

東北電原設第7号
令和3年3月31日

原子力規制委員会 殿

仙台市青葉区本町一丁目7番1号
東北電力株式会社
取締役社長 社長執行役員
樋口 康二郎

工事計画認可申請書の一部補正について

平成25年12月27日付け東北電原設第9号をもって申請いたしました女川原子力発電所第2号機の工事計画認可申請書（令和2年5月29日付け東北電原設第1号, 令和2年9月30日付け東北電原設第3号, 令和2年11月30日付け東北電原設第5号及び令和3年2月19日付け東北電原設第6号にて一部補正）について、別紙のとおり一部補正いたします。

別 紙

目 次

1. 補正項目
2. 補正を必要とする理由を記載した書類
3. 補正前後比較表
4. 補正内容を反映した書類

1. 補正項目

補正項目

補正項目は下表のとおり。

補正項目	補正箇所
VI 添付書類	
VI-2 耐震性に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-2-4 制御建屋の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-2-10 第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-2-12-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-3 原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-3-1-2 管の耐震性についての計算書（主蒸気系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-5-3-2 復水給水系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-3-2-1 管の耐震性についての計算書(復水給水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-4-1 残留熱除去系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書(残留熱除去系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書(残留熱除去系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-5-1 高圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-5-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-1-3 管の耐震性についての計算書(高圧炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-1-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書(高圧炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-2 低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-5-5-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書(低圧炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-2-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書(低圧炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-5 代替水源移送系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-5-1 管の耐震性についての計算書(代替水源移送系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書(原子炉隔離時冷却系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-6-2 補給水系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-6-2-3 管の耐震性についての計算書(補給水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-7-1 原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-7-1-3 原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-5-7-1-6 管の耐震性についての計算書(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-7-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-5-7-2-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-7-2-5 管の耐震性についての計算書(高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-6-6 制御用空気設備の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-6-1 高圧窒素ガス供給系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-6-1-1 管の耐震性についての計算書(高圧窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-6-2 代替高圧窒素ガス供給系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-6-2-1 管の耐震性についての計算書(代替高圧窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-2-1 原子炉格納容器本体の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-9-2-1-4 ドライウェルベント開口部の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-3 原子炉建屋の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-9-3-1 原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-3-2 原子炉建屋大物搬入口の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-3-4 原子炉建屋基礎版の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4 圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-9-4-1 ダウンカマの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-9-4-4-1-2 管の耐震性についての計算書(非常用ガス処理系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-9-4-4-2-1 管の耐震性についての計算書(可燃性ガス濃度制御系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-4-4 可搬型窒素ガス供給系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-4-4-1 管の耐震性についての計算書(可搬型窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-5 原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-5-1 原子炉格納容器調気系の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-5-1-1 管の耐震性についての計算書(原子炉格納容器調気系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-2-1 非常用ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-1-2-1-1 非常用ディーゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-2-1-6 非常用ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-2-2 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-1-2-2-1 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-10-1-2-2-6 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-2-3-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-7 水密扉の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-7-1 水密扉（浸水防止設備）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-7-2 水密扉（溢水防護設備）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-10 逆止弁付ファンネルの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-10-1 逆止弁付ファンネル（第2号機）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-10-2 逆止弁付ファンネル（第3号機）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-11 貫通部止水処置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-11-1 貫通部止水処置（外郭防護）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-10-2-11-2 貫通部止水処置（内郭防護）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-13 津波監視設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-2-13-2 取水ピット水位計の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-3 補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-10-3-2 補機駆動用燃料設備 管の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-11-2-1 海水ポンプ室門型クレーンの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-2 竜巻防護ネットの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-9 燃料交換機の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-13 制御棒貯蔵ラックの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-21 CRD 自動交換機の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-12 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-12-1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-別添 2 溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-2-別添 2-2 溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-別添 2-3 溢水防護に関する施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-別添 2-7 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-別添 2-8 復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-2-1-3 管の強度計算書（主蒸気系）	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-2-1-3-2 管の応力計算書（主蒸気系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-2-2-1 管の強度計算書（復水給水系）	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-2-2-1-2 管の応力計算書（復水給水系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-3-1-5 管の強度計算書（残留熱除去系）	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-3-1-5-2 管の応力計算書（残留熱除去系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレーナ部ティーの強度計算書(残留熱除去系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-1-4 管の強度計算書(高压炉心スプレイ系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-4-1-4-2 管の応力計算書(高压炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-1-4-3 ストレーナ部ティーの強度計算書(高压炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-2-3 管の強度計算書(低压炉心スプレイ系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-4-2-3-2 管の応力計算書(低压炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-2-3-3 ストレーナ部ティーの強度計算書(低压炉心スプレイ系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-6-1 管の強度計算書(代替水源移送系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-4-6-1-2 管の応力計算書(代替水源移送系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-5-1-3 管の強度計算書(原子炉隔離時冷却系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-5-1-3-2 管の応力計算書(原子炉隔離時冷却系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-5-2-3 管の強度計算書(補給水系)	「3. 補正前後比較表」による。

補正項目	補正箇所
VI-3-3-3-5-2-3-2 管の応力計算書(補給水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-6-1-6 管の強度計算書(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-6-1-6-2 管の応力計算書(原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-6-2-5 管の強度計算書(高压炉心スプレイ補機冷却水系及び高压炉心スプレイ補機冷却海水系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-3-6-2-5-2 管の応力計算書(高压炉心スプレイ補機冷却水系及び高压炉心スプレイ補機冷却海水系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-4-3-1-2 管の強度計算書(高压窒素ガス供給系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-4-3-1-2-2 管の応力計算書(高压窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-4-3-2-1 管の強度計算書(代替高压窒素ガス供給系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-4-3-2-1-2 管の応力計算書(代替高压窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-1-1 原子炉格納容器本体の強度計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-6-1-1-4 ドライウェルベント開口部の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-3-3-6-2 圧力低減設備その他の安全設備の強度計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-6-2-2 ダウンカマの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-3 ベントヘッドの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-5 ベント管の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-6 ベント管ベローズの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-8-1-2 管の強度計算書(非常用ガス処理系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-6-2-8-1-2-2 管の応力計算書(非常用ガス処理系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-8-3-1 管の強度計算書(可搬型窒素ガス供給系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-6-2-8-3-1-2 管の応力計算書(可搬型窒素ガス供給系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-6-2-9-1-2 管の強度計算書(原子炉格納容器調気系)	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-3-6-2-9-1-2-2 管の応力計算書(原子炉格納容器調気系)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書	「3. 補正前後比較表」による。

補正項目	補正箇所
VI-3-別添 1-1-1 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1-1-8 換気空調設備の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1-2-1 防護対策施設の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1-2-1-1 竜巻防護ネットの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1-2-1-2 竜巻防護鋼板の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2 津波への配慮が必要な施設の強度計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-別添 3-2-2-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-6 水密扉の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-9 逆止弁付ファンネルの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-9-1 逆止弁付ファンネル（第2号機）の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-9-2 逆止弁付ファンネル（第3号機）の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-10 貫通部止水処置の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-3-別添 3-2-11 津波監視設備の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-2-11-1 取水ピット水位計の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3-4 溢水への配慮が必要な施設の強度計算書	「3. 補正前後比較表」による。
VI-3-別添 3-4-1 水密扉の強度計算書（溢水）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

2. 補正を必要とする理由を記載した書類

補正を必要とする理由

平成 25 年 12 月 27 日付け東北電原設第 9 号にて申請した工事計画認可申請書（令和 2 年 5 月 29 日付け東北電原設第 1 号, 令和 2 年 9 月 30 日付け東北電原設第 3 号, 令和 2 年 11 月 30 日付け東北電原設第 5 号及び令和 3 年 2 月 19 日付け東北電原設第 6 号にて一部補正）において, 平成 25 年 12 月 27 日付け東北電原技第 8 号にて申請した発電用原子炉設置変更許可申請書の一部補正（令和元年 9 月 19 日付け東北電原技第 3 号, 令和元年 11 月 6 日付け東北電原技第 5 号, 令和元年 11 月 19 日付け東北電原技第 6 号及び令和 2 年 2 月 7 日付け東北電原技第 7 号）に伴い, 変更が必要となった事項を反映するため, 「V 添付書類」を補正する。

3. 補正前後比較表

【VI-2 耐震性に関する説明書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-1 耐震設計の基本方針</p> <p>VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-3 原子炉本体の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-8 放射線管理施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-13 地下水位低下設備の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-1 耐震設計の基本方針</p> <p>VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-3 原子炉本体の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-8 放射線管理施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-12 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価</p> <p>VI-2-13 地下水位低下設備の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書】

変更前		変更後		備考
目次		目次		
VI-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	VI-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	
VI-2-2-2	原子炉建屋の耐震性についての計算書	VI-2-2-2	原子炉建屋の耐震性についての計算書	
VI-2-2-3	制御建屋の地震応答計算書	VI-2-2-3	制御建屋の地震応答計算書	
VI-2-2-5	復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書	VI-2-2-4	<u>制御建屋の耐震性についての計算書</u>	添付書類の追加
VI-2-2-6	復水貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書	VI-2-2-5	復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書	
VI-2-2-7	海水ポンプ室の地震応答計算書	VI-2-2-6	復水貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書	
VI-2-2-8	海水ポンプ室の耐震性についての計算書	VI-2-2-7	海水ポンプ室の地震応答計算書	
VI-2-2-11	原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書	VI-2-2-8	海水ポンプ室の耐震性についての計算書	
		VI-2-2-9	第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書	
		VI-2-2-10	第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書	
		VI-2-2-11	原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書	
		VI-2-2-12	原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-13	軽油タンク室の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-14	軽油タンク室の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-15	軽油タンク室（H）の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-16	軽油タンク室（H）の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-17	ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-18	ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-19	軽油タンク連絡ダクトの地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-20	軽油タンク連絡ダクトの耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-21	緊急用電気品建屋の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-22	緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-23	緊急時対策建屋の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-24	緊急時対策建屋の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-25	排気筒基礎の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-26	排気筒基礎の耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-27	排気筒連絡ダクトの地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-28	排気筒連絡ダクトの耐震性についての計算書	誤記修正
		VI-2-2-29	第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書	誤記修正
		VI-2-2-30	第3号機海水熱交換器建屋の耐震性についての計算書	誤記修正

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-2-12-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-2-12-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-2-12-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
【VI-2-5-3 原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-3-2 復水給水系の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-3-1-1 アキュムレータの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-3-1-1 アキュムレータの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-3-1-2 管の耐震性についての計算書 (主蒸気系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-4-1 残留熱除去系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-4-1-1 残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-4-1-2 残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-4-1-1 残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-4-1-2 残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書</u></p> <p><u>VI-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書 (残留熱除去系)</u></p> <p><u>VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部テーパーの耐震計算書 (残留熱除去系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-1 高压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-2 低压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-3 高压代替注水系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-4 低压代替注水系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-5 代替水源移送系の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-1 高压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-2 低压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-3 高压代替注水系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-4 低压代替注水系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-5 代替水源移送系の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-5-1 高圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-1-1 高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-1-1 高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-5-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書</u></p> <p><u>VI-2-5-5-1-3 管の耐震性についての計算書 (高圧炉心スプレイ系)</u></p> <p><u>VI-2-5-5-1-4 ストレーナ部テーパーの耐震計算書 (高圧炉心スプレイ系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表

【VI-2-5-5-2 低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-2-1 低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-5-2-1 低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書 (低圧炉心スプレイ系)</p> <p>VI-2-5-5-2-4 ストレーナ部テーパーの耐震計算書 (低圧炉心スプレイ系)</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-6-1-1 原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-6-1-2 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービンの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-6-1-1 原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-6-1-2 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書 (原子炉隔離時冷却系)</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-6-2 補給水系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-6-2-1 復水移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-6-2-2 復水貯蔵タンクの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-6-2-1 復水移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-6-2-2 復水貯蔵タンクの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-6-2-3 管の耐震性についての計算書（補給水系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-7-1 原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却水系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-7-1-1 原子炉補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-1-2 原子炉補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-1-4 原子炉補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-1-5 原子炉補機冷却海水系ストレーナの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-7-1-1 原子炉補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-1-2 原子炉補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-7-1-3 原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-5-7-1-4 原子炉補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-1-5 原子炉補機冷却海水系ストレーナの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-7-1-6 管の耐震性についての計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-5-7-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却水系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-5-7-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-2-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-2-4 高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-5-7-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-2-2 高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-5-7-2-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-5-7-2-4 高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-5-7-2-5 <u>管の耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）</u></p>	<p></p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-6-1 計測制御系統施設の耐震性についての計算結果</p> <p>VI-2-6-2 制御材の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-3 制御材駆動装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-4 ほう酸水注入設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-5 計測装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-7 その他の計測制御設備の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-6-1 計測制御系統施設の耐震性についての計算結果</p> <p>VI-2-6-2 制御材の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-3 制御材駆動装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-4 ほう酸水注入設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-6-5 計測装置の耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-6-6 制御用空気設備の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-6-7 その他の計測制御設備の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-9-2-1 原子炉格納容器本体の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-2-1-1 ドライウエルの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-2-1-3 原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-2-1-5 ボックスサポートの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-2-1-1 ドライウエルの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-2-1-3 原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書</p> <p><u>VI-2-9-2-1-4 ドライウエルト開口部の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-9-2-1-5 ボックスサポートの耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-9-3 原子炉建屋の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-3-3 原子炉建屋大物搬入口の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-3-1 原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-3-2 原子炉建屋大物搬入口の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-3-3 原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-3-4 原子炉建屋基礎版の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-9-4 圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-1 ダウンカマの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-3 原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-6 圧力逃がし装置の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-1 ダウンカマの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-3 原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-5 原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-6 圧力逃がし装置の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表 【VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-3 原子炉建屋水素濃度制御系の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-3 原子炉建屋水素濃度制御系の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-4 可搬型窒素ガス供給系の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-3 非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-4 非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-5 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-2 <u>管の耐震性についての計算書 (非常用ガス処理系)</u></p> <p>VI-2-9-4-4-1-3 非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-4 非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-1-5 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-2-2 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-2-3 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-9-4-4-2-1 <u>管の耐震性についての計算書 (可燃性ガス濃度制御系)</u></p> <p>VI-2-9-4-4-2-2 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-9-4-4-2-3 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表

【VI-2-10-1-2-1 非常用ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-1-2-1-2 非常用ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-3 非常用ディーゼル発電設備 燃料デイトランクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-4 非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-5 非常用ディーゼル発電設備 軽油タンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-7 非常用ディーゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-1-2-1-1 <u>非常用ディーゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-10-1-2-1-2 非常用ディーゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-3 非常用ディーゼル発電設備 燃料デイトランクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-4 非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-5 非常用ディーゼル発電設備 軽油タンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-1-6 <u>非常用ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-10-1-2-1-7 非常用ディーゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-10-1-2-2 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-1-2-2-2 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-3 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 燃料デイトンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-4 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 燃料移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-5 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 軽油タンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-7 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-1-2-2-1 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-2 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 空気だめの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-3 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 燃料デイトンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-4 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 燃料移送ポンプの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-5 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 軽油タンクの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-6 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 管の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-1-2-2-7 高圧炉心スプレイス系デューゼル発電設備 制御盤の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表

【VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震性についての計算結果</p> <p>VI-2-10-2-2 防潮堤の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-4 取放水路流路縮小工の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-5 貯留堰の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-6 逆流防止設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-8 浸水防止蓋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-9 浸水防止壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-12 堰の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-13 津波監視設備の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震性についての計算結果</p> <p>VI-2-10-2-2 防潮堤の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-4 取放水路流路縮小工の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-5 貯留堰の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-6 逆流防止設備の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-7 <u>水扉の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-10-2-8 浸水防止蓋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-9 浸水防止壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-10 <u>逆止弁付ファンネルの耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-10-2-11 <u>貫通部止水処置の耐震性についての計算書</u></p> <p>VI-2-10-2-12 堰の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-13 津波監視設備の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-3-1 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼板）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3-3 杭基礎構造防潮壁 鋼製扉の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-3-1 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼板）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3-3 杭基礎構造防潮壁 鋼製扉の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-3-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
【VI-2-10-2-13 津波監視設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-13-1 津波監視カメラの耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-2-13-1 津波監視カメラの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-10-2-13-2 取水ピット水位計の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-10-3 補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-10-3-1 補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算結果</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-10-3-1 補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算結果</p> <p>VI-2-10-3-2 補機駆動用燃料設備 管の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-11-2 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-11-2-3 タービン建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-5 第1号機制御建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-6 ほう酸水注入系スタタンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-7 中央制御室天井照明の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-8 原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-10 原子炉しゃへい壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-11 原子炉ウエルカバの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-12 耐火隔壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-14 制御棒貯蔵ハンガの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-15 第1号機排気筒の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-16 前面護岸の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-17 第1号機取水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-18 第3号機取水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-19 北側排水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-20 アクセスルート（防潮堤（盛土堤防））の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-11-2-1 海水ポンプ室門型クレーンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-2 竜巻防護ネットの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-3 タービン建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-4 補助ボイラー建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-5 第1号機制御建屋の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-6 ほう酸水注入系スタタンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-7 中央制御室天井照明の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-8 原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-9 燃料交換機の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-10 原子炉しゃへい壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-11 原子炉ウエルカバの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-12 耐火隔壁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-13 制御棒貯蔵ラックの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-14 制御棒貯蔵ハンガの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-15 第1号機排気筒の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-16 前面護岸の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-17 第1号機取水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-18 第3号機取水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-19 北側排水路の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-20 アクセスルート（防潮堤（盛土堤防））の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-11-2-21 CRD 自動交換機の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-2-別添2 溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-2-別添 2-1 溢水防護に係る施設の耐震計算の方針</p> <p>VI-2-別添 2-4 循環水系隔離システムの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-5 タービン補機冷却海水系隔離システムの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-6 逆流防止装置の耐震性についての計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-2-別添 2-1 溢水防護に係る施設の耐震計算の方針</p> <p>VI-2-別添 2-2 溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-3 溢水防護に関する施設の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果</p> <p>VI-2-別添 2-4 循環水系隔離システムの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-5 タービン補機冷却海水系隔離システムの耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-6 逆流防止装置の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-7 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書</p> <p>VI-2-別添 2-8 復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
【VI-3-3-3-2-1-3 管の強度計算書 (主蒸気系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-2-1-3-1 管の基本板厚計算書 (主蒸気系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-2-1-3-1 管の基本板厚計算書 (主蒸気系)</p> <p><u>VI-3-3-3-2-1-3-2 管の応力計算書 (主蒸気系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-2-2-1 管の強度計算書 (復水給水系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-2-2-1-1 管の基本板厚計算書 (復水給水系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-2-2-1-1 管の基本板厚計算書 (復水給水系)</p> <p><u>VI-3-3-3-2-2-1-2 管の応力計算書 (復水給水系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-3-1-5 管の強度計算書 (残留熱除去系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-3-1-5-1 管の基本板厚計算書 (残留熱除去系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-3-1-5-1 管の基本板厚計算書 (残留熱除去系)</p> <p><u>VI-3-3-3-3-1-5-2 管の応力計算書 (残留熱除去系)</u></p> <p><u>VI-3-3-3-3-1-5-3 ストレート部アイーの強度計算書 (残留熱除去系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-4-1-4 管の強度計算書 (高圧炉心スプレイス系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-1-4-1 管の基本板厚計算書 (高圧炉心スプレイス系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-1-4-1 管の基本板厚計算書 (高圧炉心スプレイス系)</p> <p><u>VI-3-3-3-4-1-4-2 管の応力計算書 (高圧炉心スプレイス系)</u></p> <p><u>VI-3-3-3-4-1-4-3 ストレーパー部アイーの強度計算書 (高圧炉心スプレイス系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-4-2-3 管の強度計算書（低圧炉心スプレイス系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-2-3-1 管の基本板厚計算書（低圧炉心スプレイス系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-2-3-1 管の基本板厚計算書（低圧炉心スプレイス系）</p> <p><u>VI-3-3-3-4-2-3-2 管の応力計算書（低圧炉心スプレイス系）</u></p> <p><u>VI-3-3-3-4-2-3-3 ストレーパー部アイーの強度計算書（低圧炉心スプレイス系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
【VI-3-3-3-4-6-1 管の強度計算書（代替水源移送系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-6-1-1 管の基本板厚計算書（代替水源移送系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-4-6-1-1 管の基本板厚計算書（代替水源移送系）</p> <p><u>VI-3-3-3-4-6-1-2 管の応力計算書（代替水源移送系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-5-1-3 管の強度計算書 (原子炉隔離時冷却系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-5-1-3-1 管の基本板厚計算書 (原子炉隔離時冷却系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-5-1-3-1 管の基本板厚計算書 (原子炉隔離時冷却系)</p> <p><u>VI-3-3-3-5-1-3-2 管の応力計算書 (原子炉隔離時冷却系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
【VI-3-3-3-5-2-3 管の強度計算書 (補給水系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-5-2-3-1 管の基本板厚計算書 (補給水系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-5-2-3-1 管の基本板厚計算書 (補給水系)</p> <p><u>VI-3-3-3-5-2-3-2 管の応力計算書 (補給水系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-6-1-6 管の強度計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-6-1-6-1 管の基本厚計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-6-1-6-1 管の基本厚計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）</p> <p>VI-3-3-3-6-1-6-2 管の応力計算書（原子炉補機冷却水系及び原子炉補機冷却海水系）</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-3-6-2-5 管の強度計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-6-2-5-1 管の基本板厚計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-3-6-2-5-1 管の基本板厚計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）</p> <p>VI-3-3-3-6-2-5-2 <u>管の応力計算書（高圧炉心スプレイ補機冷却水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-4-3-1-2 管の強度計算書（高圧窒素ガス供給系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-4-3-1-2-1 管の基本板厚計算書（高圧窒素ガス供給系）</p> <p>VI-3-3-4-3-1-2-3 管（可搬型）の強度評価書（高圧窒素ガス供給系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-4-3-1-2-1 管の基本板厚計算書（高圧窒素ガス供給系）</p> <p><u>VI-3-3-4-3-1-2-2 管の応力計算書（高圧窒素ガス供給系）</u></p> <p>VI-3-3-4-3-1-2-3 管（可搬型）の強度評価書（高圧窒素ガス供給系）</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-4-3-2-1 管の強度計算書（代替高压室素ガス供給系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-4-3-2-1-1 管の基本板厚計算書（代替高压室素ガス供給系）</p> <p>VI-3-3-4-3-2-1-3 管（可搬型）の強度評価書（代替高压室素ガス供給系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-4-3-2-1-1 管の基本板厚計算書（代替高压室素ガス供給系）</p> <p><u>VI-3-3-4-3-2-1-2 管の応力計算書（代替高压室素ガス供給系）</u></p> <p>VI-3-3-4-3-2-1-3 管（可搬型）の強度評価書（代替高压室素ガス供給系）</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-6-1-1 原子炉格納容器本体の強度計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-1-1-1 ドライウエルの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-2 ドライウエルの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-3 ドライウエル主フランジの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-5 ジェットデフレクタの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-6 サプレッションチェンバの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-7 サプレッションチェンバの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-8 ボックスサポートの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-9 ジェット力を考慮した強度計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-1-1-1 ドライウエルの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-2 ドライウエルの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-3 ドライウエル主フランジの強度計算書</p> <p><u>VI-3-3-6-1-1-4 ドライウエルベント開口部の強度計算書</u></p> <p>VI-3-3-6-1-1-5 ジェットデフレクタの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-6 サプレッションチェンバの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-7 サプレッションチェンバの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-8 ボックスサポートの強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-1-1-9 ジェット力を考慮した強度計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-6-2 圧力低減設備その他の安全設備の強度計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-1 ダウンカマ及びベントヘッドの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-7 原子炉格納容器安全設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-8 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-9 原子炉格納容器調気設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-10 圧力逃がし装置の強度計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-1 ダウンカマ及びベントヘッドの基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-2 <u>ダウンカマの強度計算書</u></p> <p>VI-3-3-6-2-3 <u>ベントヘッドの強度計算書</u></p> <p>VI-3-3-6-2-4 ベント管の基本板厚計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-5 <u>ベント管の強度計算書</u></p> <p>VI-3-3-6-2-6 <u>ベント管ペロローズの強度計算書</u></p> <p>VI-3-3-6-2-7 原子炉格納容器安全設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-8 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-9 原子炉格納容器調気設備の強度計算書</p> <p>VI-3-3-6-2-10 圧力逃がし装置の強度計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-6-2-8-1-2 管の強度計算書（非常用ガス処理系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-8-1-2-1 管の基本板厚計算書（非常用ガス処理系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-8-1-2-1 管の基本板厚計算書（非常用ガス処理系）</p> <p><u>VI-3-3-6-2-8-1-2-2 管の応力計算書（非常用ガス処理系）</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-6-2-8-3-1 管の強度計算書（可搬型窒素ガス供給系）】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-8-3-1-1 管の基本板厚計算書（可搬型窒素ガス供給系）</p> <p>VI-3-3-6-2-8-3-1-3 管（可搬型）の強度評価書（可搬型窒素ガス供給系）</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-8-3-1-1 管の基本板厚計算書（可搬型窒素ガス供給系）</p> <p><u>VI-3-3-6-2-8-3-1-2 管の応力計算書（可搬型窒素ガス供給系）</u></p> <p>VI-3-3-6-2-8-3-1-3 管（可搬型）の強度評価書（可搬型窒素ガス供給系）</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-3-6-2-9-1-2 管の強度計算書 (原子炉格納容器調気系)】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-9-1-2-1 管の基本板厚計算書 (原子炉格納容器調気系)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-3-6-2-9-1-2-1 管の基本板厚計算書 (原子炉格納容器調気系)</p> <p><u>VI-3-3-6-2-9-1-2-2 管の応力計算書 (原子炉格納容器調気系)</u></p>	<p>添付書類の追加</p>

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-別添 1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-1-2 原子炉補機冷却海水ポンプの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-4 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-5 復水貯蔵タンクの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-6 配管及び弁の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-7 排気筒の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-9 軽油タンクの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-10 波及的影響を及ぼす可能性がある施設の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-3 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-3-1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-別添 1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-1-1 竜巻より防護すべき施設を内包する施設の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-2 原子炉補機冷却海水ポンプの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-4 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-5 復水貯蔵タンクの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-6 配管及び弁の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-7 排気筒の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-8 換気空調設備の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-9 軽油タンクの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-1-10 波及的影響を及ぼす可能性がある施設の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-2 防護対策施設の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-2-1 防護対策施設の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-2-1-1 竜巻防護ネットの強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-2-1-2 竜巻防護鋼板の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 1-3 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算の方針</p> <p>VI-3-別添 1-3-1 屋外重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書</p>	<p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p> <p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-別添3-2 津波への配慮が必要な施設の強度計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-別添 3-2-1 防潮堤の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-2 防潮壁の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-3 取放水路流路縮小工の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-4 貯留堰の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-5 逆流防止設備の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-7 浸水防止蓋の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-8 浸水防止壁の強度計算書</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-別添 3-2-1 防潮堤の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-2 防潮壁の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-3 取放水路流路縮小工の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-4 貯留堰の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-5 逆流防止設備の強度計算書</p> <p><u>VI-3-別添 3-2-6 水扉の強度計算書</u></p> <p>VI-3-別添 3-2-7 浸水防止蓋の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-2-8 浸水防止壁の強度計算書</p>	<p>添付書類の追加</p>

女川原子力発電所第2号機 工事計画認可申請書の一部補正 補正前後比較表
 【VI-3-別添3-4 溢水への配慮が必要な施設の強度計算書】

変更前	変更後	備考
<p>目次</p> <p>VI-3-別添 3-4-2 堰の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-4-3 逆流防止装置の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-4-4 貫通部止水処置の強度計算書 (溢水)</p>	<p>目次</p> <p>VI-3-別添 3-4-1 水密扉の強度計算書 (溢水)</p> <p>VI-3-別添 3-4-2 堰の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-4-3 逆流防止装置の強度計算書</p> <p>VI-3-別添 3-4-4 貫通部止水処置の強度計算書 (溢水)</p>	<p>添付書類の追加</p>

4. 補正内容を反映した書類

VI 添付書類

目 次

- VI-1 説明書
- VI-2 耐震性に関する説明書
- VI-3 強度に関する説明書
- VI-4 その他計算書
- VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要
- VI-6 図面

VI-2 耐震性に関する説明書

目 次

- VI-2-1 耐震設計の基本方針
- VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書
- VI-2-3 原子炉本体の耐震性についての計算書
- VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性についての計算書
- VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書
- VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性についての計算書
- VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性についての計算書
- VI-2-8 放射線管理施設の耐震性についての計算書
- VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性についての計算書
- VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書
- VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書
- VI-2-12 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価
- VI-2-13 地下水位低下設備の耐震性についての計算書

VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書
- VI-2-2-2 原子炉建屋の耐震性についての計算書
- VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書
- VI-2-2-4 制御建屋の耐震性についての計算書
- VI-2-2-5 復水貯蔵タンク基礎の地震応答計算書
- VI-2-2-6 復水貯蔵タンク基礎の耐震性についての計算書
- VI-2-2-7 海水ポンプ室の地震応答計算書
- VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書
- VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書
- VI-2-2-10 第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書
- VI-2-2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の地震応答計算書
- VI-2-2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書
- VI-2-2-13 軽油タンク室の地震応答計算書
- VI-2-2-14 軽油タンク室の耐震性についての計算書
- VI-2-2-15 軽油タンク室（H）の地震応答計算書
- VI-2-2-16 軽油タンク室（H）の耐震性についての計算書
- VI-2-2-17 ガスタービン発電設備軽油タンク室の地震応答計算書
- VI-2-2-18 ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震性についての計算書
- VI-2-2-19 軽油タンク連絡ダクトの地震応答計算書
- VI-2-2-20 軽油タンク連絡ダクトの耐震性についての計算書
- VI-2-2-21 緊急用電気品建屋の地震応答計算書
- VI-2-2-22 緊急用電気品建屋の耐震性についての計算書
- VI-2-2-23 緊急時対策建屋の地震応答計算書
- VI-2-2-24 緊急時対策建屋の耐震性についての計算書
- VI-2-2-25 排気筒基礎の地震応答計算書
- VI-2-2-26 排気筒基礎の耐震性についての計算書
- VI-2-2-27 排気筒連絡ダクトの地震応答計算書
- VI-2-2-28 排気筒連絡ダクトの耐震性についての計算書
- VI-2-2-29 第3号機海水熱交換器建屋の地震応答計算書
- VI-2-2-30 第3号機海水熱交換器建屋の耐震性についての計算書

VI-2-2-4 制御建屋の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	3
2.3 評価方針.....	10
2.4 適用規格・基準等.....	13
3. 地震応答解析による評価方法.....	14
4. 応力解析による評価方法.....	16
4.1 評価対象部位及び評価方針.....	16
4.2 荷重及び荷重の組合せ.....	17
4.2.1 荷重.....	17
4.2.2 荷重の組合せ.....	20
4.3 許容限界.....	21
4.4 解析モデル及び諸元.....	24
4.4.1 モデル化の基本方針.....	24
4.4.2 解析諸元.....	24
4.4.3 材料構成則.....	27
4.5 評価方法.....	29
4.5.1 応力解析方法.....	29
4.5.2 断面の評価方法.....	32
5. 地震応答解析による評価結果.....	34
5.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果.....	34
5.2 接地圧の検討結果.....	38
5.3 保有水平耐力の評価結果.....	39
6. 応力解析による評価結果.....	40
7. 原子炉建屋への波及的影響評価.....	44
7.1 概要.....	44
7.2 基本方針.....	44
7.2.1 構造概要.....	44
7.2.2 評価方針.....	46
7.3 評価方法.....	47
7.3.1 評価対象部位及び評価方針.....	47
7.3.2 許容限界.....	48
7.3.3 相対変位による評価方法.....	49
7.4 相対変位による評価結果.....	50
8. 引用文献.....	51

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、制御建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は地震応答解析による評価及び応力解析による評価に基づき行う。

また、添付書類「VI-2-11-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に基づき、制御建屋が原子炉建屋に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

制御建屋は、建屋内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。また、制御建屋を構成する壁及びスラブの一部は、制御建屋の中央制御室しゃへい壁及び中央制御室待避所遮蔽に該当し、中央制御室しゃへい壁は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備」及び「常設重大事故緩和設備」に分類され、中央制御室待避所遮蔽は、重大事故等対象施設において「常設重大事故緩和設備」に分類される。

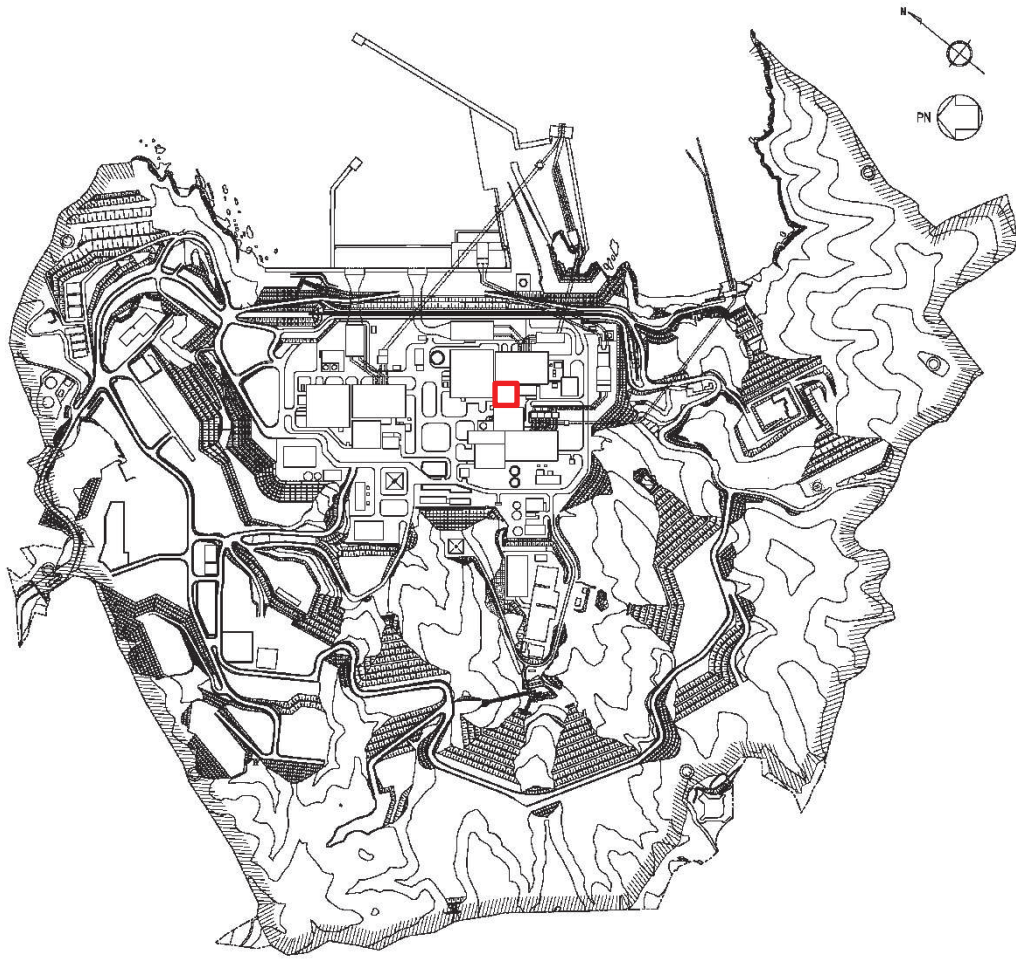
以下、制御建屋の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。また、波及的影響の評価として、原子炉建屋の有する機能が保持されることを確認するために、原子炉建屋への衝突の有無を確認する。

なお、中央制御室しゃへい壁の「Sクラスの施設」、「常設耐震重要重大事故防止設備」及び「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は、添付書類「VI-2-8-4-2 中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書」にて、中央制御室待避所遮蔽の「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は、添付書類「VI-2-8-4-3 中央制御室退避所遮蔽の耐震性についての計算書」にて実施する。

2. 基本方針

2.1 位置

制御建屋の設置位置を図 2-1 に示す。




 制御建屋

図 2-1 制御建屋の設置位置

2.2 構造概要

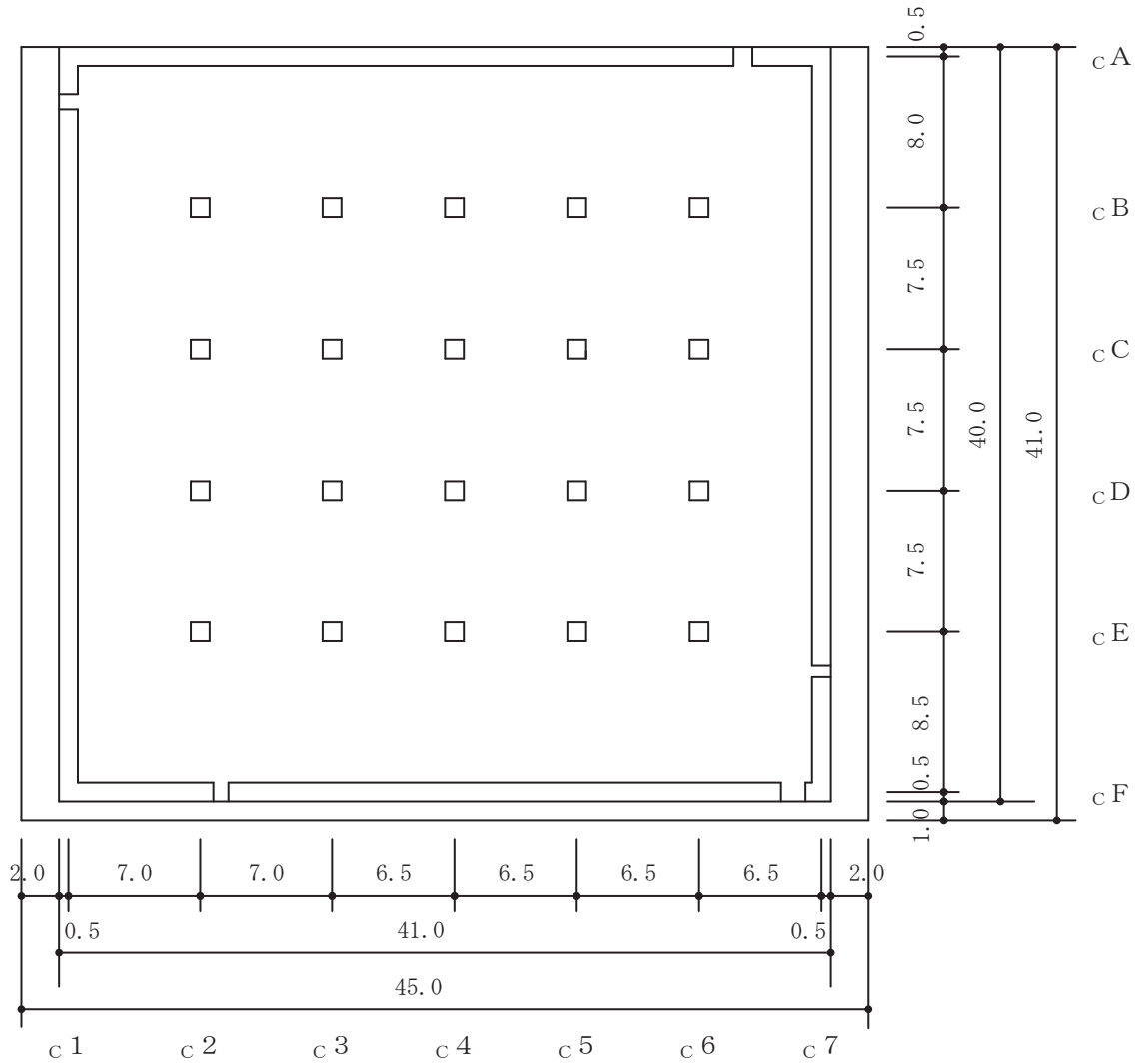
制御建屋は地下2階，地上3階建で，基礎底面からの高さは30.65mであり，平面は下部で41.0m(NS方向)×40.0m(EW方向)*のほぼ正方形である。

