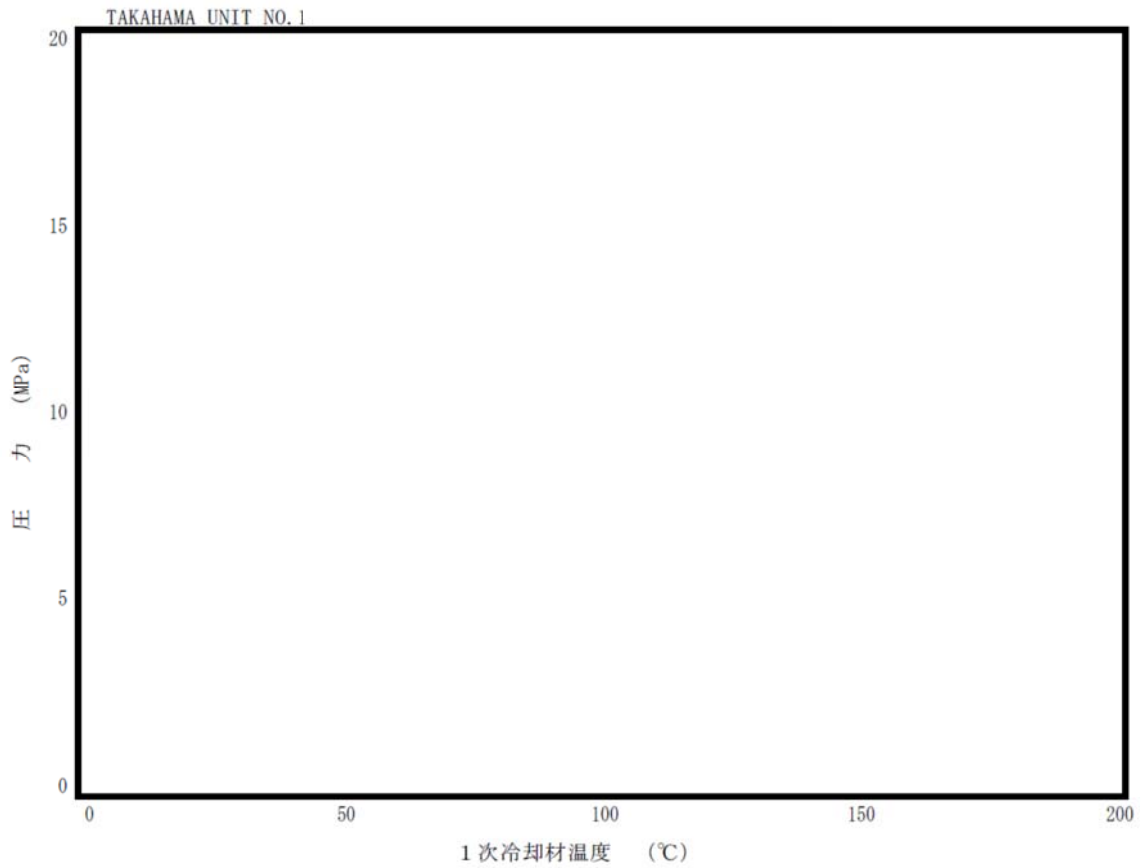
|             |  |
|-------------|--|
| 適用時間        |  |
| 適用加熱率       |  |
| 安全率 (A)     |  |
| 安全率 (B)     |  |
| 破壊靱性        |  |
| RTNDT (1/4) |  |
| RTNDT (3/4) |  |
| Cu          |  |
| Ni          |  |
| P           |  |

安全率 A : 供用状態 A, B での一次応力による  
応力拡大係数に係る安全率

安全率 B : 供用状態 A, B での二次応力による  
応力拡大係数に係る安全率

内は商業機密に属しますので公開できません

通常運転時の冷却制限曲線



|             |  |
|-------------|--|
| 適用時間        |  |
| 適用冷却率       |  |
| 安全率 (A)     |  |
| 安全率 (B)     |  |
| 破壊靱性        |  |
| RTNDT (1/4) |  |
| RTNDT (3/4) |  |
| Cu          |  |
| Ni          |  |
| P           |  |

