

JRR-3 の設計及び工事の方法の認可申請書（その 1 1）に係る追加説明事項

令和 2 年 7 月 9 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

【R2. 6. 24 ヒアリングコメント】

- ・重水タンクに接続する配管が損傷した際に、重水タンクを介して炉心に影響を与えることはないか。
- ・プールゲートは上位波及を考慮する必要があるのではないか。

1) 原子炉本体（重水タンク）に接続する重水冷却系配管について

設置変更許可の審査時において耐震重要度分類を見直した際に、原子炉本体に接続する配管類については、口径の大きな 1 次冷却系設備の配管について上位波及を考慮することとし、口径の小さな配管（利用設備配管、重水冷却系（重水系、ヘリウム系）配管、重水ダンプ弁接続管、自然循環弁接続管）については炉心燃料からも離れていることもあり、波及影響を及ぼすことはないとして整理した（表 1 に原子炉本体に接続する配管を示す）。

また、原子炉本体に接続する配管の原子炉本体への影響については、令和 2 年 4 月 20 日の審査会合で示したように原子炉本体のモデルに 1 次冷却系配管を連結し評価を実施し、その影響が微少であることを確認している。加えて 1 次冷却系配管については耐震重要度分類で示したように上位波及を考慮し、基準地震動 S_s に対して耐震性を有することを確認している。

なお、原子炉本体に接続する重水冷却系配管に関しては、許可時において上位波及を考慮する設備に位置付けてはいないが、自主的に基準地震動 S_s に対して耐震性を有することを確認している。

2) プールゲートについて

設置変更許可の審査時において耐震重要度分類を見直した際に、プールゲートは冠水維持設備に該当せず、プールゲートの機能喪失によって被ばく影響が $5mSv$ を超えることがないため耐震クラスを B クラスに変更した。その際、プールゲート自体は旧 A クラスで造られていることから、構造上、炉心へ影響を及ぼすような損傷は考えられないとし、上位波及を考慮すべき施設から除外した。

なお、プールゲートに関しても、許可時において上位波及を考慮する設備に位置付けてはいないが、自主的に基準地震動 S_s に対して耐震性を有することを確認している。

表1 原子炉本体に接続する配管について

| | No. | 名称 | 耐震 クラ ス | 上位 波及 | 外径mm | 厚さ mm | 接続 状況 |
|---------------------------------|-----|-----------------------|---------------|----------|---------|----------|----------|
| 重 水 タ ン ク 領 域 | 1 | 回転照射設備 (DR-1) | B | × | φ 65 | 5.0 | ③ |
| | 2 | 気送照射用配管 (PN-2) | B | × | φ 83 | 3.5 | ① |
| | 3 | 気送照射用配管 (PN-1) | B | × | φ 83 | 3.5 | ① |
| | 4 | 均一照射設備 (SI-1) | B | × | φ 65 | 15.0 | ③ |
| | 5 | クライオスタット (冷中性子 源用) | B | ○ | φ 9.0 | 0.5 | ② |
| | 6 | 照射シンプル (PN-3) | S | — | φ 45 | 4.0 | ① |
| | 7 | 水力照射用配管 (HR-2) | B | × | φ 83 | 5.0 | ① |
| | 8 | 水力照射用配管 (HR-1) | B | × | φ 83 | 5.0 | ① |
| | 9 | ビームチューブ (9C) | S | — | φ 438 | 8.0 | ② |
| | 10 | ビームチューブ (8T) | S | — | φ 303 | 8.0 | ② |
| | 11 | ビームチューブ (7R) | S | — | φ 216 | 8.2 | ② |
| | 12 | ビームチューブ (6G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 13 | ビームチューブ (5G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 14 | ビームチューブ (4G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 15 | ビームチューブ (3G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 16 | ビームチューブ (2G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 17 | ビームチューブ (1G) | S | — | φ 165.2 | 7.1 | ② |
| | 18 | ヘリウム出口 | B | × | φ 89.1 | 4.0 | ① |
| | 19 | ヘリウム入口 | B | × | φ 89.1 | 4.0 | ① |
| | 20 | 重水ダンプ | B | × | φ 114.3 | 4.0 | ① |
| | 21 | 重水出口 | B | × | φ 165.2 | 5.0 | ① |
| | 22 | 重水入口 | B | × | φ 139.8 | 5.0 | ① |
| プレ ナ ム 領 域 | 23 | 自然循環水入口 | B | × | φ 216.3 | 8.2 | ① |
| | 24 | 1次冷却水出口 | B | ○ | φ 558.8 | 9.5 | ① |