建屋の構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)であり，制御建屋の基礎は，厚さ3.0mで，はね出しを有し，平面は45.0m(NS方向)×41.0m(EW方向)であり，支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されており，一部は支持地盤上に打設されたマンメイドロック上に設置されている。

制御建屋その主たる耐震要素は建屋外壁の耐震壁で，基礎版から屋上階床面まで連続しており，壁厚は0.4m～1.0mである。建屋は全体として非常に剛性が高く，地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁で負担する。

制御建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

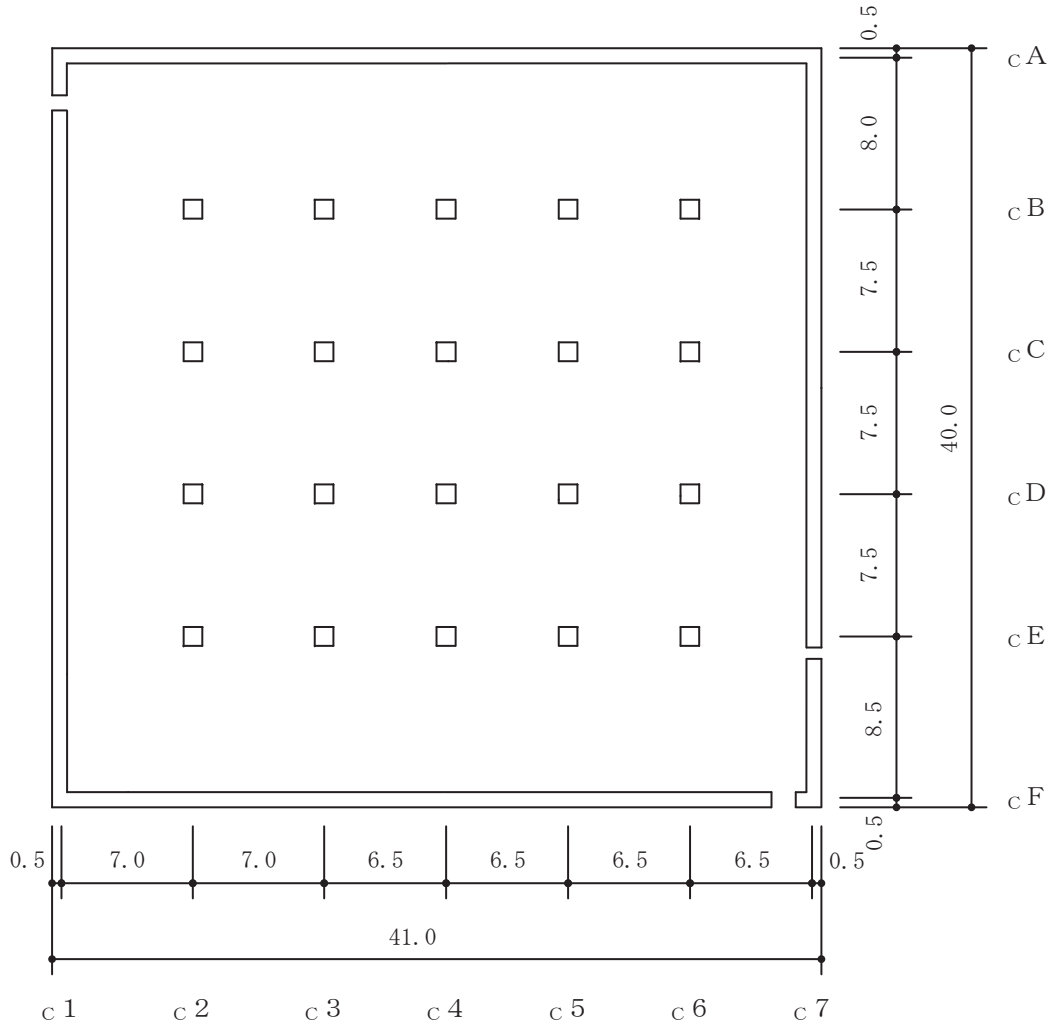
注記* : 建屋寸法は壁外面押えとする



(単位：m)

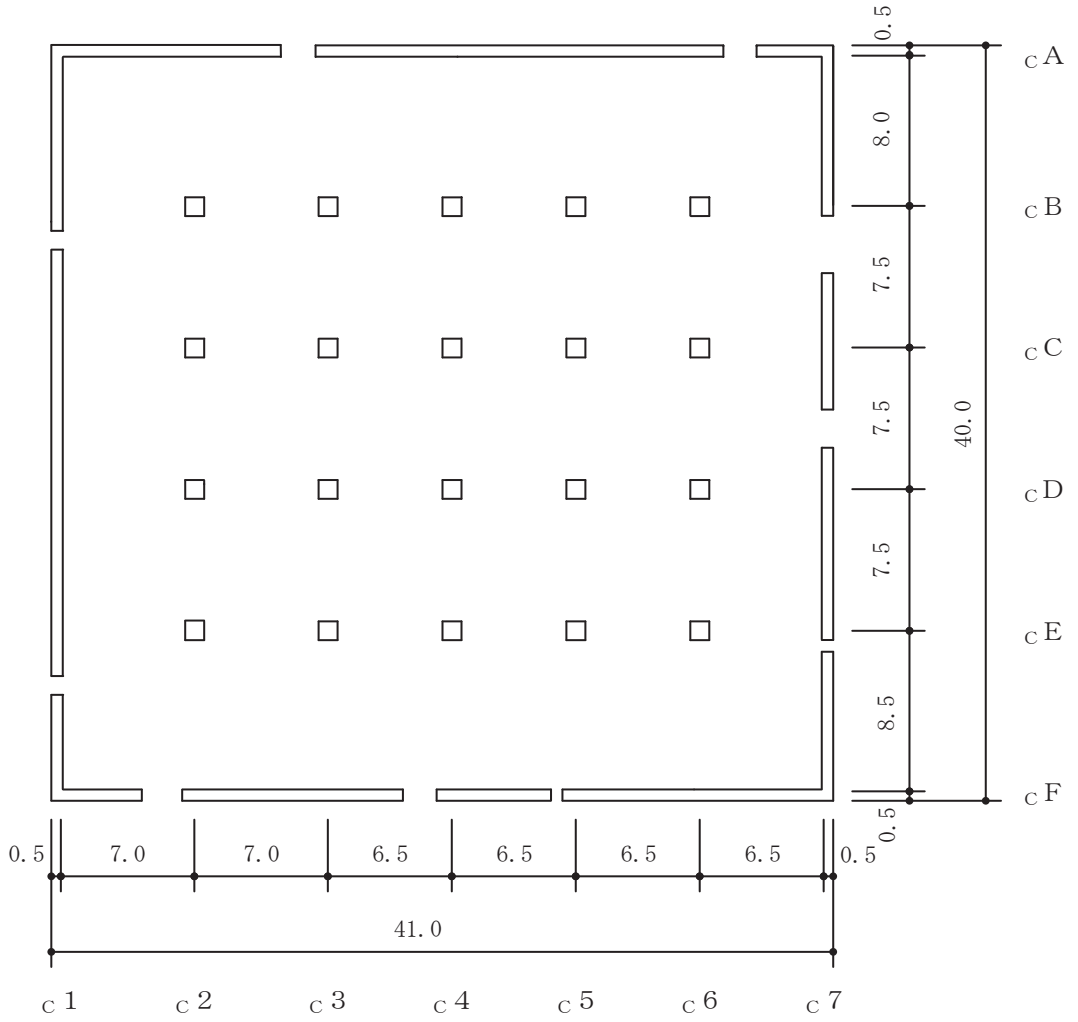
図 2-2(1) 制御建屋の概略平面図 (0.P.*1.5m)

注記* : 0.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面 (T.P.)-0.74m である。



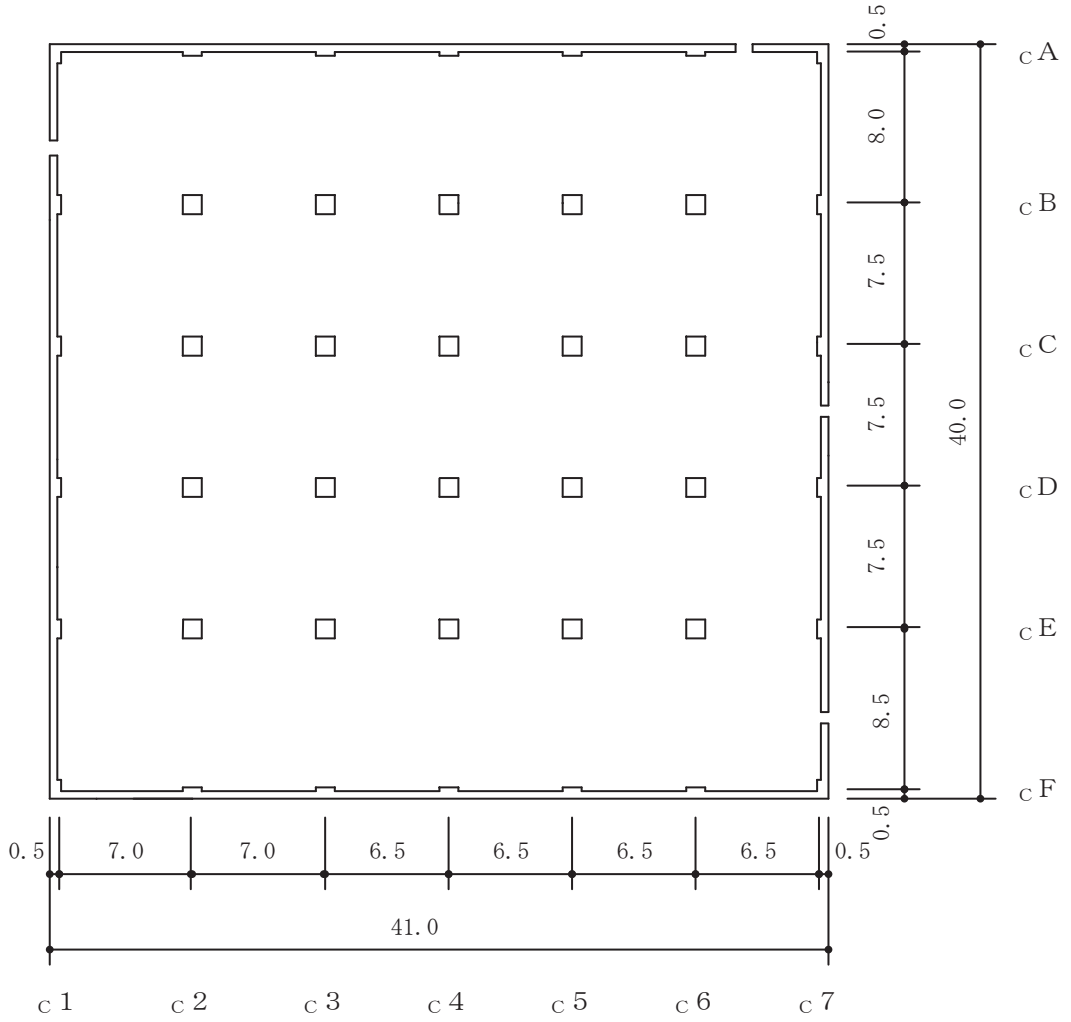
(単位 : m)

図 2-2(2) 制御建屋の概略平面図 (O.P. 8.0m)



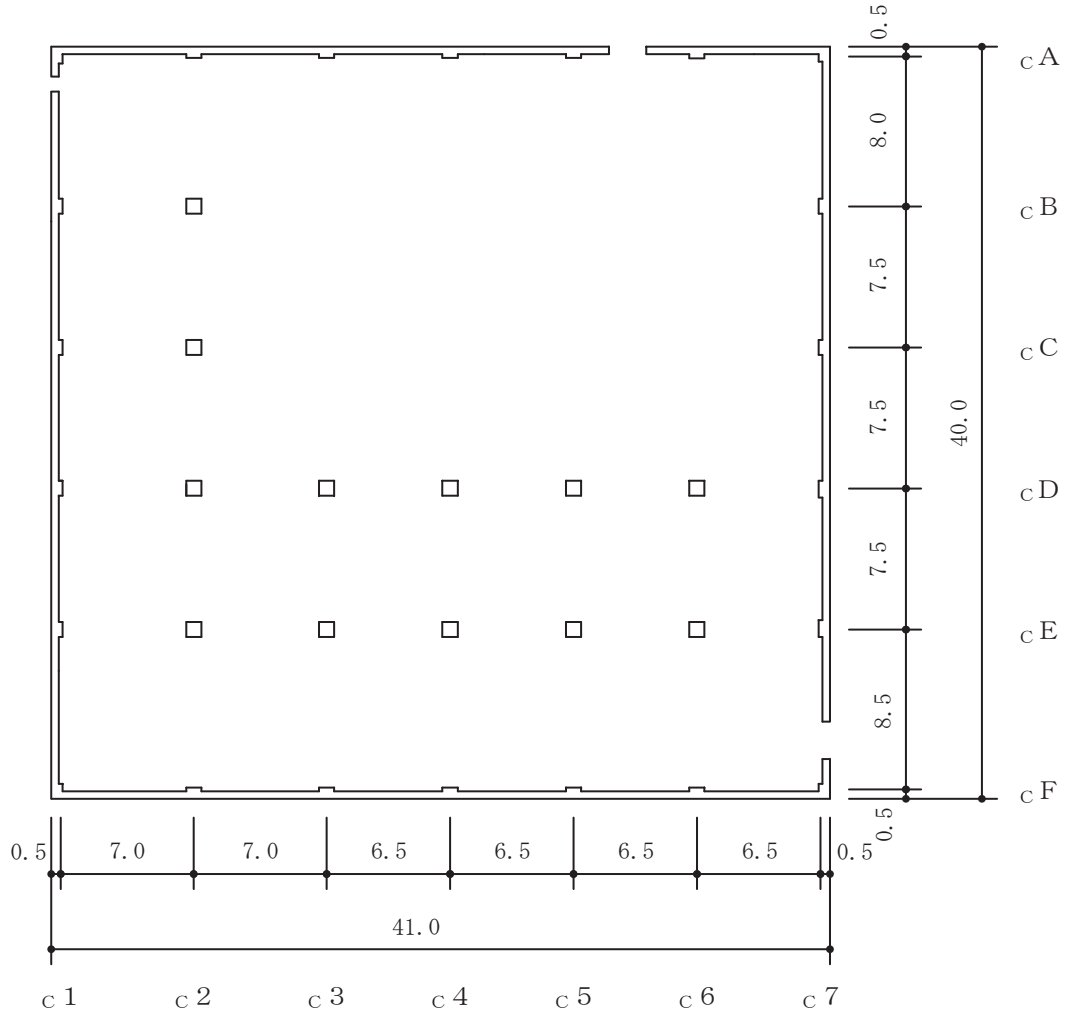
(単位 : m)

図 2-2(3) 制御建屋の概略平面図 (O.P. 15.0m)



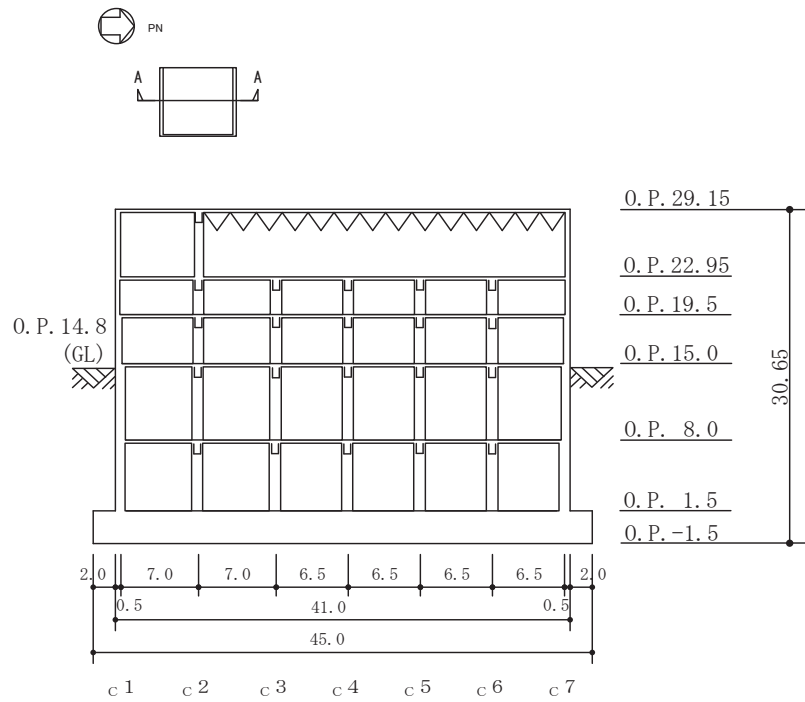
(単位 : m)

図 2-2(4) 制御建屋の概略平面図 (0.P. 19.5m)



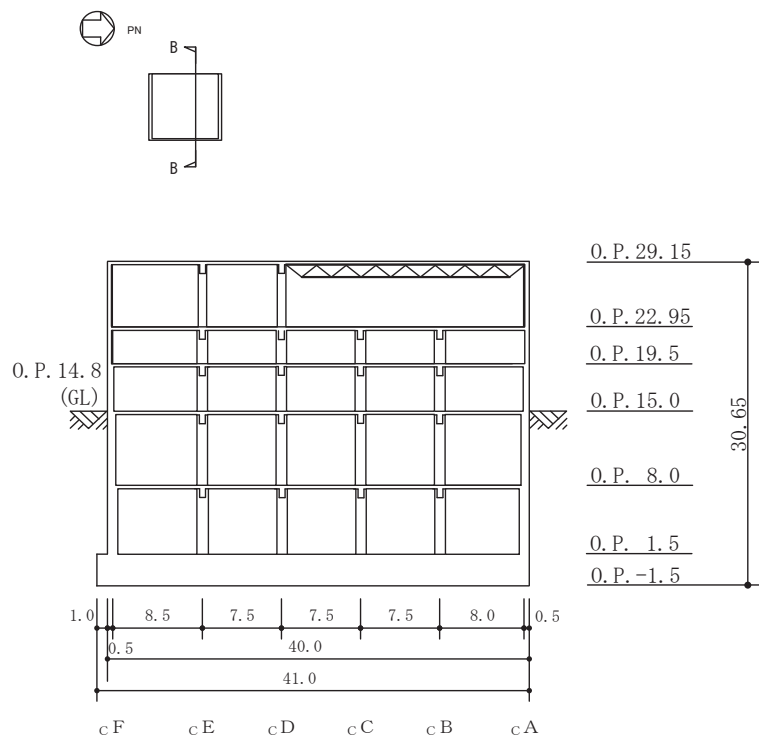
(単位：m)

図 2-2(5) 制御建屋の概略平面図 (O. P. 22. 95m)



(単位 : m)

図 2-3(1) 制御建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)



(単位 : m)

図 2-3(2) 制御建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

2.3 評価方針

制御建屋は、建屋内部の一部に基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して機能維持が要求される施設が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。

制御建屋の設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。制御建屋の評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においては耐震壁のせん断ひずみ、接地圧及び保有水平耐力の評価を、応力解析による評価においては、基礎版の断面の評価を行うことで、制御建屋の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表 2-1 に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