安全率A : 供用状態A, Bでの一次応力による  
 応力拡大係数に係る安全率

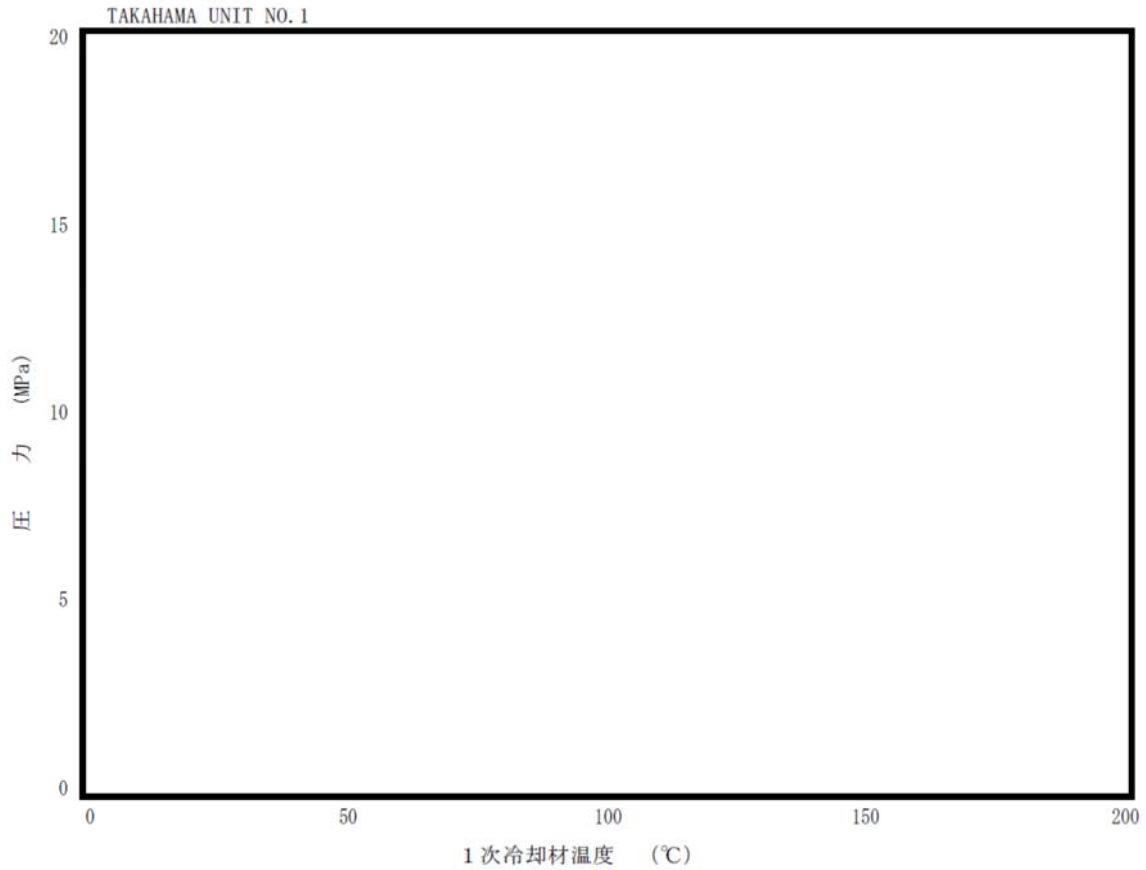
安全率B : 供用状態A, Bでの二次応力による  
 応力拡大係数に係る安全率

内は商業機密に属しますので公開できません

|     |   |            |
|-----|---|------------|
| No. | 高浜 1 - 中性子照射脆化 - 8  | 事象：中性子照射脆化 |
| 質 問 | <p>(別冊-4容器-1原子炉容器-35頁)<br/>                 現在運用されている耐圧漏えい試験温度及びそれを決定した設定根拠を提示すること。</p>   |            |
| 回 答 | <p>現在高浜 1 号炉で運用している耐圧・漏えい検査時における 1 次冷却材の加熱制限曲線（設定用パラメータ含）を添付資料に示します。耐圧・漏えい検査時の一次冷却材圧力は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」に基づき設定し、温度は添付資料の制限曲線から <input type="text"/> °C 以上で運用することとしています。</p> <p style="text-align: right;">以上</p> |            |

内は商業機密に属しますので公開できません

試験時の加熱制限曲線



|             |            |
|-------------|------------|
| 適用時間        | [Redacted] |
| 適用加熱率       |            |
| 安全率 (A)     |            |
| 安全率 (B)     |            |
| 破壊靱性        |            |
| RTNDT (1/4) |            |
| RTNDT (3/4) |            |
| Cu          |            |
| Ni          |            |
| P           |            |