※寸法については記録等の値をそのまま記載していますので、おおよその値としてご理解願います。

<接続状況>

- ① : フランジ接続。
- ② : フランジ接続。ただし、エキスパン有のため拘束なし。
- ③ : フランジ等による固定はなし。

【参考資料】 プールゲート (No.1 ゲート) 及び重水系設備主配管におけるIVAS 耐震評価

【プールゲート (No.1ゲート) 】

1. 一般事項

プールゲート (No.1ゲート) (以下No.1ゲートという) の耐震強度について計算結果 (静的解析による) を示す。

1.1 設計条件

- | | |
|-----------------|--------------------------------------------|
| (1) 耐震クラス | B |
| (2) 据付場所および床面高さ | 原子炉建家 (基準床レベルを示す) 1FL +7.5(m) |
| (3) 基準地震動 S_s | 水平方向設計震度 $C_H=1.21$ 鉛直方向設計震度 $C_V=0.98$ |
| (4) 最高使用圧力 | 静水頭 |
| (5) 最高使用温度 | 43℃ |

1.2 計算条件

「添付書類 3-1. 耐震性に関する説明書」に従う。

1.2.1 形状及び寸法

機器概略図を図 1-1、機器要目を表 1-1 に示す。

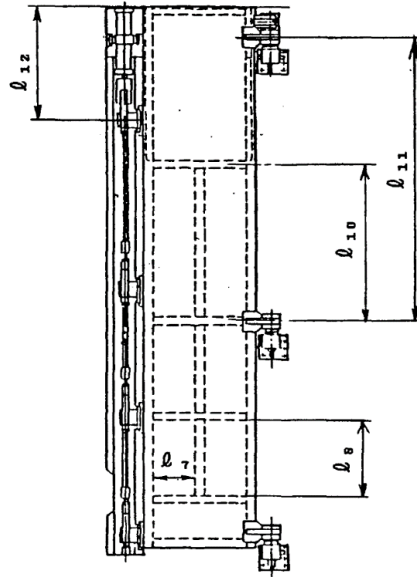
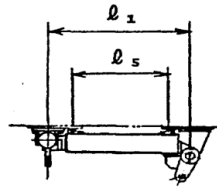


図 1-1 機器概略図

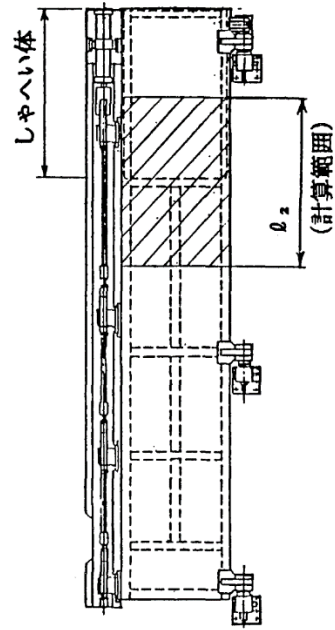
表 1-1 機器要目

| l_1 (mm) | l_5 (mm) | l_7 (mm) | l_8 (mm) | l_{10} (mm) | l_{11} (mm) | l_{12} (mm) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|------------------|------------------|
| 1240 | 800 | 375 | 725 | 1490 | 2730 | 1100 |

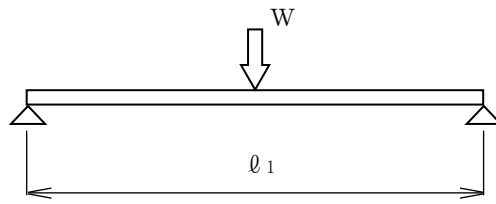
2. 計算モデル

ゲートの水平方向両端は、プール壁で支持されているため横骨の梁構造と考え、固有周期を算出する。なお、計算範囲は、固有周期が最も長くなるしゃへい体の重量を含む下図斜線部とする。(計算モデルを下図に示す。)