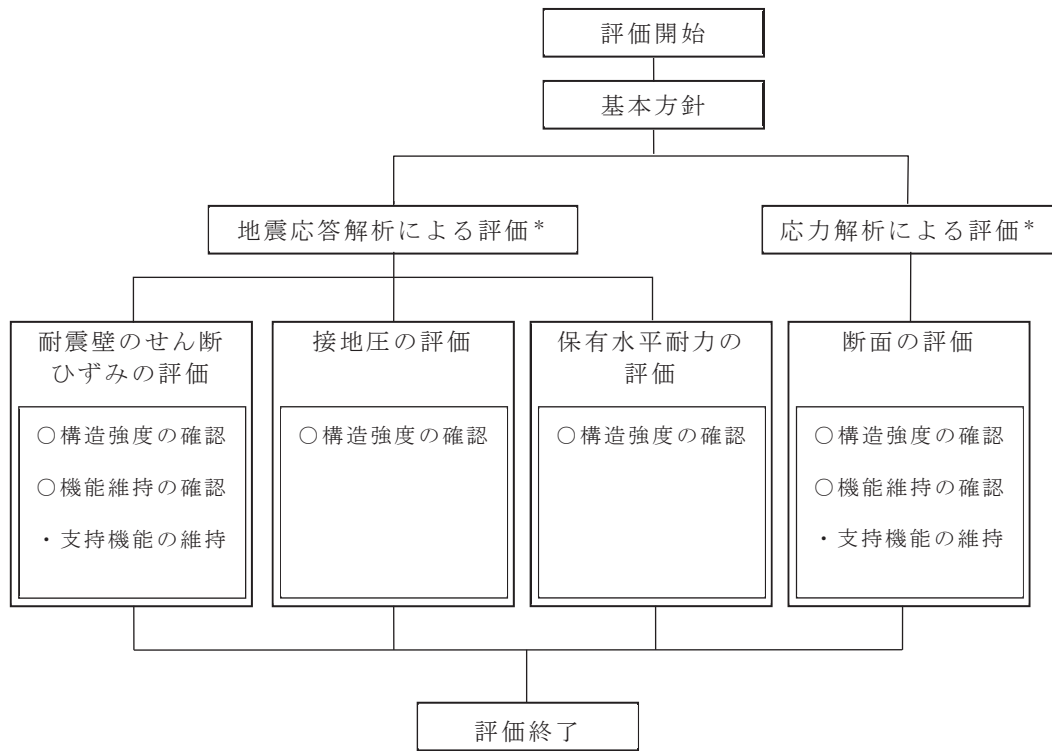
また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価及び保有水平耐力の評価を行う。ここで、制御建屋は運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、温度の条件は同じであるため、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図 2-4 に制御建屋の評価フローを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

対象地震動	ケース名	スケルトン曲線		建屋材料減衰	地盤物性	
		初期剛性	終局耐力		入力地震動	底面地盤ばね
基準地震動 S _s (水平)	ケース 1 (基本ケース)	2011 年 3 月 11 日東北地方 太平洋沖地震の観測記録を 用いたシミュレーション解 析により補正	設計基準強度を用い JEA 式で評価	5%	直接入力	標準地盤
	ケース 2	同上	同上	同上	同上	標準地盤 +σ
	ケース 3	同上	同上	同上	同上	標準地盤 -σ
	ケース 4	同上	同上	同上	同上	標準地盤
	ケース 5	同上	同上	同上	同上	標準地盤 +σ
	ケース 6	同上	同上	同上	同上	標準地盤 -σ
基準地震動 S _s (鉛直)	ケース 1 (基本ケース)	設計剛性	-	5%	直接入力	標準地盤
	ケース 2	同上	-	同上	同上	標準地盤 +σ
	ケース 3	同上	-	同上	同上	標準地盤 -σ

注記*：建屋剛性（初期剛性）の不確かさについて、基準地震動 S_s 入力後の建屋全体の平均的な剛性低下を全ての基準地震動 S_s に
ついて評価し、最も剛性低下するケースの低下後の剛性を初期剛性の不確かさとして考慮する。具体的には、基準地震動 S_s
入力前後の 1 次固有振動数の比 ($f_{Ss \text{ 入力後}}/f_{Ss \text{ 入力前}}$) を基本ケースの初期剛性に掛けることによって算定する。



注記*：添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 制御建屋の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 日本建築学会 1999 年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 -許容応力度設計法-（以下「RC規準」という。）
- ・ 日本建築学会 2005 年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（以下「RC-N規準」という。）
- ・ 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所）（以下「技術基準解説書」という。）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。）
- ・ J S M E S N E 1 -2003 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（以下「CCV規格」という。）

3. 地震応答解析による評価方法

制御建屋の構造強度については、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみ及び最大接地圧が許容限界を超えないこと、並びに保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における制御建屋の許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、表 3-1 及び表 3-2 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
			基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	極限支持力度*2 13700 kN/m ²
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1 : 建屋全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、はり、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従すること、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられるため、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2 : 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 3-2 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
			基礎地盤	最大接地圧が地盤の支持力度を超えないことを確認	極限支持力度*2 13700 kN/m ²
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1 : 建屋全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、柱、はり、間仕切壁等が耐震壁の変形に追従すること、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられるため、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2 : 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

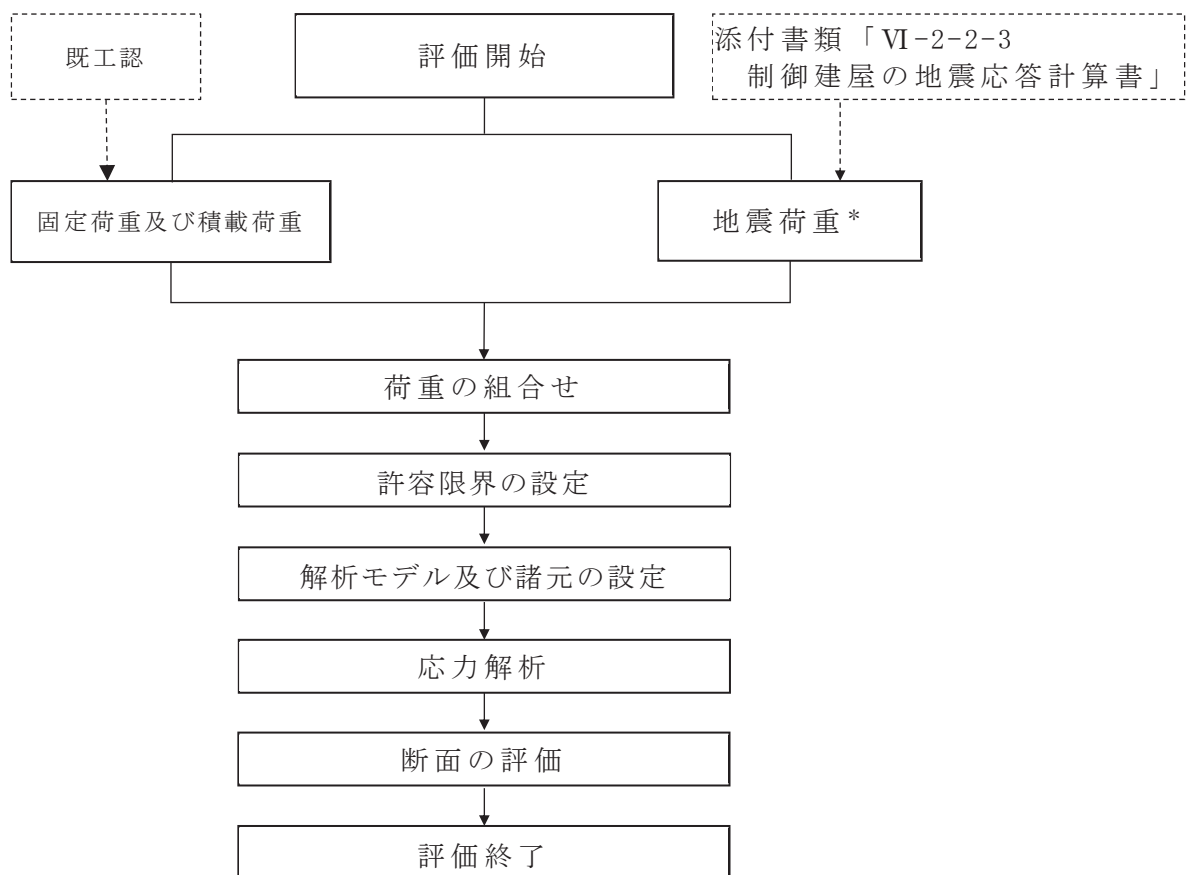
4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

制御建屋の応力解析による評価対象部位は、基礎版とし、 S_s 地震時に対して以下の方針に基づき評価を行う。

S_s 地震時に対する評価は、3次元 FEM モデルを用いた弾塑性応力解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「CCV規格」及び「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。

3次元 FEM モデルを用いた弾塑性応力解析にあたっては、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」及び平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類「IV-2-4 制御建屋の耐震性についての計算書」（以下「既工認」という。）による荷重を用いて、荷重の組合せを行う。また、断面の評価については、材料物性の不確かさを考慮した断面力に対して行うこととする。応力解析による評価フローを図 4-1 に示す。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図 4-1 応力解析による評価フロー

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重

固定荷重は、既工認に基づき、建屋自重、機器荷重、配管荷重、常時土圧荷重及び浮力とする。常時土圧荷重は「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」によるものとする。また、浮力は、地下水位面を O.P. -1.0m とし、基礎版に上向きの等分布荷重として入力する。

(2) 積載荷重

積載荷重は、既工認に基づき、表 4-1 のとおり設定する。

表 4-1 積載荷重

部位	積載荷重 (N/m ²)
RF	294
3F	588
2F	588
1F	588
B1F	588
B2F	588

(3) 地震荷重

a. 水平地震荷重

水平地震荷重は、基準地震動 S_s による地震応答解析結果より設定する。なお、水平地震荷重は材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を包絡したものとする。表 4-2 に応力解析で考慮した基準地震動 S_s 時の水平地震荷重を示す。

表 4-2 水平地震荷重（せん断力）

(a) NS 方向

部位	せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)
耐震壁(A 通り)	128
耐震壁(F 通り)	126

(b) EW 方向

部位	せん断力 ($\times 10^3 \text{kN}$)
耐震壁(1 通り)	117
耐震壁(7 通り)	117

b. 鉛直地震荷重

鉛直地震荷重は、基準地震動 S_s による地震応答解析結果による基礎版部分の最大鉛直震度を用いる。なお、鉛直震度は材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果を包絡したものとする。表 4-3 に応力解析で考慮した基準地震動 S_s 時の鉛直地震荷重を示す。

表 4-3 鉛直地震荷重（軸力係数）

部位	鉛直震度
耐震壁	1.161
基礎版	0.431

c. 地震時土圧荷重

地震時土圧荷重は、地震時土圧により地下外壁を介して作用する荷重として、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき有限要素モデルより算出し、常時土圧に地震時増分土圧を加えて算定した地震時土圧を設定する。地震時土圧荷重を表 4-4 に、地震時土圧による荷重分布を図 4-2 に示す。ただし、地震時土圧荷重は隣接建屋（北側は原子炉建屋、南側は補助ボイラー建屋、東側はタービン建屋、西側は第 1 号機制御建屋）のない北側及び南側の一部で考慮する。

表 4-4 地震時土圧荷重

O. P. (m)	地震時土圧荷重 (kN/m ²)	
	北側	南側
14.8	116	126
11.5	147	157
11.5	200	158
4.75	263	220
4.75	455	308
1.5	485	338

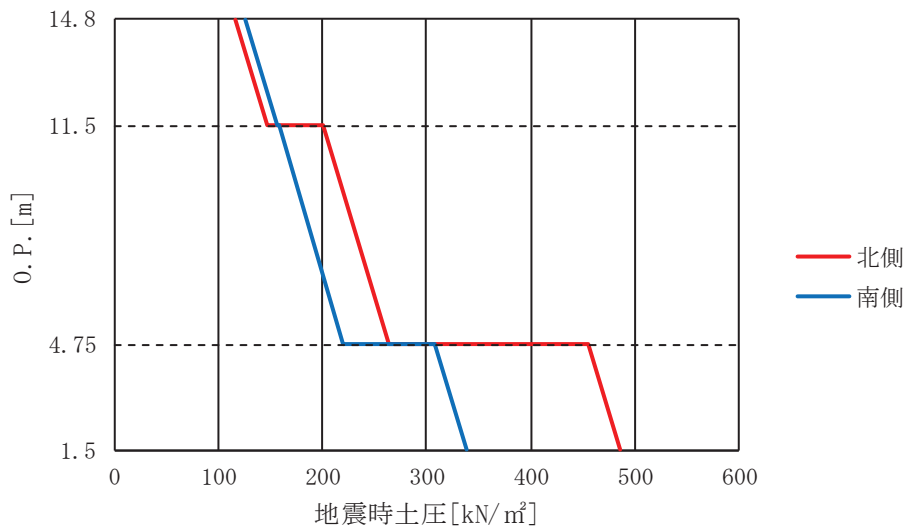


図 4-2 地震時土圧による荷重分布

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-5 に示す。

表 4-5 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + P + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)

4.3 許容限界

応力解析による評価における制御建屋の基礎版の許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の方針に基づき、表 4-6 及び表 4-7 のとおり設定する。

また、コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 4-8 及び表 4-9 に、コンクリート及び鉄筋の許容ひずみを表 4-10 に示す。

表 4-6 応力解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	基礎版	部材に生じる応力及びひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ひずみ*¹ コンクリート 3.0×10⁻³ (圧縮) 鉄筋 5.0×10⁻³ ・面外せん断力*² 短期許容せん断力*³
支持機能* ⁴	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	基礎版	部材に生じる応力及びひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ひずみ*¹ コンクリート 3.0×10⁻³ (圧縮) 鉄筋 5.0×10⁻³ ・面外せん断力*² 短期許容せん断力*³

注記 *1:「CCV規格」に基づく。

*2:「RC-N規準」に基づく。

*3:許容限界は終局耐力に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、さらなる安全余裕を考慮して短期許容せん断力とする。

*4:「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 4-7 応力解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	基礎版	部材に生じる応力及びひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ひずみ^{*1} コンクリート 3.0×10^{-3} (圧縮) 鉄筋 5.0×10^{-3} ・面外せん断力^{*2} 短期許容せん断力^{*3}
支持機能 ^{*4}	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	基礎版	部材に生じる応力及びひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ひずみ^{*1} コンクリート 3.0×10^{-3} (圧縮) 鉄筋 5.0×10^{-3} ・面外せん断力^{*2} 短期許容せん断力^{*3}

注記 *1: 「CCV規格」に基づく。

*2: 「RC-N規準」に基づく。

*3: 許容限界は終局耐力に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、さらなる安全余裕を考慮して短期許容せん断力とする。

*4: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 4-8 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	短期	
	圧縮 (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)
32.4	21.6	1.21

表 4-9 鉄筋の許容応力度

種別	引張及び圧縮 (N/mm^2)	面外せん断補強 (N/mm^2)
SD35 (SD345 相当)	379*	345

注記* : 「技術基準解説書」に基づき, 引張及び圧縮に対する許容応力度を 1.1 倍する。

表 4-10 コンクリート及び鉄筋の許容ひずみ

外力の状態	コンクリート (圧縮ひずみ)	鉄筋 (圧縮ひずみ及び引張ひずみ)
S s 地震時	0.003	0.005

4.4 解析モデル及び諸元

4.4.1 モデル化の基本方針

(1) 基本方針

応力解析は、3次元 FEM モデルを用いた弾塑性応力解析とする。解析には、解析コード「ABAQUS」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

基礎版については、0.P.-1.5m～0.P.1.5m をモデル化する。上部構造については、0.P.1.5m～0.P.29.15m をモデル化し、剛性を考慮する。応力解析における評価対象部位は、基礎版であるが、各部の荷重伝達を考慮するために周辺部を含むモデルを用いることとした。解析モデルを図 4-3 に示す。

(2) 使用要素

解析モデルに使用する FEM 要素は、基礎版については積層シェル要素とする。また、基礎版より立ち上がっている耐震壁については、0.P.1.5m～0.P.8.0m を積層シェル要素、0.P.8.0m～0.P.29.15m をはり要素として剛性を考慮する。床スラブについては、0.P.8.0m を積層シェル要素とする。積層シェル要素は、鉄筋層をモデル化した異方性材料による要素である。

各要素には、板の曲げと軸力を同時に考えるが、板の曲げには面外せん断変形の影響も考慮する。

解析モデルの節点数は 1684、要素数は 1662 である。

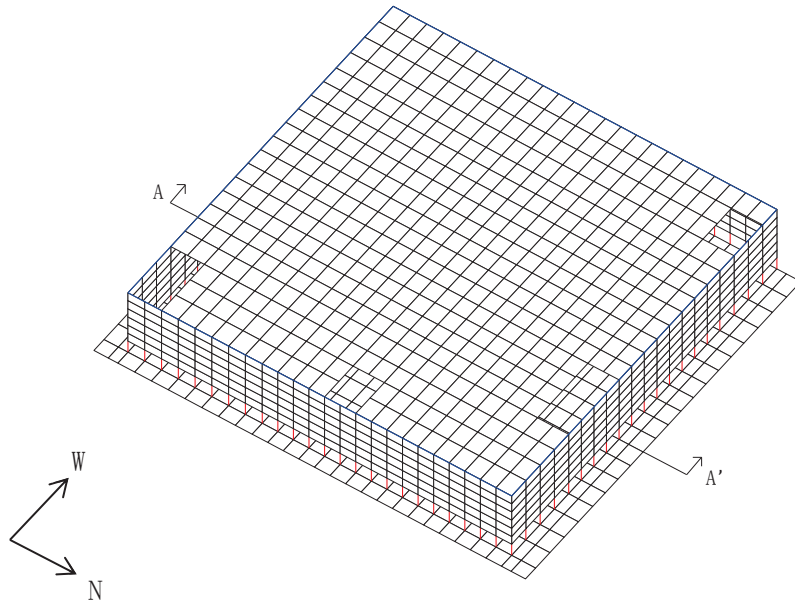
(3) 境界条件

3次元 FEM モデルの基礎版底面に、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」に示す地盤ばねを離散化して、水平方向及び鉛直方向のばねを設ける。3次元 FEM モデルの水平方向のばねについては、地震応答解析モデルのスウェイばねを、鉛直方向のばねについては、地震応答解析モデルのロッキングばねを基に設定を行う。

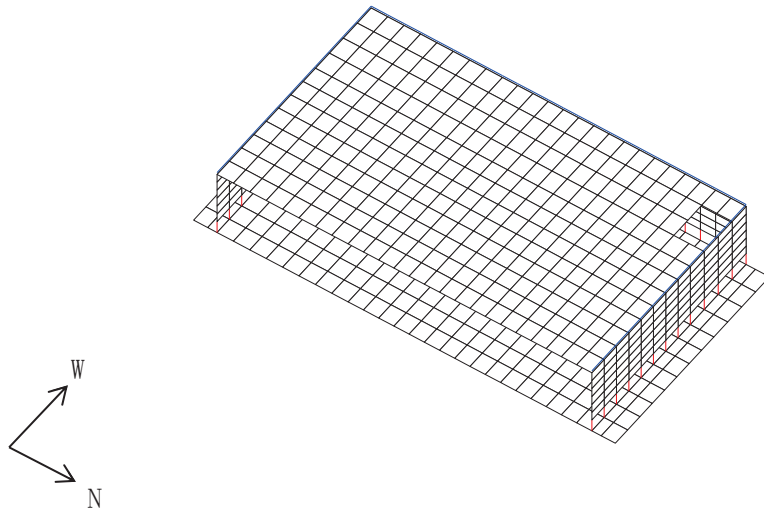
なお、基礎版底面の地盤ばねについては、引張力が発生したときに浮上りを考慮する。

4.4.2 解析諸元

使用材料の物性値を表 4-11 及び表 4-12 に示す。



(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A'断面)

図 4-3(1) 解析モデル (1/2)