○試験温度決定のための参照圧力値は試験圧力以上で保守的に設定している。

○試験温度は加熱制限曲線から算出された制限温度に  °C の温度計装誤差を考慮して  °C 以上に設定している。

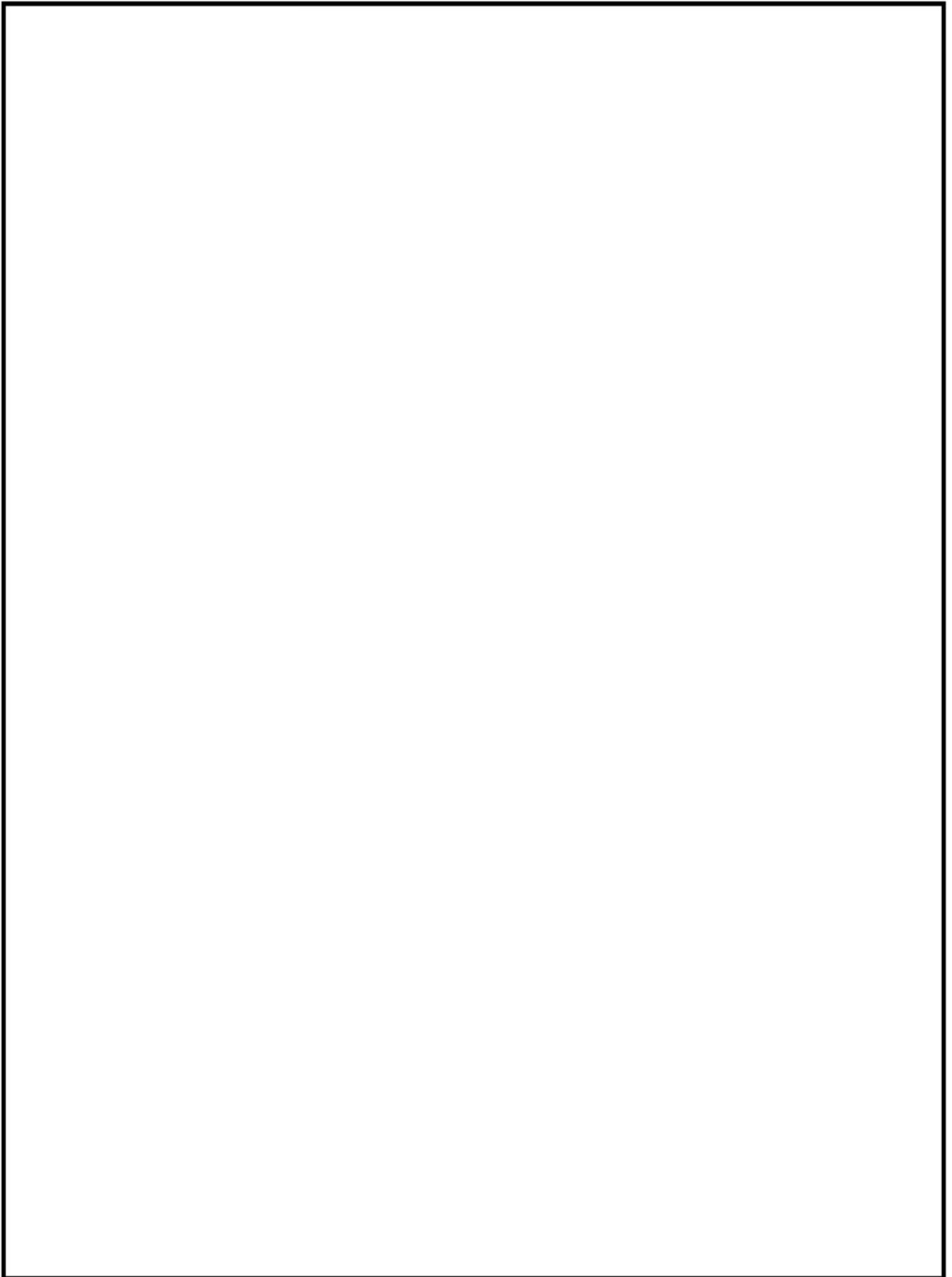
安全率A：耐圧・漏えい試験での一次応力による  
応力拡大係数に係る安全率

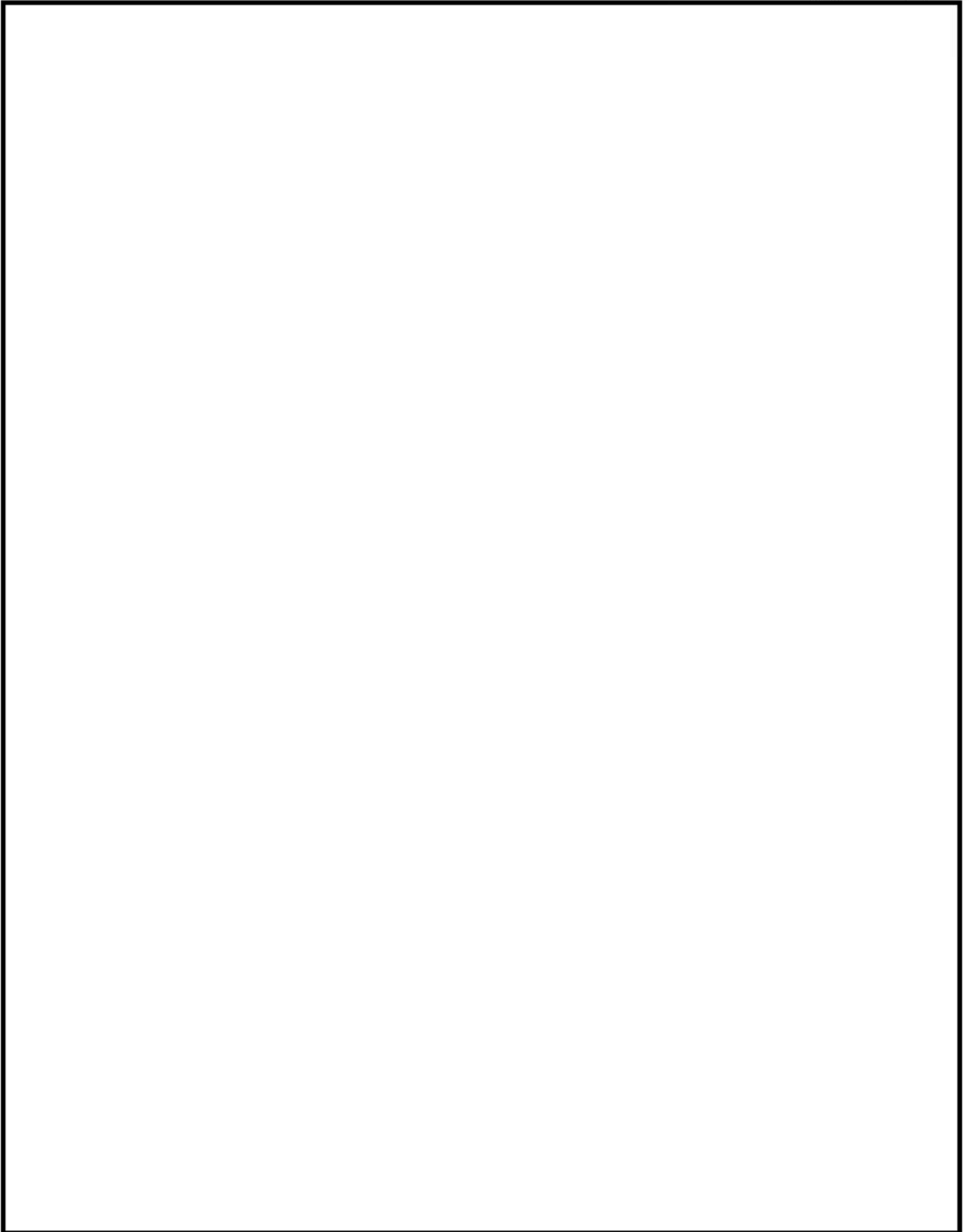
安全率B：耐圧・漏えい試験での二次応力による  
応力拡大係数に係る安全率


内は商業機密に属しますので公開できません

|     |  |        |
|-----|--|--------|
| No. | 高浜1-コンクリート鉄骨-2 rev-1   | 事象：中性化 |
| 質 問 | <p>(別冊-11コンクリート構造物-13頁)<br/>                 2014年に実施した温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度の測定位置並びに測定結果及び中性化の評価対象の選定過程を提示すること。</p>   |        |