従って梁の質量は、平板重量とフレーム重量及びしゃへい体の重量を考慮した値とする。



$$l_2 = 1515$$



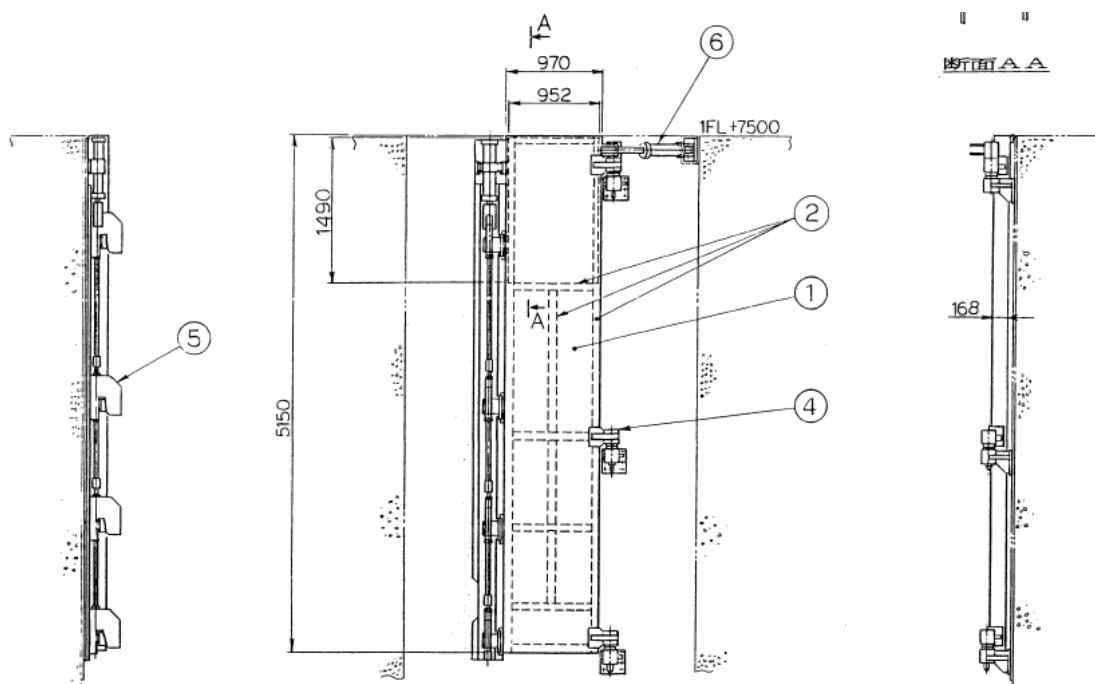
$$l_1 = 1240$$

計算結果（静的解析による）を以下に示す。下表に示すように、算出応力はすべて許容応力以下であり、強度は十分である。

表 4-1 応力評価結果(許容応力状態IV_AS)

(単位 : N/mm²)

| 応力評価点 | 材 料 | 一 次 応 力 | | | | | | | |
|---------------|---------|---------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | | 引 張 | | せん断 | | 曲 げ | | 組 合 せ | |
| | | 算出応力 | 許容応力 | 算出応力 | 許容応力 | 算出応力 | 許容応力 | 算出応力 | 許容応力 |
| フレーム (横) | SUS304L | - | - | 38 | 121 | 168 | 210 | 181 | 210 |
| フレーム (縦) | SUS304L | - | - | 39 | 121 | 192 | 210 | 204 | 210 |
| 平板 | SUS304L | - | - | - | - | 104 | 242 | - | - |
| 回転軸 | SUS304 | - | - | 23 | 142 | 185 | 335 | 189 | 246 |
| ヒンジの取付ボルト | SUS304 | 125 | 184 | 25 | 142 | - | - | - | - |
| ロックフレーム(AA断面) | SUS304 | - | - | 5 | 142 | 8 | 246 | 12 | 246 |
| ロックフレーム(BB断面) | SUS304 | - | - | 5 | 142 | 9 | 246 | 12 | 246 |
| ロックフレームの取付ボルト | SUS304 | 44 | 184 | 6 | 142 | - | - | - | - |
| ロックプレート (Ⓔ部) | SUS304 | - | - | 12 | 142 | 27 | 246 | 34 | 246 |
| ロックプレート (Ⓒ部) | SUS304 | - | - | 2 | 142 | 32 | 246 | 32 | 246 |
| ロックアーム | SUS304 | - | - | 12 | 142 | 127 | 246 | 128 | 246 |
| ロックアームの取付ボルト | SUS304 | 168 | 184 | 42 | 142 | - | - | - | - |