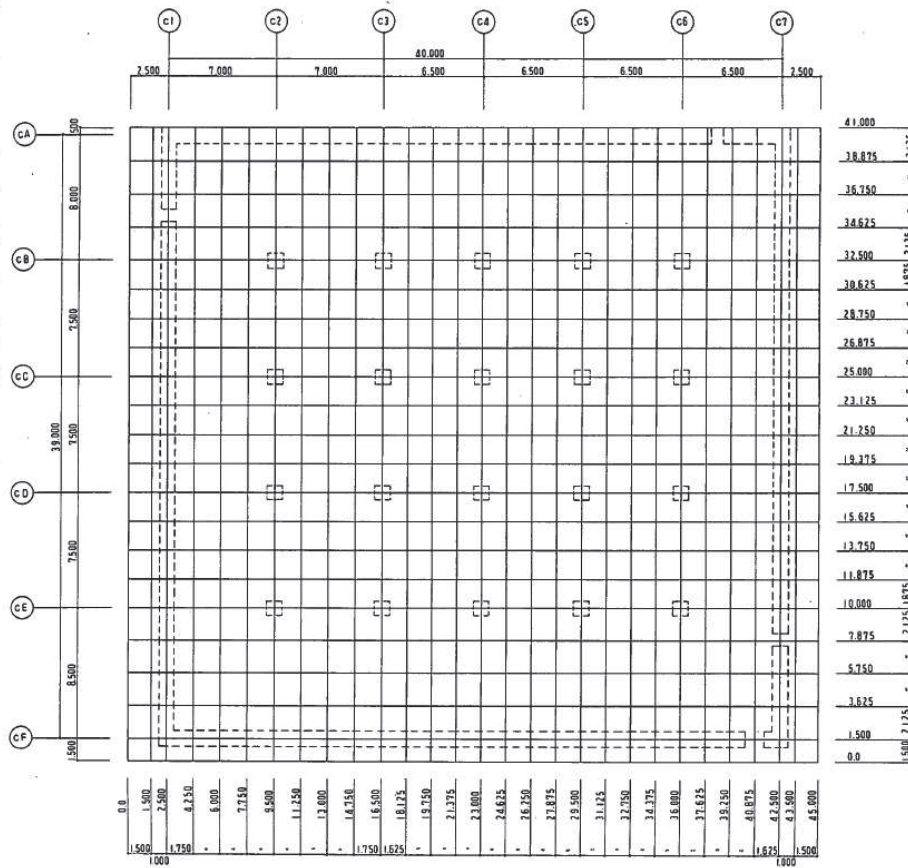


図4-1 解析モデル：モデル図

単位：mm

(c) 基礎版要素分割図

図 4-3(2) 解析モデル (2/2)

表 4-11 コンクリートの物性値

部 位	設計基準強度 F _c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
基礎版・床スラブ	32.4	2.51×10 ⁴	0.2
耐震壁 (NS 方向)		1.00×10 ⁴	
耐震壁 (EW 方向)		1.255×10 ⁴	

表 4-12 鉄筋の物性値

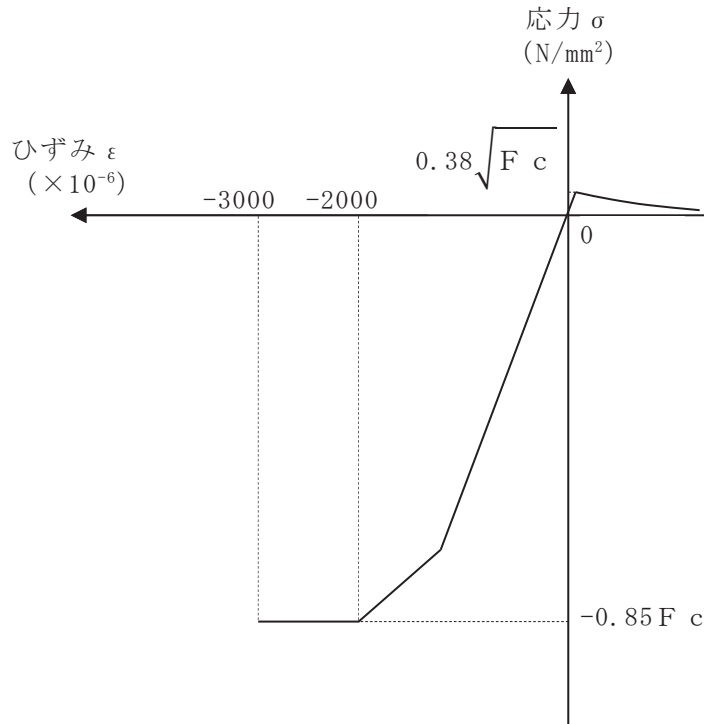
部 位	鉄筋の種類	降伏強度 σ _y (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)
基礎版・耐震壁・床スラブ	SD35 (SD345 相当)	379*	2.05×10 ⁵

注記*：「技術基準解説書」に基づき、引張及び圧縮に対する許容応力度を 1.1 倍する。

4.4.3 材料構成則

材料構成則を図 4-4 に示す。

なお、コンクリートのヤング係数は設計基準強度に基づき算定した値とする。なお、地震応答解析モデルと同様の初期剛性低下については、地震観測記録の分析等を踏まえて、その影響を考慮する。コンクリートの圧縮強度は設計基準強度に基づく値とする。



F_c : コンクリートの設計基準強度

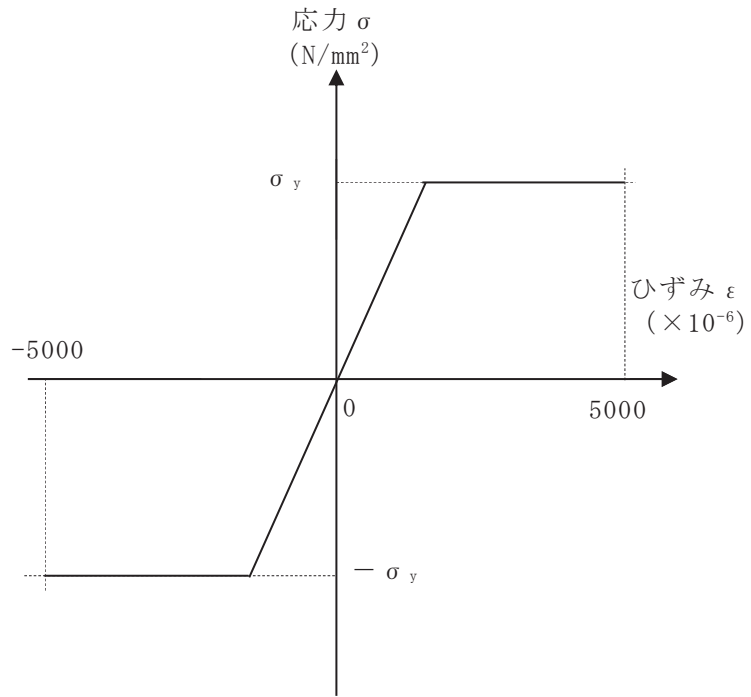
項目	設定
圧縮強度	$-0.85 F_c$ (「CCV規格」)
終局圧縮ひずみ	-3000×10^{-6} (「CCV規格」)
圧縮側のコンクリート構成則	CEB-FIP Model code に基づき設定 (引用文献(1)参照)
ひび割れ発生後の引張軟化曲線	出雲ほか(1987)による式 ($c = 0.4$) (引用文献(2)参照)
引張強度	$\sigma_t = 0.38 \sqrt{F_c}$ (「RC規準」)

注：引張方向の符号を正とする。

(a) コンクリートの応力-ひずみ関係

図 4-4(1) 材料構成則 (1/2)

- ・鉄筋の構成則：バイリニア型
- ・終局ひずみ： $\pm 5000 \times 10^{-6}$ （「C C V規格」）



σ_y ：鉄筋の降伏強度

注：引張方向の符号を正とする。

(b) 鉄筋の応力－ひずみ関係

図 4-4(2) 材料構成則 (2/2)

4.5 評価方法

4.5.1 応力解析方法

制御建屋基礎版について、 S_s 地震時に対して3次元FEMモデルを用いた弾塑性応力解析を実施する。

(1) 荷重ケース

S_s 地震時の応力は、次の荷重を組み合わせて求める。

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_{SSN} : $S \rightarrow N$ 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

S_{SNS} : $N \rightarrow S$ 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

S_{SEW} : $E \rightarrow W$ 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

S_{SWE} : $W \rightarrow E$ 方向 S_s 地震荷重 (地震時土圧を含む)

S_{SUD} : 鉛直方向 (下向き) S_s 地震荷重

S_{SDU} : 鉛直方向 (上向き) S_s 地震荷重

注記：計算上の座標軸を基準として、NS方向は $S \rightarrow N$ 方向の加力、EW方向は $E \rightarrow W$ 方向の加力、鉛直方向は下向きの加力を記載している。

(2) 荷重の組合せケース

荷重の組合せケースを表 4-13 示す。

水平方向と鉛直方向の荷重の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 (J E A C 4 6 0 1 -2015)」を参考に、組合せ係数法 (組合せ係数は 1.0 と 0.4) を用いるものとする。

表 4-13 荷重の組合せケース

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S _s 地震時	1	$G + P + 1.0 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	2	$G + P + 1.0 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{s_{DU}}$
	3	$G + P + 1.0 S_{s_{NS}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	4	$G + P + 1.0 S_{s_{NS}} + 0.4 S_{s_{DU}}$
	5	$G + P + 1.0 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	6	$G + P + 1.0 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{s_{DU}}$
	7	$G + P + 1.0 S_{s_{WE}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	8	$G + P + 1.0 S_{s_{WE}} + 0.4 S_{s_{DU}}$
	9	$G + P + 0.4 S_{s_{SN}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	10	$G + P + 0.4 S_{s_{SN}} + 1.0 S_{s_{DU}}$
	11	$G + P + 0.4 S_{s_{NS}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	12	$G + P + 0.4 S_{s_{NS}} + 1.0 S_{s_{DU}}$
	13	$G + P + 0.4 S_{s_{EW}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	14	$G + P + 0.4 S_{s_{EW}} + 1.0 S_{s_{DU}}$
	15	$G + P + 0.4 S_{s_{WE}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	16	$G + P + 0.4 S_{s_{WE}} + 1.0 S_{s_{DU}}$

(3) 荷重の入力方法

a. 地震荷重

基礎版に上部構造物から作用する水平地震力については，上部構造物からのせん断力及び曲げモーメントを基礎版の当該位置の節点に離散化して節点荷重として入力する。

基礎版上に上部構造物から作用する鉛直地震力については，上部構造物からの軸力とし，鉛直力に置換し，モデル上の各節点における支配面積に応じた節点荷重として入力する。

基礎版内に作用する荷重については，地震時の上部構造物からの入力荷重と基礎版底面に発生する荷重の差を FEM モデルの各要素の大きさに応じて分配し，節点荷重として入力する。

b. 地震荷重以外の荷重

地震荷重以外の荷重については，FEM モデルの各節点又は各要素に，集中荷重又は分布荷重として入力する。

4.5.2 断面の評価方法

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が、各許容値を超えないことを確認する。

3次元 FEM モデルを用いた応力の算定において、FEM 要素に応力集中等が見られる場合については、「RC-N規準」に基づき、応力の再配分等を考慮してある一定の領域の応力を平均化したうえで断面の評価を行う。

(1) 軸力及び曲げモーメントに対する断面の評価方法

各断面は、軸力及び曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート造長方形仮想柱として算定する。

軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみが、「CCV規格」に基づき、表 4-10 に示す許容ひずみを超えないことを確認する。

(2) 面外せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき行う。

面外せん断力が、次式を基に算定した許容面外せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 \cdot w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度で、表 4-8 に示す値 (N/mm²)

$w f_t$: せん断補強筋の短期許容引張応力度で、表 4-9 に示す値 (N/mm²)

p_w : せん断補強筋比で、次式による。(0.002 以上とする。*)

$$p_w = \frac{a_w}{b \cdot x}$$

a_w : せん断補強筋の断面積 (mm^2)

x : せん断補強筋の間隔 (mm)

注記* :せん断補強筋がない領域については,第2項を0とする。
(なお,制御建屋の基礎版には,面外せん断補強筋は入っていない。)

5. 地震応答解析による評価結果

5.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

鉄筋コンクリート造耐震壁について、 S_s 地震時の各層の最大応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは 1.41×10^{-3} (EW 方向, C7 通り, $S_s - D1$, ケース 6) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表 5-1 及び表 5-2 に示す。各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について、せん断スケルトンカーブ上にプロットした図を図 5-1 及び図 5-2 に示す。

表 5-1 セン断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ (NS 方向)

要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.66	2.0
(2)	1.37	
(3)	1.24	
(4)	1.06	
(5)	1.00	
(6)	0.79	
(7)	1.30	
(8)	1.33	
(9)	1.02	
(10)	0.98	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示

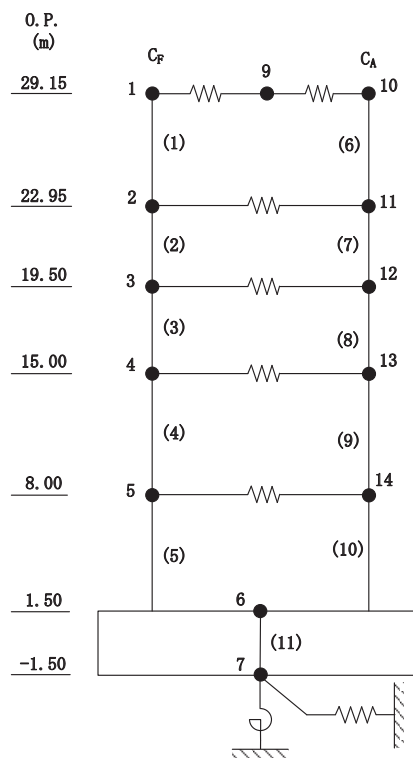
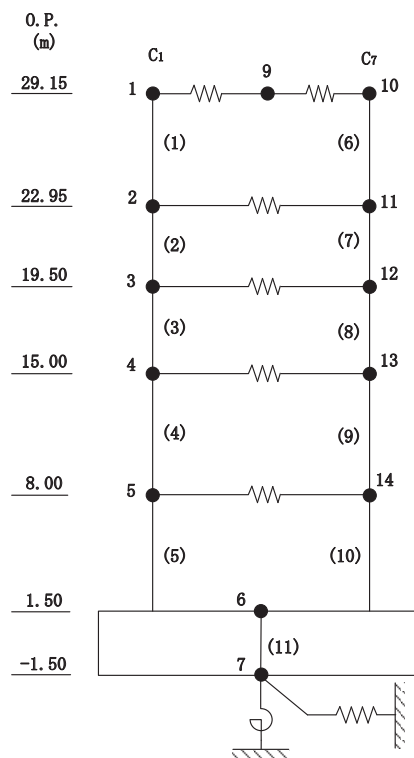


表 5-2 セン断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ (EW 方向)

要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.58	2.0
(2)	1.34	
(3)	1.08	
(4)	1.26	
(5)	0.73	
(6)	0.56	
(7)	1.10	
(8)	1.41	
(9)	1.10	
(10)	0.78	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示



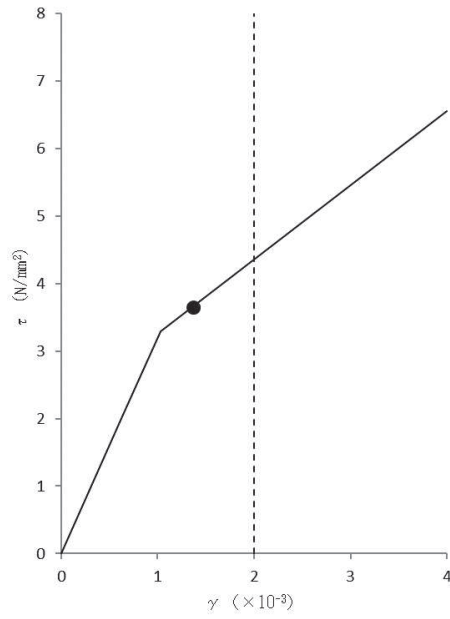


図 5-1 せん断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ
(NS 方向, S s - D 2, ケース 6, 要素番号(2))

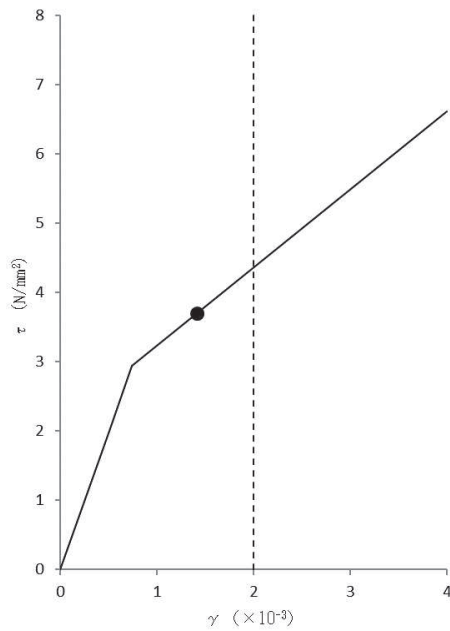


図 5-2 せん断スケルトンカーブ上の最大応答せん断ひずみ
(EW 方向, S s - D 1, ケース 6, 要素番号(8))

5.2 接地圧の検討結果

S_s地震時の最大接地圧が、地盤の極限支持力度（13700kN/m²）を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮したS_s地震時の最大接地圧は 3740kN/m² であることから、地盤の極限支持力度を超えないことを確認した。

地震時の最大接地圧を表 5-2 に示す。

表 5-2 最大接地圧

	NS 方向	EW 方向
検討ケース	S _s -D1, ケース 1	S _s -D1, ケース 5
鉛直力 N (×10 ⁵ kN)	2.97	2.98
転倒モーメント M (×10 ⁶ kN)	5.62	5.35
最大接地圧 (×10 ³ kN/m ²)	2070	3740

5.3 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認する。

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を表 5-3 に示す。各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 Q_{un} に対する保有水平耐力 Q_u の比は最小で 3.62 である。

表 5-3 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS 方向

階	O. P. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^3 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^3 \text{kN})$	Q_u / Q_{un}
3F	29.15 ~ 22.95	22.59	124.20	5.50
2F	22.95 ~ 19.50	45.61	167.66	3.68
1F	19.50 ~ 15.00	61.91	235.23	3.80
B1F	15.00 ~ 8.00	77.09	345.03	4.48
B2F	8.00 ~ 1.5	86.18	406.08	4.71

(b) EW 方向

階	O. P. (m)	必要保有水平耐力 $Q_{un} (\times 10^3 \text{kN})$	保有水平耐力 $Q_u (\times 10^3 \text{kN})$	Q_u / Q_{un}
3F	29.15 ~ 22.95	22.49	132.88	5.91
2F	22.95 ~ 19.50	45.42	164.21	3.62
1F	19.50 ~ 15.00	61.59	224.49	3.65
B1F	15.00 ~ 8.00	77.17	307.21	3.98
B2F	8.00 ~ 1.5	86.18	392.65	4.56

6. 応力解析による評価結果

制御建屋の基礎版の配筋一覧を表 6-1 に、配筋領域図を図 6-1 に示す。なお、制御建屋の基礎版には、面外せん断補強筋は入っていない。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力に対する評価については、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