| 回 答 | <p>2014年に実施した温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度の測定位置（213箇所）並びに測定結果及び中性化の評価対象の選定過程は以下のとおりです。</p> <p>1. 測定位置<br/>                 添付-1「温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の測定位置図」に示すとおり。</p> <p>2. 測定結果<br/>                 添付-2「測定結果および各構造物の中性化に係る環境条件の影響度」に示すとおり。</p> <p>3. 中性化の評価対象の選定過程<br/>                 中性化の評価対象は、温度、相対湿度及び二酸化炭素濃度の測定結果等に基づく中性化に及ぼす影響度の大きさと、中性化深さの測定結果に基づき選定しています。</p> <p>(1) 中性化に及ぼす影響度の大きさ<br/>                 設置環境として、対象構造物から仕上げが無い箇所があるものを選定し、屋内と屋外に分類します。屋内については、温度、相対湿度および二酸化炭素濃度の測定結果等に基づく中性化に及ぼす影響度が最も大きい外部遮蔽壁（屋内面）を、屋外については、対象となる構造物が取水構造物のみであることから、取水構造物を評価対象として選定しました。なお、中性化に及ぼす影響度については、各環境条件が入力値となる森永式を引用した、環境条件による係数により算出しています。その算出結果は、添付-2に示すとおりです。</p> <p>(2) 中性化深さの測定結果<br/>                 対象構造物の中性化深さを測定した結果、その値が最も大きい原子炉補助建屋を評価対象に選定しました。</p> <p>添付-1 温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の測定位置図<br/>                 添付-2 測定結果および各構造物の中性化に係る環境条件の影響度</p> |        |

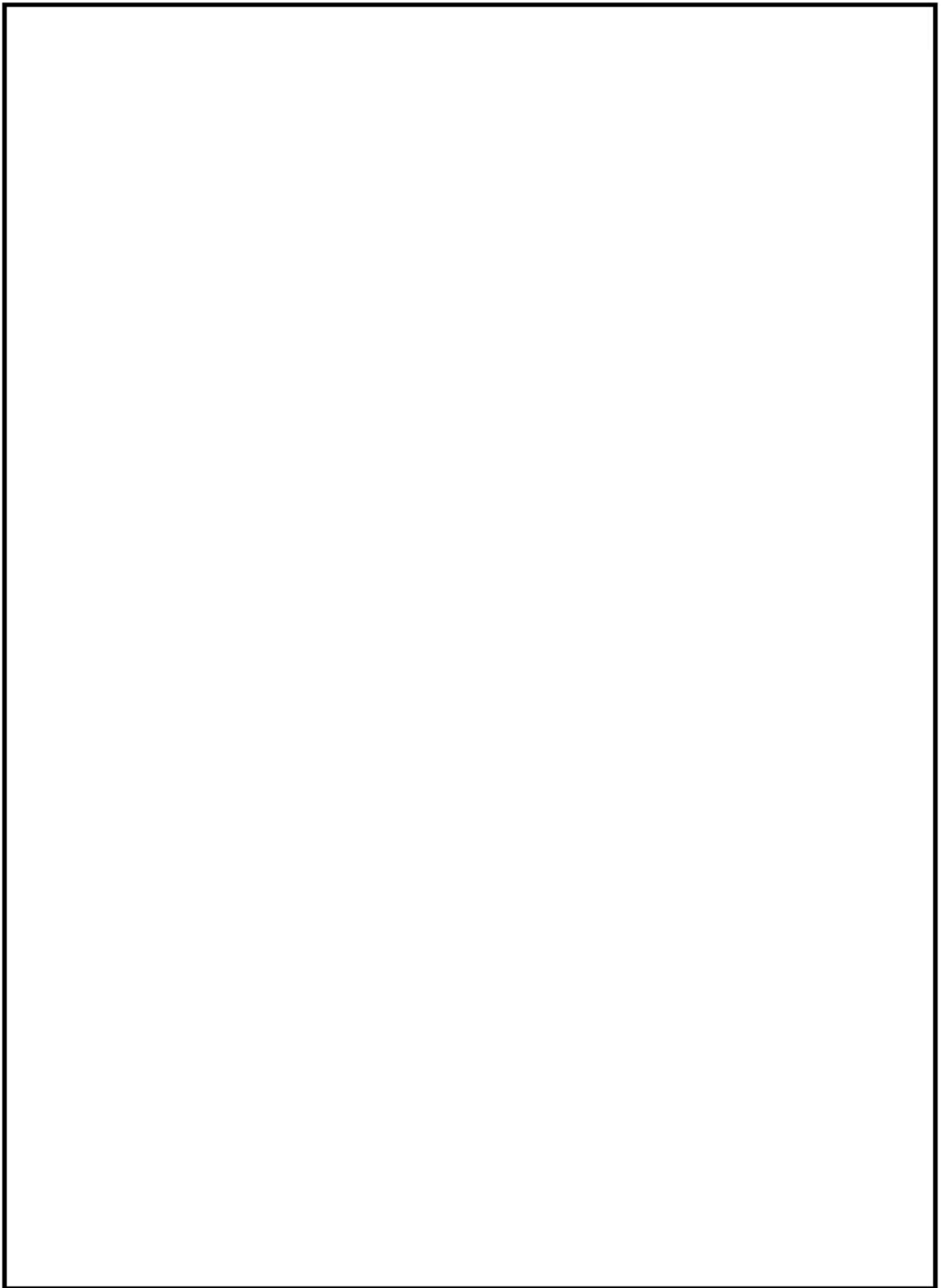
温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の測定位置図