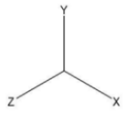
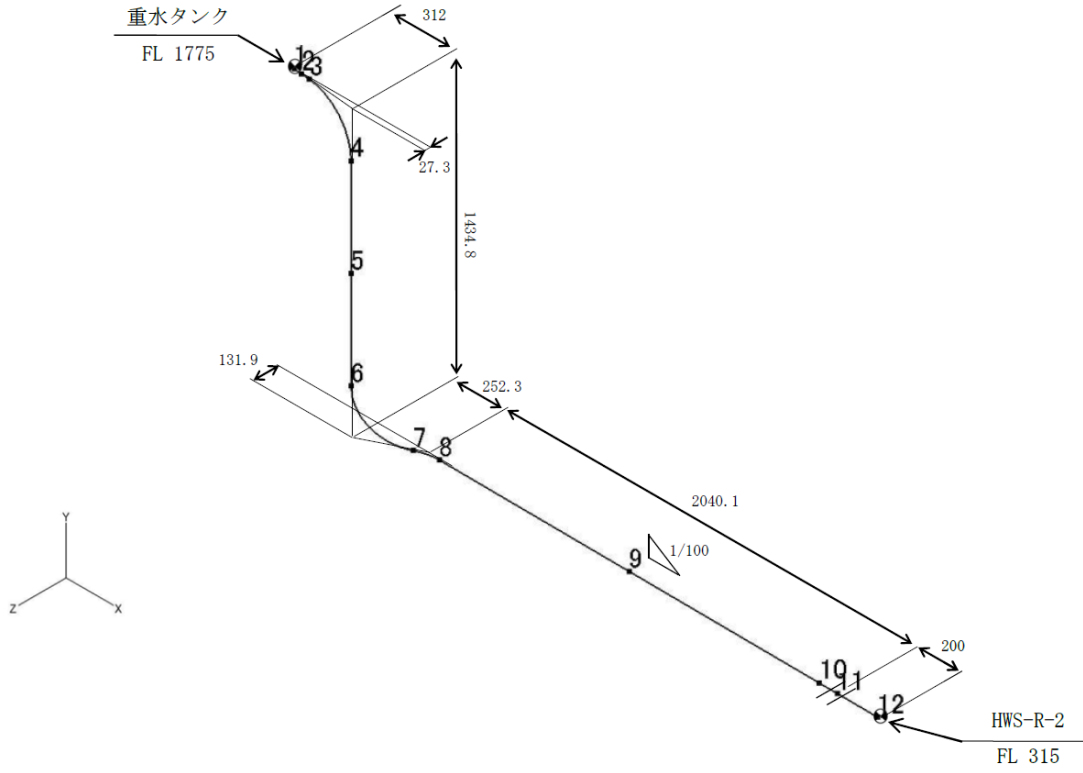


| | | | |
|-------|--------|----|---------|
| 7 | 木圧ユニット | 1式 | - |
| 6 | 開閉機構 | 1式 | SUS304 |
| 5 | ロック機構 | 1式 | SUS304 |
| 4 | ヒンジ | 3式 | SUS304 |
| 3 | しゃへい板 | 1 | SM41B |
| 2 | フレーム | 1式 | SUS304L |
| 1 | 平 板 | 2 | SUS304L |
| 番号 | 品 名 | 個数 | 材 料 |
| 部 品 表 | | | |