選定した要素の位置を図 6-2 に、評価結果を表 6-2 に示す。

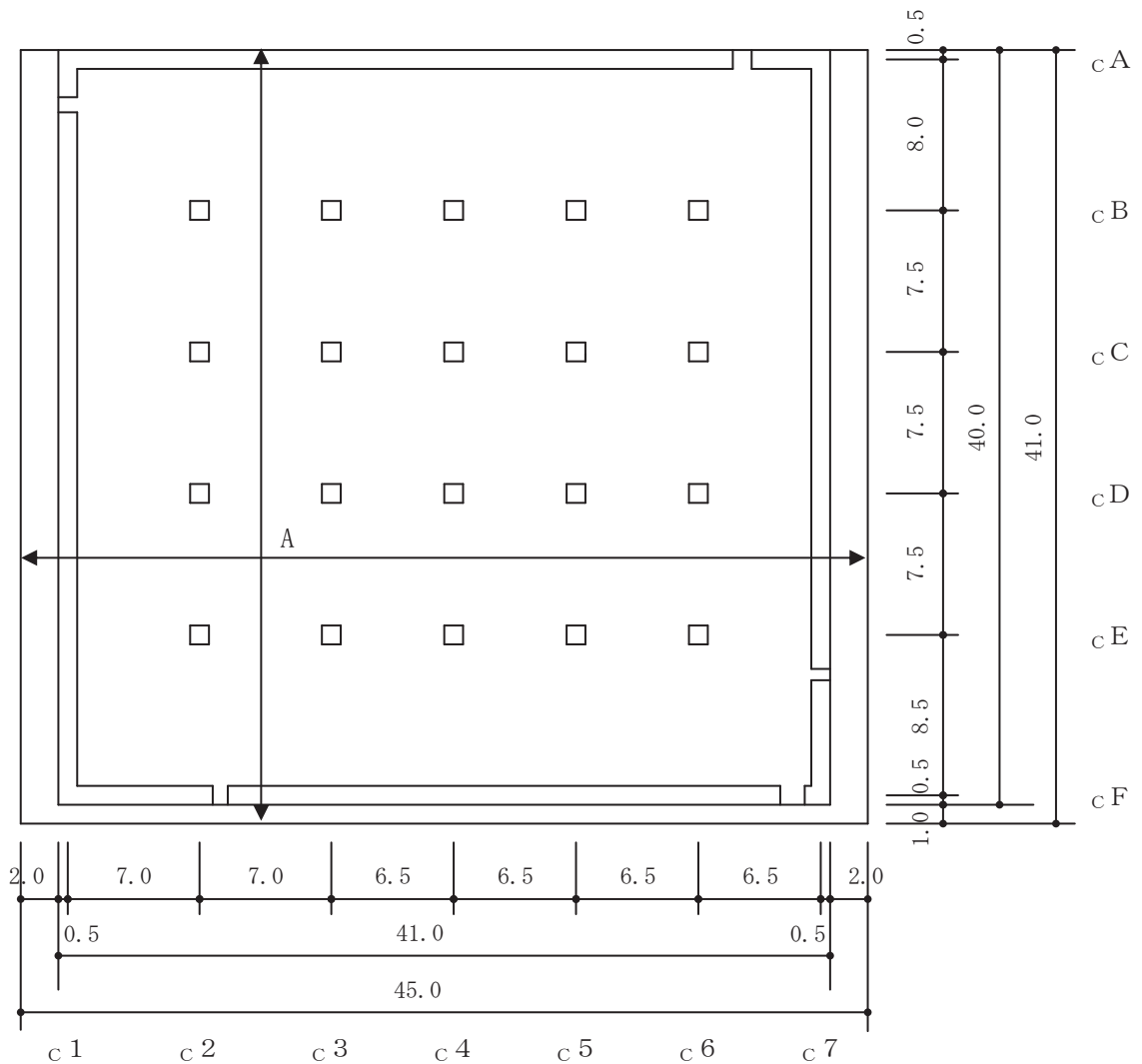
S s 地震時において、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が、各許容限界を超えないことを確認した。

表 6-1 基礎版の配筋一覧

領域	上ば筋		下ば筋	
	方向	配筋	方向	配筋
A	NS	D38@200	NS	D38@200
	EW	D38@200	EW	D38@200

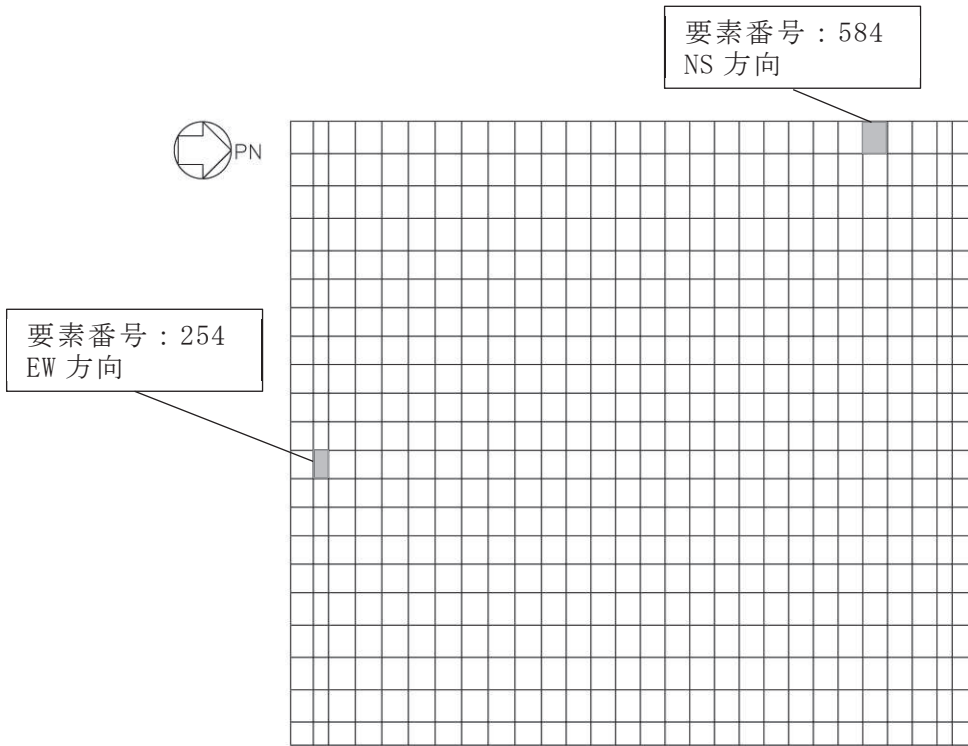


O 2 ⑤ VI-2-2-4 R 0

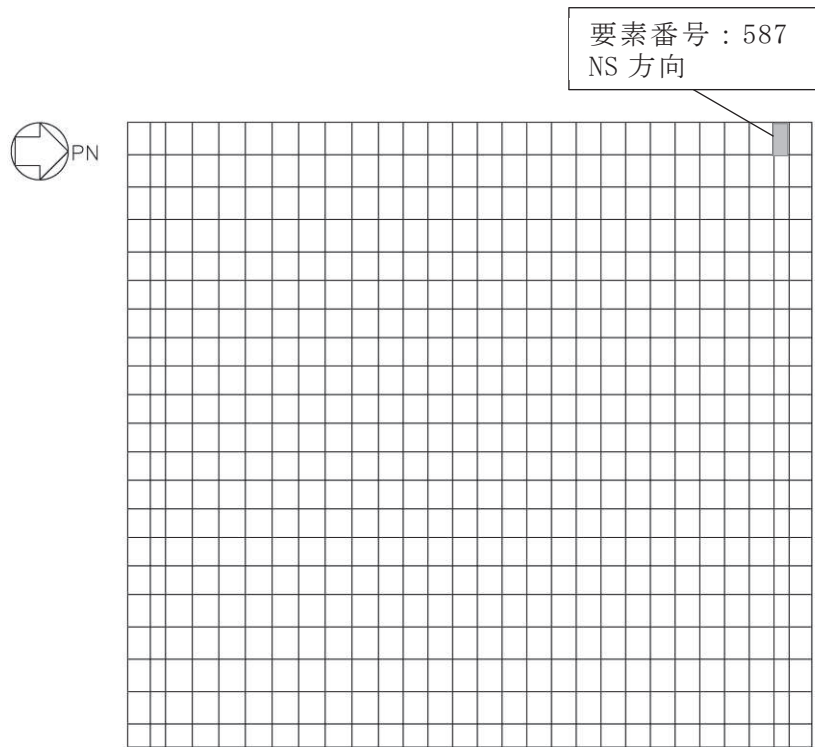


(単位：m)

図 6-1 基礎版の配筋領域図



(a) 軸力+曲げモーメント



(b) 面外せん断力

図 6-2 選定した要素の位置 (S_s地震時)

表 6-2 評価結果 (S s 地震時)

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	584	2	0.661	3.00
	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	254	2	0.980	5.00
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	587	2	1.76*	2.42

注記* : 応力の再分配を考慮して、応力平均化を行った結果。

7. 原子炉建屋への波及的影響評価

7.1 概要

本評価は、添付書類「VI-2-11-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に基づき、制御建屋は上位クラス施設であるものの相対変位により原子炉建屋に衝突する可能性が否定できないことから、制御建屋の相対変位による衝突の有無の確認を行い、衝突する場合には衝突時に原子炉建屋に影響がないことを説明するものである。

7.2 基本方針

7.2.1 構造概要

建屋配置図を図 7-1 に、制御建屋と原子炉建屋のクリアランスを図 7-2 に示す。

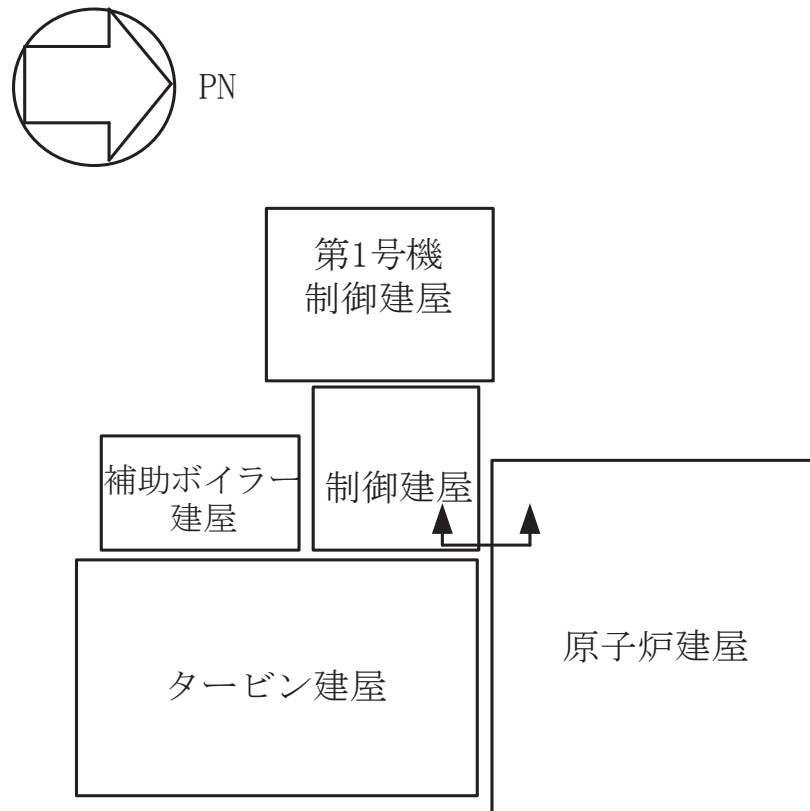


図 7-1 建屋配置図

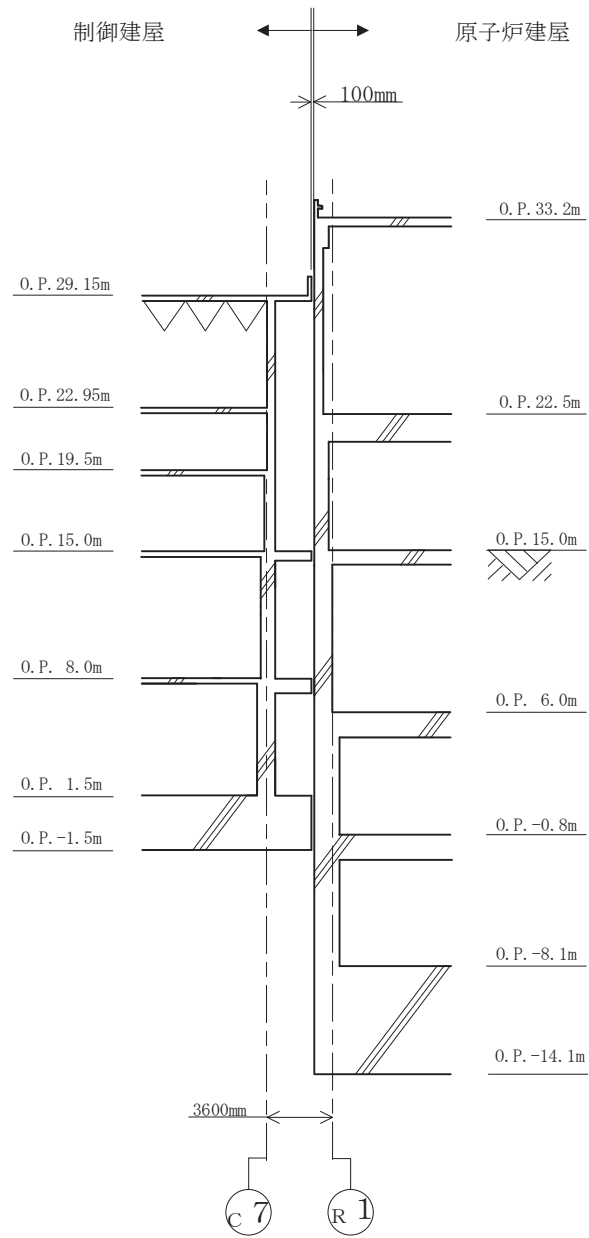


図 7-2 制御建屋と原子炉建屋のクリアランス

7.2.2 評価方針

制御建屋は、原子炉建屋と同じ運転状態を想定することから、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価を行う。

制御建屋の設計基準対象施設に対する波及的影響の評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行うこととする。制御建屋の波及的影響の評価は、添付書類「VI-2-11-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に基づき、建屋間の相対変位による影響では、制御建屋との相対変位による評価を行うことで、原子炉建屋への衝突の有無の確認を行う。この相対変位による評価では、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」に基づく最大応答変位に加えて、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に基づく最大応答変位を用いる。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

なお、制御建屋は、その配置上、原子炉建屋と接触する可能性が高いNS方向に対して波及的影響の評価を行う。

また、重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行う。ここで制御建屋では、設計基準事故時及び重大事故等時の状態における圧力、温度等の条件に有意な差異がないことから、重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価は、設計基準対象施設に対する波及的影響の評価と同一となる。

7.3 評価方法

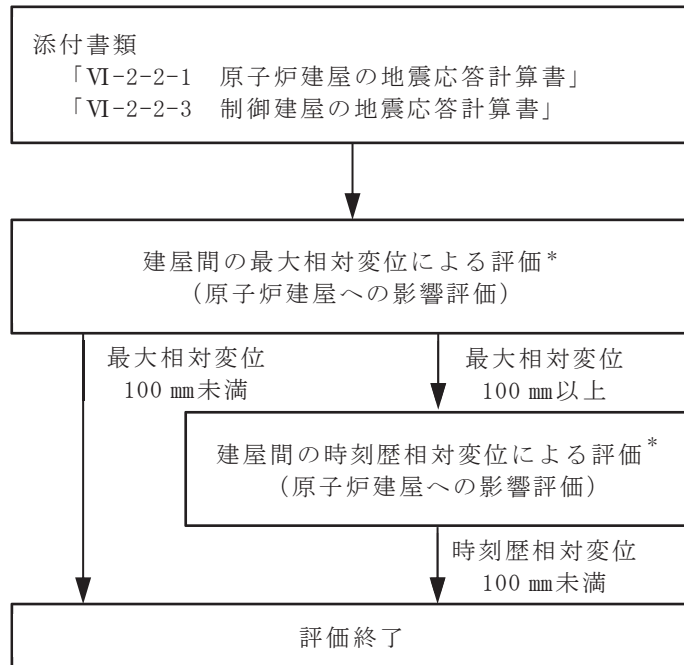
7.3.1 評価対象部位及び評価方針

制御建屋の波及的影響の評価は、以下の方針に基づき行う。

原子炉建屋との相対変位による評価では、両建屋の最大応答変位の絶対値和(以下「最大相対変位」という。)と建屋間のクリアランスの大小関係により、隣接する原子炉建屋への衝突の有無を確認する。なお、最大相対変位が許容限界を超過する場合には、両建屋の時刻歴上の相対変位から衝突の有無を確認する。

以上の評価では、材料物性の不確かさを考慮する。

図 7-3 に波及的影響の評価フローを示す。



注記* : 材料物性の不確かさを考慮する

図 7-3 制御建屋の波及的影響の評価フロー

7.3.2 許容限界

制御建屋の原子炉建屋に対する波及的影響の評価における許容限界は添付書類「VI-2-11-1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に記載の許容限界に基づき、表 7-1 及び表 7-2 のとおり設定する。

表 7-1 波及的影響の評価における許容限界
(設計基準対象施設に対する評価)

機能設計上の性能目標	地震力	部 位	機能維持のための考え方	許容限界
原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S s	制御建屋 及び 原子炉建屋	建屋間の最大相対変位が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	相対変位 100mm

表 7-2 波及的影響の評価における許容限界
(重大事故等対処施設に対する評価)

機能設計上の性能目標	地震力	部 位	機能維持のための考え方	許容限界
原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S s	制御建屋 及び 原子炉建屋	建屋間の最大相対変位が波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	相対変位 100mm

7.3.3 相対変位による評価方法

制御建屋の波及的影響の評価は、基準地震動 S_s における質点系モデルの地震応答解析結果を用い、以下のとおり評価する。

なお、以下の評価には、材料物性の不確かさを考慮する。

相対変位による評価は、添付書類「VI-2-2-3 制御建屋の地震応答計算書」における地震応答解析結果と添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」における地震応答解析結果から、地震動毎に最大応答変位の和を算出し、その値が許容限界を超えないことを確認する。最大相対変位を算出する際の基準点は原子炉建屋及び制御建屋ともに基礎底面レベルの地盤面とする。

また、衝突のおそれのある床レベルに地震応答解析モデルの質点がない場合には、当該床レベルの上下質点の応答変位を用いた線形補間により、当該床レベルの変位を算出する。

更に、上記の最大相対変位が許容限界を超える場合には、各建屋の時刻歴応答変位による相対変位が、許容限界を超えないことを確認する。

7.4 相対変位による評価結果

基準地震動 S_s に対する建屋間の最大相対変位 (NS 方向) を表 7-3 に示す。

その結果, ケース 1 (基本ケース) において, 最大相対変位は, 制御建屋質点レベル O.P. 29.15m (原子炉建屋質点レベル O.P. 33.20~O.P. 22.50m の中間レベル) で 52.5mm ($S_s - D1$) である。また, 材料物性の不確かさを考慮した場合の最大相対変位は, ケース 1 と同一の床レベルで 65.9mm ($S_s - N1$, ケース 5) であり, いずれの場合においても許容限界 (100mm) を超えないことを確認した。

表 7-3 制御建屋と原子炉建屋の最大相対変位 (NS 方向, 絶対値和)

(単位: mm)

制御建屋		原子炉建屋		ケース 1 (基本ケース)	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	許容 限界
質点 番号	O.P. (m)	質点 番号	O.P. (m)							
1, 9, 10	29.15	*	29.15	52.5 ($S_s - D1$)	52.8 ($S_s - D1$)	52.2 ($S_s - D1$)	65.2 ($S_s - N1$)	65.9 ($S_s - N1$)	64.4 ($S_s - N1$)	100
2, 11	22.95	21, 26	22.50	43.6 ($S_s - D1$)	43.8 ($S_s - D1$)	43.4 ($S_s - D1$)	54.4 ($S_s - N1$)	55.0 ($S_s - N1$)	53.7 ($S_s - N1$)	
4, 13	15.00	22, 27	15.00	27.3 ($S_s - N1$)	27.3 ($S_s - N1$)	27.1 ($S_s - N1$)	35.2 ($S_s - N1$)	35.4 ($S_s - N1$)	34.8 ($S_s - N1$)	
5, 14	8.00	23, 28	6.00	15.7 ($S_s - N1$)	15.7 ($S_s - N1$)	15.7 ($S_s - N1$)	19.2 ($S_s - N1$)	19.3 ($S_s - N1$)	19.0 ($S_s - N1$)	

注: () 内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は, 基準地震動 $S_s - D1$, $S_s - D2$, $S_s - D3$, $S_s - F3$ 及び $S_s - N1$ に対して実施。

注記*: 制御建屋の質点番号 1, 9, 10 (O.P. 29.15m) の相対変位に加算する原子炉建屋の相対変位は, 原子炉建屋の上下階の質点間 (O.P. 33.20m~O.P. 22.50m) で線形補間して算定する。