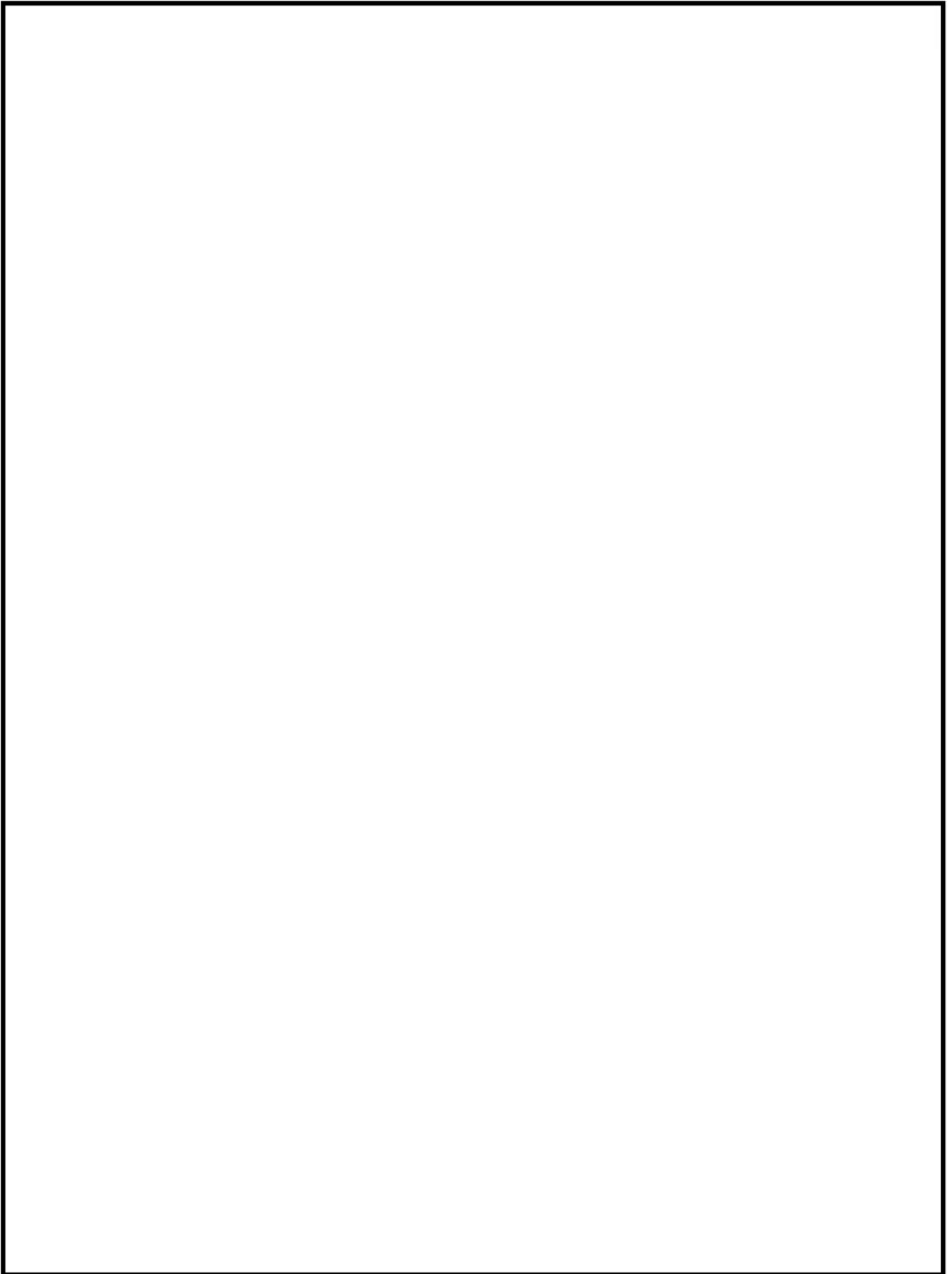




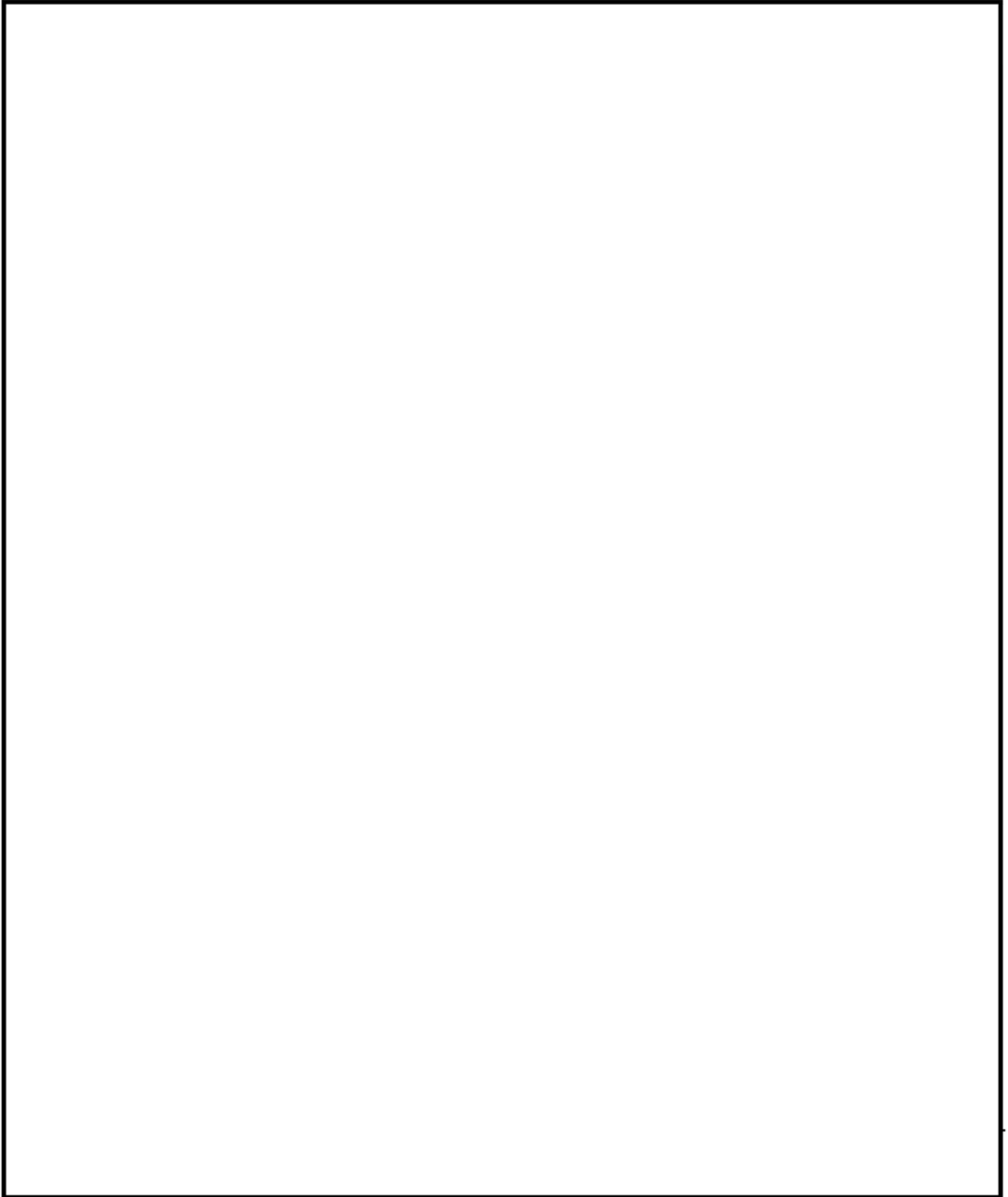
 内は防護情報に属するため公開できません







内は防護情報に属するため公開できません



 内は防護情報に属するため公開できません

測定結果および各構造物の中性化に係る環境条件の影響度

| 対象のコンクリート構造物 | 対象の部位     | 測定結果に基づく環境条件<br>(平均値) の入力値 |           |                  | 環境条件による<br>影響度* | 備考   |
|--------------|-----------|----------------------------|-----------|------------------|-----------------|------|
|              |           | 温度<br>(°C)                 | 湿度<br>(%) | 二酸化炭素濃度<br>(ppm) |                 |      |
| 原子炉格納施設等     | 外部遮蔽壁     |                            |           |                  |                 | 補正実施 |
|              | 内部コンクリート  |                            |           |                  |                 | 補正実施 |
|              | 基礎マット     |                            |           |                  |                 |      |
|              | 外壁        |                            |           |                  |                 |      |
| 原子炉補助建屋      | 内壁及び床     |                            |           |                  |                 |      |
|              | 使用済み燃料プール |                            |           |                  |                 |      |
|              | 基礎マット     |                            |           |                  |                 |      |
|              | 内壁及び床     |                            |           |                  |                 |      |