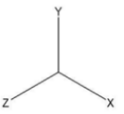
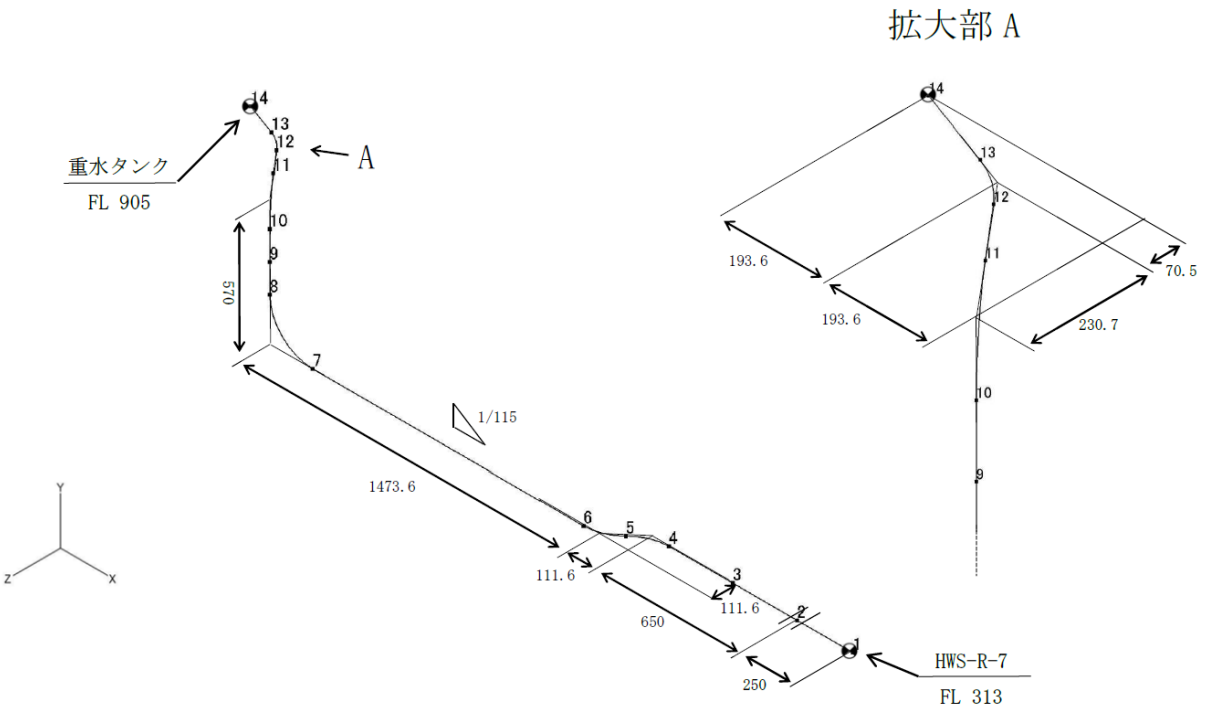
【重水系設備主配管】

1. 計算モデル

HWS-R-1



HWS-R-8



2. IVAS 評価結果（スペクトルモーダル解析による）

HWS-R-1

発生応力は許容応力を満足している。

| 許容応力 状態 | 評価点 | 区 分 | 内圧応力 | 自重応力 | 短期機械荷重応力 及び地震荷重応力 | 二次応力 | 一次応力評価 (N/mm ²) | | 一次+二次応力評価 (N/mm ²) | |
|------------|-----|---------|------|------|----------------------|------|--------------------------------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | | | 計算応力 | 許容応力 | 計算応力 | 許容応力 |
| IVAS | 11 | 一次応力 | 1 | 5 | 51 | 2 | 57 | 156 | 106 | 116 |
| IVAS | 11 | 一次+二次応力 | 1 | 5 | 51 | 2 | 57 | 156 | 106 | 116 |

HWS-R-8

発生応力は許容応力を満足している。

| 許容応力 状態 | 評価点 | 区 分 | 内圧応力 | 自重応力 | 短期機械荷重応力 及び地震荷重応力 | 二次応力 | 一次応力評価 (N/mm ²) | | 一次+二次応力評価 (N/mm ²) | |
|------------|-----|---------|------|------|----------------------|------|--------------------------------|------|-----------------------------------|------|
| | | | | | | | 計算応力 | 許容応力 | 計算応力 | 許容応力 |
| IVAS | 2 | 一次応力 | 1 | 5 | 12 | 2 | 18 | 156 | 28 | 116 |
| IVAS | 11 | 一次+二次応力 | 1 | 2 | 10 | 5 | 13 | 156 | 30 | 116 |