8. 引用文献

- (1) Comite Euro-International du Beton : CEB-FIP MODEL CODE 1990 (DESIGN CODE), 1993
- (2) 出雲淳一, 島弘, 岡村甫 : 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル, コンクリート工学, Vol.25, No.9, 1987.9

VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 解析方針	5
2.4 適用基準	7
3. 解析方法	8
3.1 地震時荷重算出断面	8
3.2 解析方法	11
3.2.1 構造部材	11
3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき	12
3.2.3 減衰定数	13
3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定	14
3.3 荷重及び荷重の組合せ	16
3.3.1 耐震評価上考慮する状態	16
3.3.2 荷重	16
3.3.3 荷重の組合せ	17
3.4 入力地震動	18
3.5 解析モデル及び諸元	51
3.5.1 解析モデル	51
3.5.2 使用材料及び材料の物性値	54
3.5.3 地盤の物性値	54
3.5.4 地下水位	55
4. 解析結果	57
4.1 南北方向（スクリーンエリア）の解析結果	57
4.2 南北方向（循環水ポンプエリア）の解析結果	82
4.3 東西方向の解析結果	103

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき実施する第3号機海水ポンプ室の地震応答解析について説明するものである。

本地震応答解析は、第3号機海水ポンプ室が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値を抽出するものである。

第3号機海水ポンプ室は、面部材として加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を有する箱形構造物であることから、二次元地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を三次元構造解析モデルに作用させて耐震評価を実施するものである。よって、地震応答解析により抽出する応答値は、三次元構造解析モデルに作用させる地震時土圧、慣性力及び基礎地盤に発生する接地圧である。

また、機器・配管系が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために用いる応答値の抽出を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

第3号機海水ポンプ室の位置を図2-1に示す。

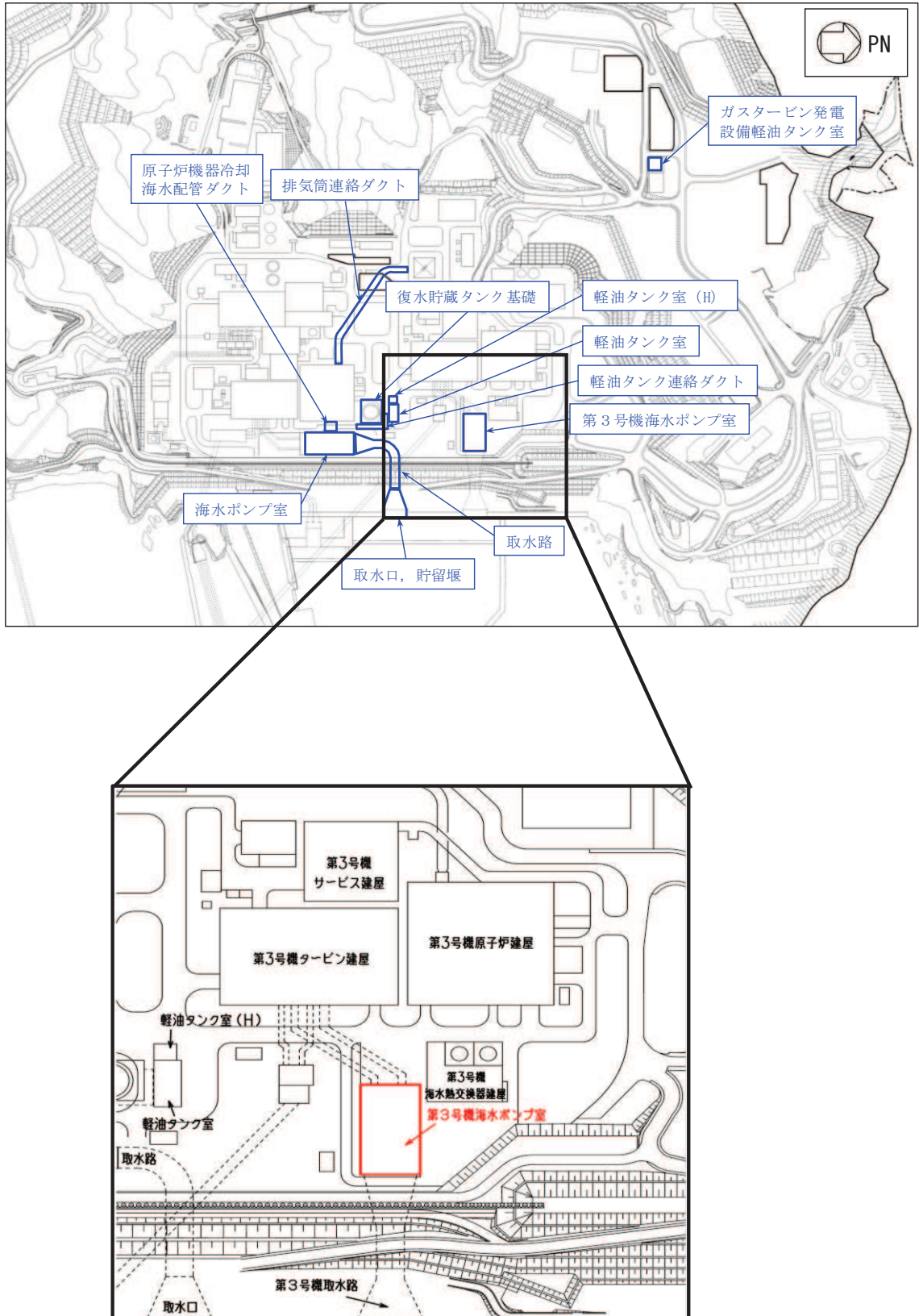


図2-1 第3号機海水ポンプ室の位置図

2.2 構造概要

第3号機海水ポンプ室の平面図を図2-2に、断面図を図2-3～図2-5に示す。

第3号機海水ポンプ室は、耐震重要施設である防潮壁等を間接支持する支持機能及び浸水防止のための止水機能が要求される。

第3号機海水ポンプ室は、地下2階または地下3階構造となっており、上部はスクリーンエリア、循環水ポンプエリアの2エリアに分かれている。下部は水路となっており、スクリーンエリアの下部は四連のボックスカルバート構造、循環水ポンプエリアの下部は二連のボックスカルバート構造となっている。また、上部は各エリアが隔壁により仕切られ、各エリアによって開口部の存在や中床版の設置レベルが異なる等、複雑な構造となっている。

第3号機海水ポンプ室は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮する箱形構造物である。

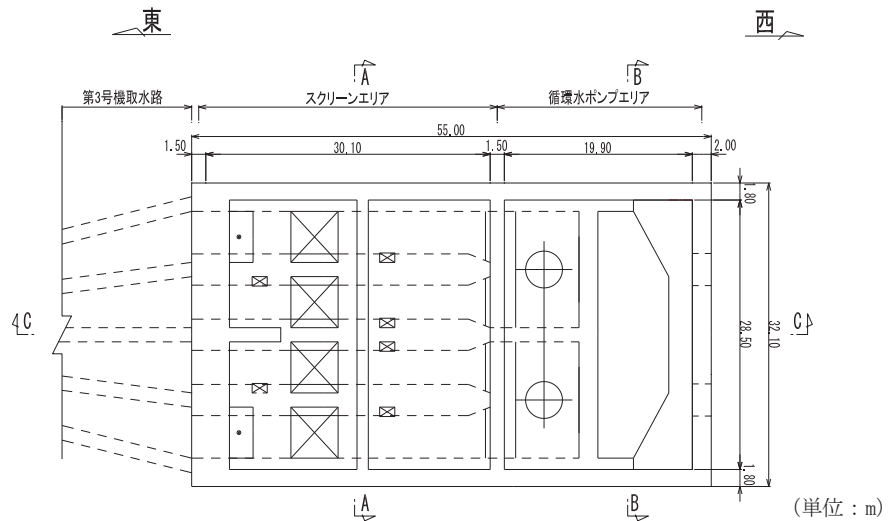


図2-2 第3号機海水ポンプ室平面図

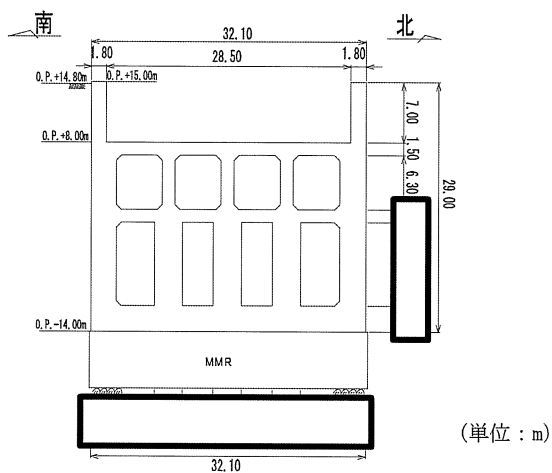


図 2-3 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (A-A 断面)

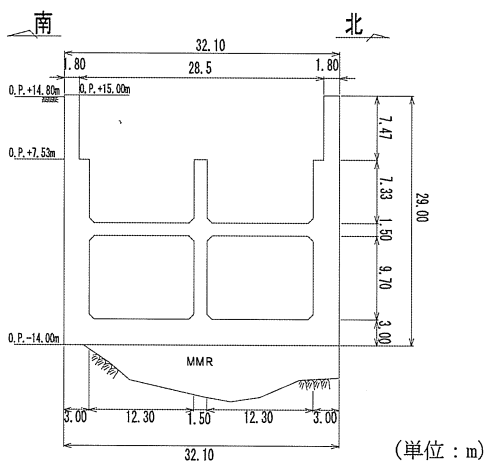


図 2-4 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B 断面)

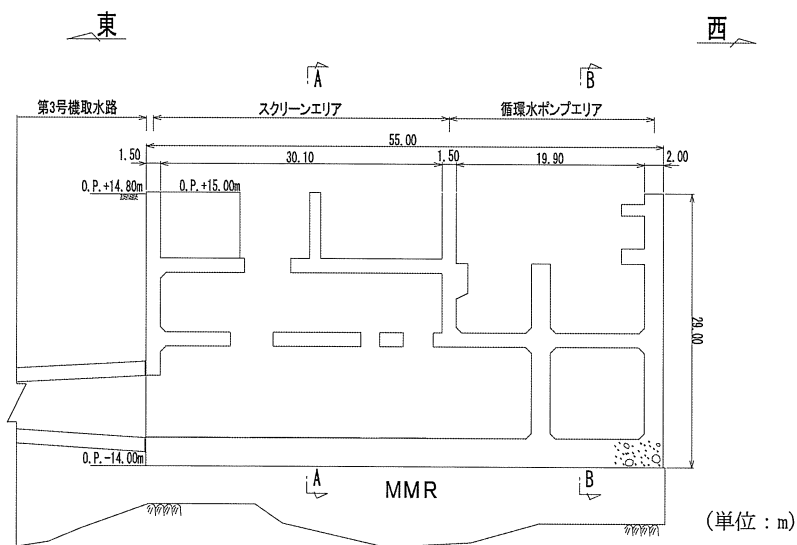


図 2-5 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (C-C 断面)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

2.3 解析方針

第3号機海水ポンプ室は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づき、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対して地震応答解析を実施する。

図2-6に第3号機海水ポンプ室の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「2. 基本方針」に基づき、「3.1 地震時荷重算出断面」に示す断面において、「3.2 解析方法」に示す水平地震動と鉛直地震動の同時加振による二次元有限要素法を用いた時刻歴応答解析により行うこととし、地盤物性及び材料物性のばらつきを適切に考慮する。

二次元有限要素法による時刻歴応答解析は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.5 解析モデル及び諸元」に示す条件を基に、「3.4 入力地震動」により設定する入力地震動を用いて実施する。

地震応答解析による応答加速度は、機器・配管系の設計用床応答曲線の作成に用い、地震時土圧、慣性力及び基礎地盤の接地圧は、第3号機海水ポンプ室の耐震評価に用いる。

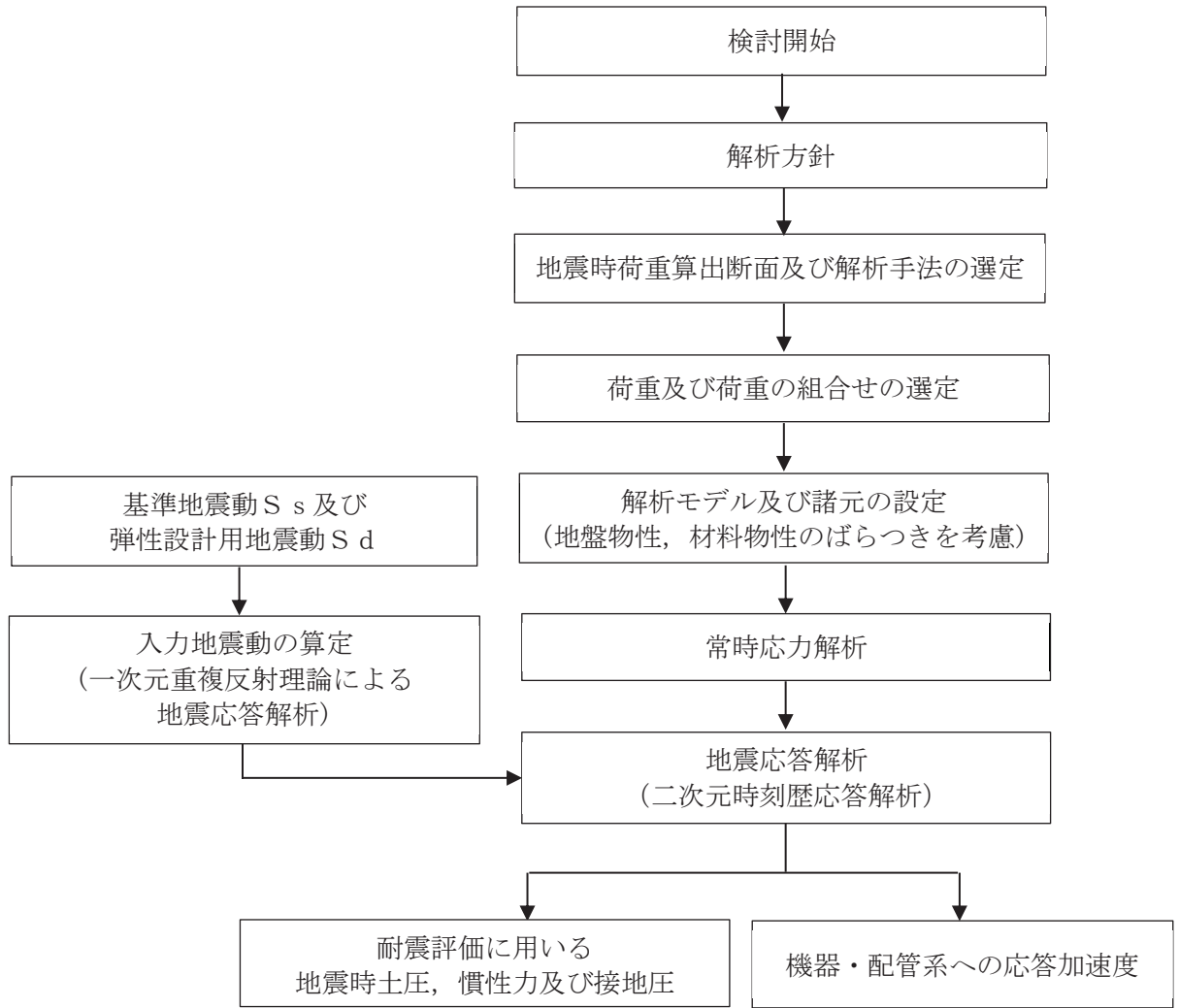


図 2-6 第 3 号機海水ポンプ室の地震応答解析フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 土木学会 2002年 コンクリート標準示方書[構造性能照査編]
- 土木学会 2005年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル
- 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）

3. 解析方法

3.1 地震時荷重算出断面

第3号機海水ポンプ室の地震時荷重算出断面位置を図3-1に示す。地震時荷重算出断面は、構造的特徴や周辺地質状況を踏まえ、南北方向では妻壁や隔壁の配置が異なることによる剛性差を考慮して、スクリーンエリア (A-A断面) 及び循環水ポンプエリア (B-B断面) を通る断面とし、東西方向では構造物中心を通る断面 (C-C断面) とする。地震時荷重算出用地質断面図を図3-2～図3-4に示す。

なお、加振方向に平行に配置され耐震上見込むことができる面部材の配置から、南北方向 (A-A断面及びB-B断面) が弱軸方向となり、東西方向 (C-C断面) が強軸方向となる。よって、構造物の耐震評価に用いる応答値の抽出は、弱軸方向に対して実施し、機器・配管系の耐震評価に用いる応答値の抽出は、弱軸方向及び強軸方向に対して実施する。

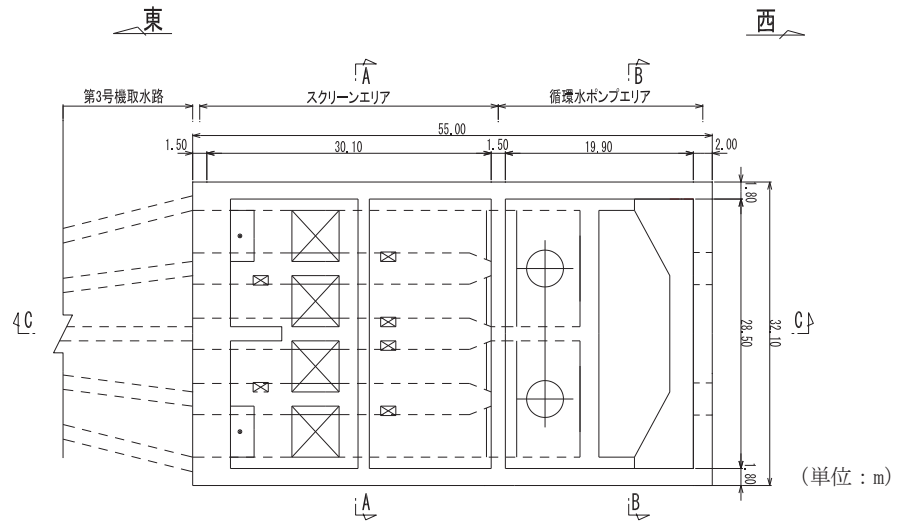


図3-1 第3号機海水ポンプ室の地震時荷重算出断面位置図

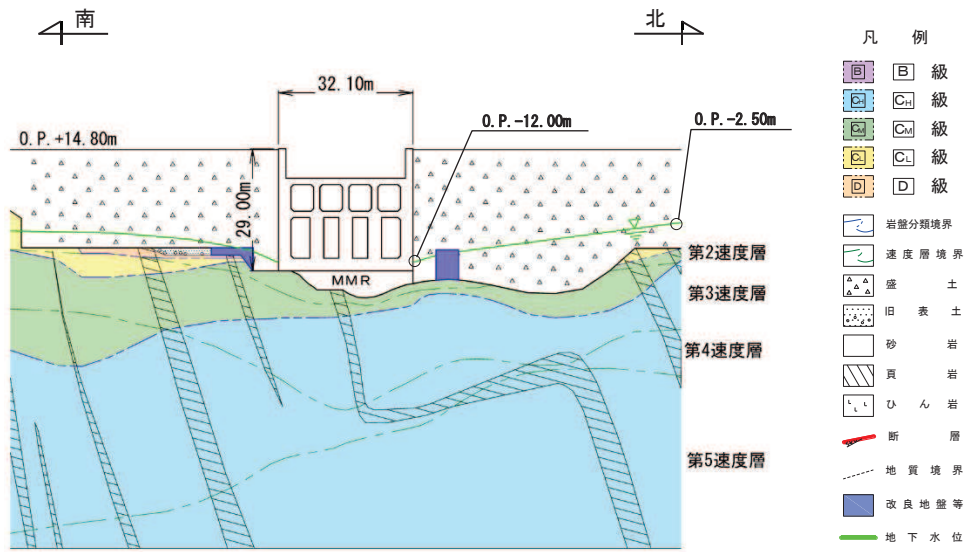


図 3-2 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図
(A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