| タービン建屋       | 基礎マット     |                            |           |                  |                 |      |
|              | タービン架台    |                            |           |                  |                 | 補正実施 |

測定期間：平成26年6月16日～9月10日

※森永式における環境条件による係数（下記赤部）から算出

$$x = \sqrt{C} \cdot (1.391 - 0.017 \cdot RH + 0.022T) \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot 2.44 \cdot R \cdot (4.6 \cdot w/c/100 - 1.76) \cdot \sqrt{t}$$

$x$  : 中性化深さ (mm)       $RH$  : 湿度 (%)  
 $T$  : 温度 (°C)               $w/c$  : 水セメント比 (%)  
 $t$  : 材齢 (日)                 $R$  : 中性化比率  
 $C$  : 炭酸ガス濃度 (%)  
 (1%=10,000ppm)

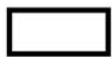
内は商業機密に属しますので公開できません

|     |  |       |
|-----|--|-------|
| No. | 高浜1-コンクリート鉄骨-5 rev-1   | 事象：腐食 |
| 質 問 | <p>(別冊-11コンクリート構造物-16頁)<br/> 腐食による強度低下を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象とする理由を提示すること。</p>   |       |
| 回 答 | <p>PLM学会標準2008版等に基づき抽出した全ての経年劣化事象から、主要6事象については、原則、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象とし、それ以外の経年劣化事象のうち、下記イ、ロのいずれかに該当する場合は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として整理しています。</p> <p>イ. 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの</p> <p>ロ. 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象</p> <p>高浜1号炉における腐食による鉄骨の強度低下については、定期的<br/> <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 1.2em; vertical-align: middle;"></span> な目視確認により塗膜の状態を確認し、鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化等が認められた場合は補修を実施することとしていることから、イに対して「劣化の可能性は否定できないが、保全により有意な劣化進展を防止しているもの」という考え方で該当すると判断し、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として整理しました。</p> <p style="text-align: center;"><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 60px; height: 1.2em; vertical-align: middle;"></span> 内は商業機密に属しますので公開できません</p> |       |

|     |   |         |
|-----|---|---------|
| No. | 高浜1-コンクリート鉄骨-13 rev-1   | 事象：機械振動 |
| 質 問 | <p>(別冊-11コンクリート構造物-33頁)<br/> 「これまでこのようなひび割れなどの異常は確認されていない。」とする根拠を提示すること。</p>  |         |
| 回 答 | <p>「原子力発電所建築設備点検要綱指針」に基づき、定期的に点検を実施した結果、コンクリート表面に有害なひび割れは確認されておりません。点検結果を、添付-1「平成26年度 高浜発電所 建物点検報告書(抜粋)」に示します。</p> <p>添付-1 平成26年度 高浜発電所 建物点検報告書(抜粋)</p> |         |

点検調査記録用紙(様式3-1)

| 発電所名称 | 高浜発電所 | 1号機 | 建屋名称<br>(建屋番号) | 1号機中間建屋(2次系)<br>( 17 ) | Aクラス | 点検年月日 | 平成26年7月1日 | 点検者 | 関西電力株 |
|-------|-------|-----|----------------|------------------------|------|-------|-----------|-----|-------|
|       |       |     |                |                        |      |       |           |     |       |



内は商業機密に属しますので公開できません

点検調査記録用紙(様式9)

| 発電所名称 | 高浜 発電所 | 1号機 | 建屋名称<br>(建屋番号) | 1号機タービン建屋<br>(21) | B クラス | 点検年月日 | 平成 26 年 7 月 1 日 | 点検者 | 関西電力㈱ |
|-------|--------|-----|----------------|-------------------|-------|-------|-----------------|-----|-------|
|       |        |     |                |                   |       |       |                 |     |       |



内は商業機密に属しますので公開できません