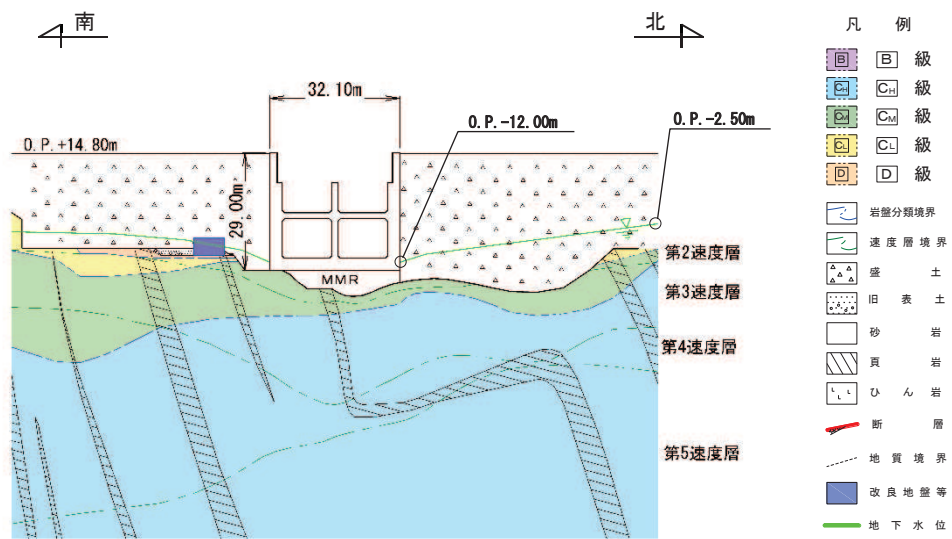


図 3-3 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図
(B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

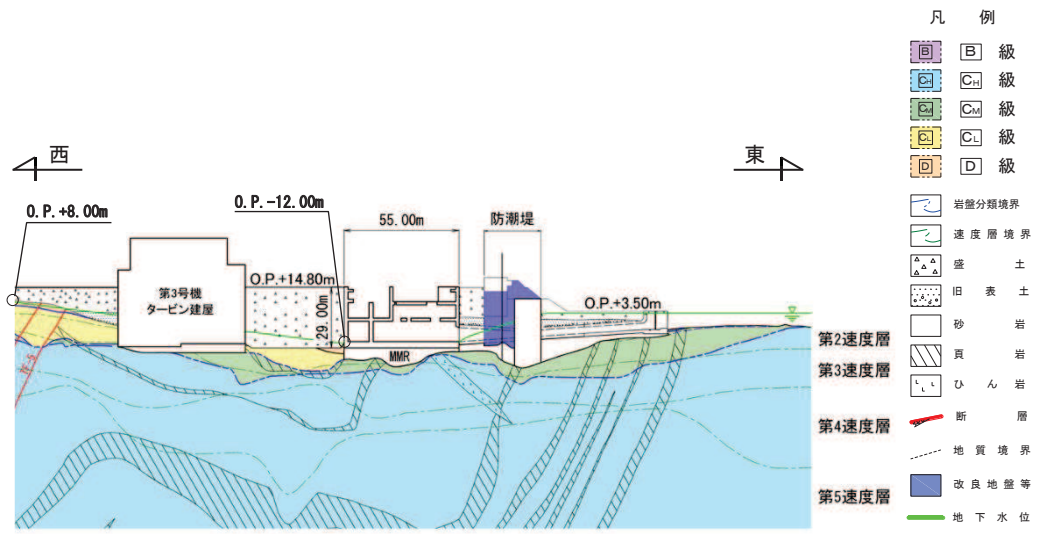


図 3-4 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図 (C-C 断面, 東西)

3.2 解析方法

第3号機海水ポンプ室の地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元有限要素法により、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析（全応力解析）により行う。

第3号機海水ポンプ室の東側には、防潮堤が隣接しており、お互いの振動の影響を受けることが考えられるため、防潮堤をモデル化する。なお、第3号機取水路は、耐震評価において保守的な評価になるよう盛土としてモデル化する。

構造部材については、中床版、底版及び地震時荷重算出断面に垂直な壁部材は線形はり要素、断面に平行な壁部材は平面応力要素とし、構造物の奥行方向の長さ各部材の奥行方向の長さの比率や三次元構造解析モデルとの変位を整合させるためのヤング係数の調整を行い、三次元構造モデルと等価な剛性となるようモデル化する。また、地盤については地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「Soil Plus Dynamic 2015 Build3」を使用する。なお解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

鉄筋コンクリート部材は、線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき

地盤物性及び材料物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

第 3 号機海水ポンプ室は、MMR 上に設置され、周囲が埋戻されており、主たる荷重は盛土等の土圧となることから、盛土及び旧表土等の初期せん断係数のばらつきを考慮する。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③を実施することにより地盤物性のばらつきの影響を網羅的に考慮する。

また、材料物性のばらつきとして構造物の実強度に基づいて設定した解析ケース④を実施することにより、材料物性のばらつきの影響を考慮する。

詳細な解析ケースの考え方は、「3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定」に示す。

表 3-1 解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		盛土, 旧表土, D級岩盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C _L 級岩盤, C _M 級岩盤, C _H 級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+1 σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 σ	平均値
ケース④	実強度に基づく 圧縮強度*	平均値	平均値

注記*: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.2.3 減衰定数

構造部材の減衰定数は、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解析にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 に示す。

$$[c] = \alpha [m] + \beta [k]$$

[c] : 減衰係数マトリックス

[m] : 質量マトリックス

[k] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

表 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

地震時荷重算出断面	α	β
A-A 断面, 南北方向 (スクリーンエリア)	4.838×10^{-1}	6.200×10^{-4}
B-B 断面, 南北方向 (循環水ポンプエリア)	4.913×10^{-1}	6.110×10^{-4}
C-C 断面, 東西方向	3.882×10^{-1}	7.730×10^{-4}

3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定

(1) 耐震評価における解析ケース

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が 0.5 以上となるすべての照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いて、表 3-1 に示す解析ケース②～④を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	材料物性（コンクリート）に実強度を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ	平均値
材料物性			設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度	実強度に基づく圧縮強度*2
地震動 (位相)	$S_s - D 1$	++*1	○	基準地震動 S_s (7 波) に水平動の位相反転を考慮した地震動 (7 波) を加えた全 14 波により照査を行ったケース① (基本ケース) の結果から、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が 0.5 以上となる照査項目に対して、最も厳しい (許容限界に対する裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②～④を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～④を実施する。		
		-+*1	○			
	$S_s - D 2$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - D 3$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 1$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 2$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - F 3$	++*1	○			
		-+*1	○			
	$S_s - N 1$	++*1	○			
		-+*1	○			

注記*1：耐震評価にあたっては、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005 年 6 月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に従い、水平方向の位相反転を考慮する。地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

*2：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

(2) 機器・配管系に対する応答加速度抽出のための解析ケース

機器・配管系に対する応答加速度抽出においては、床応答への保守的な配慮として解析ケース①に加え、表 3-1 に示す解析ケース②～④を実施する。機器・配管系の応答加速度抽出における解析ケースを表 3-4 に示す。

表 3-4 機器・配管系の応答加速度抽出のための解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	材料物性 (コンクリート) に実強度を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ	平均値
材料物性		設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度	実強度に基づく圧縮強度*2
地震動 (位相)	S s - D 1 S d - D 1	++*1	○	○	○
	S s - D 2 S d - D 2	++*1	○	○	○
	S s - D 3 S d - D 3	++*1	○	○	○
	S s - F 1 S d - F 1	++*1	○	○	○
	S s - F 2 S d - F 2	++*1	○	○	○
	S s - F 3 S d - F 3	++*1	○	○	○
	S s - N 1 S d - N 1	++*1	○	○	○

注記*1：地震動の位相について、++の左側は水平動，右側は鉛直動を表す。

*2：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

第3号機海水ポンプ室の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪を考慮する。第3号機海水ポンプ室は、埋設構造物であるため風の影響は考慮しない。なお、第3号機海水ポンプ室の隣接構造物としてモデル化される防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、添付書類「VI-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性について」に基づき、風の影響を考慮する。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

第3号機海水ポンプ室の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重、機器・配管荷重を考慮する。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、積雪荷重 P_s を含めて地表面に 4.9kN/m^2 を考慮する。

(3) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である43cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量1cmごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮する。

(4) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

(5) 地震荷重（ S_d ）

弾性設計用地震動 S_d による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-5 に示す。

表 3-5 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S _s)	G + P + S _s
地震時 (S _d) *	G + P + S _d

注記* : 機器・配管系の耐震設計に用いる。

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_s を含めて 4.9kN/m² を地表面に考慮)

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

S_d : 地震荷重 (弾性設計用地震動 S_d)

3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を一次元重複反射理論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図3-5に入力地震動算定の概念図を、図3-6～図3-37に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「Ark Quake Ver. 3.10」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

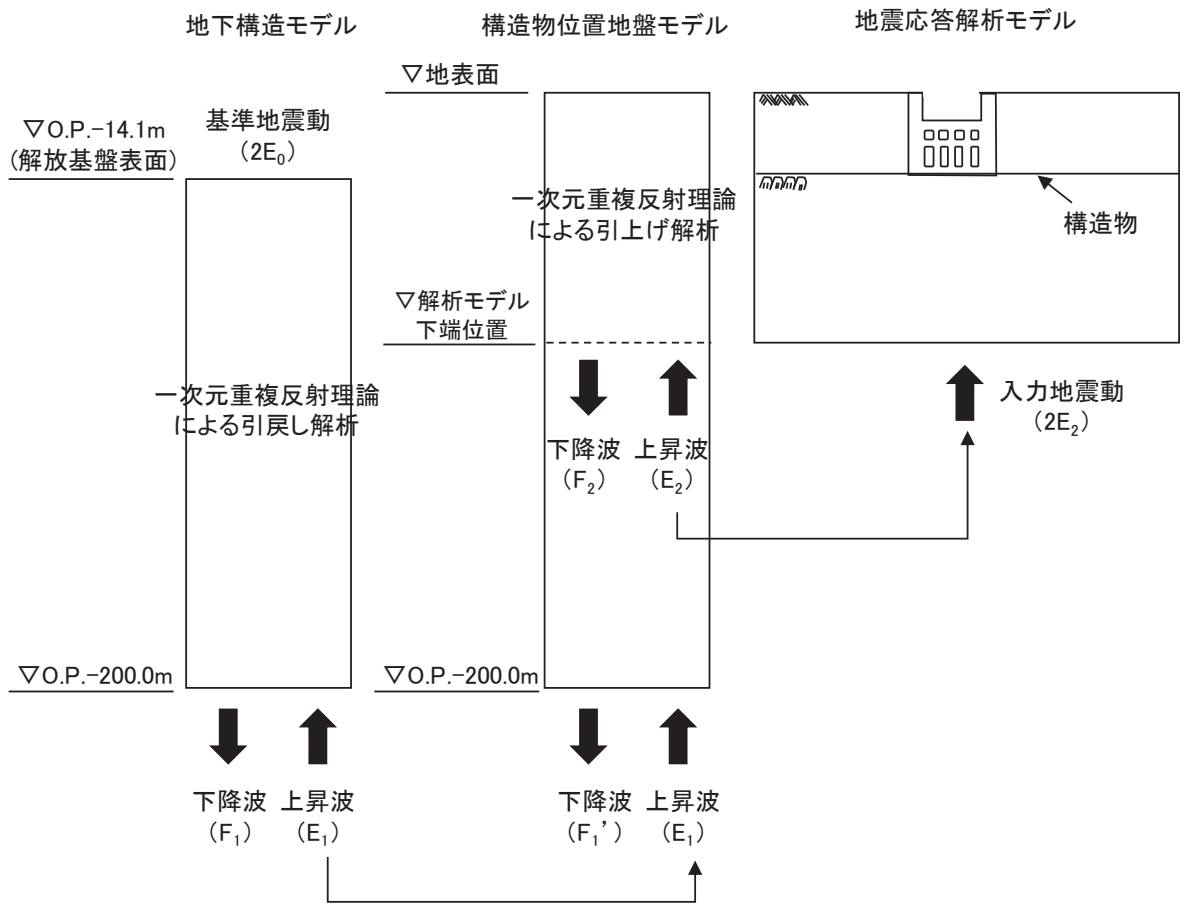
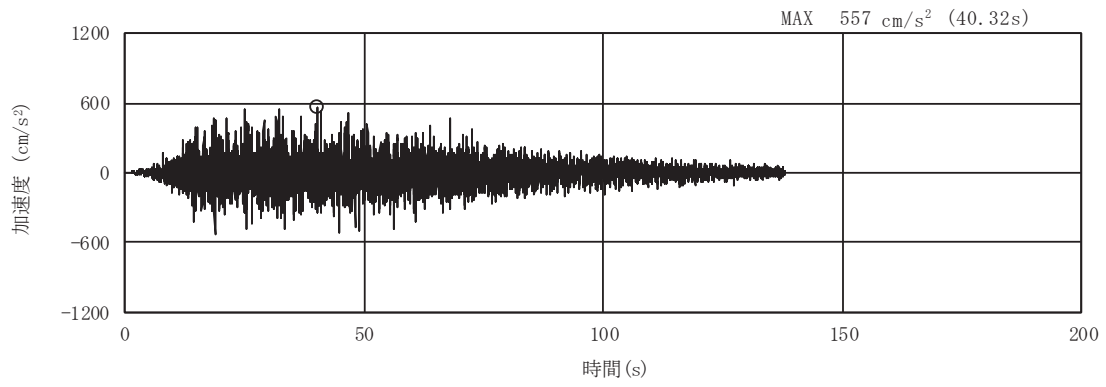
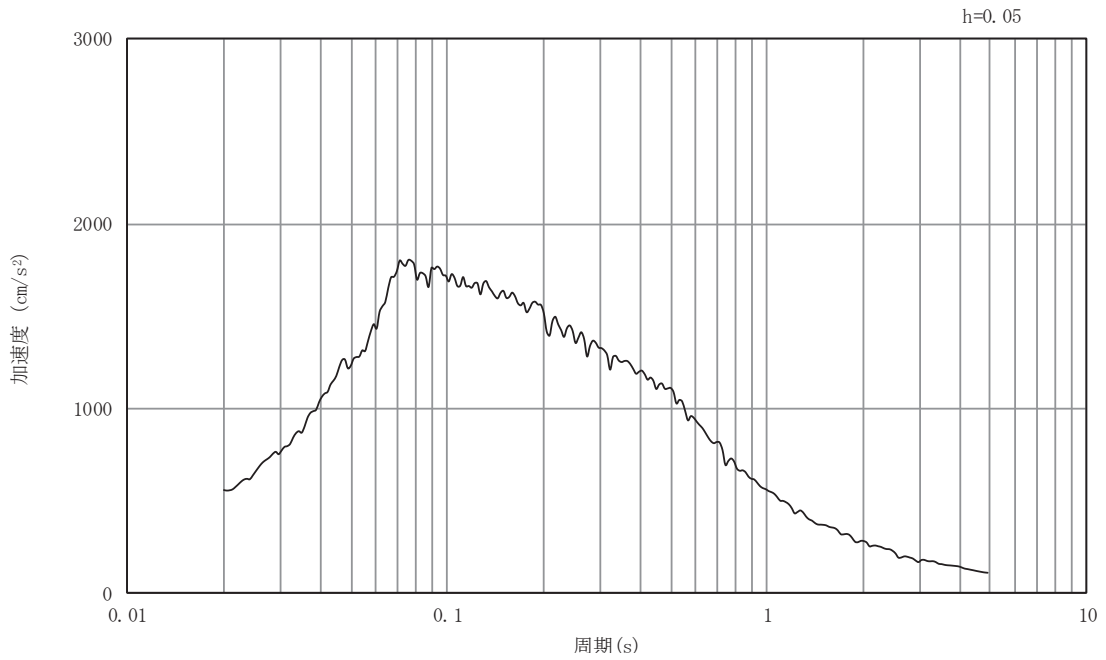


図 3-5 入力地震動算定の概念図

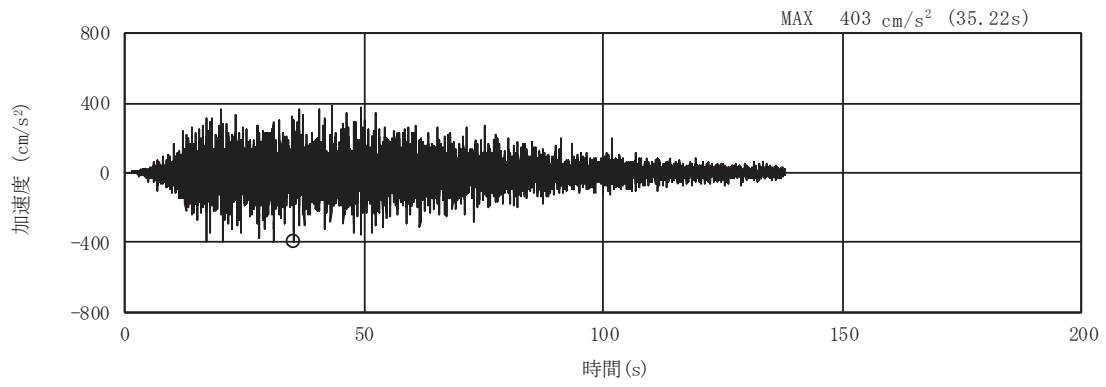


(a) 加速度時刻歴波形

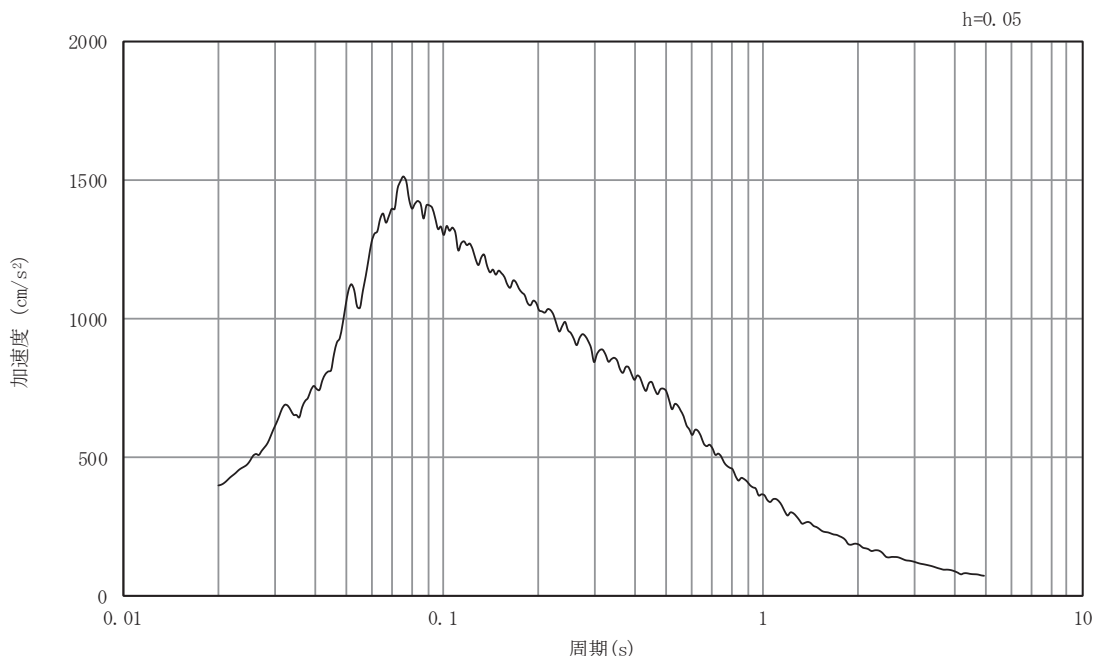


(b) 加速度応答スペクトル

図3-6 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - D 1)

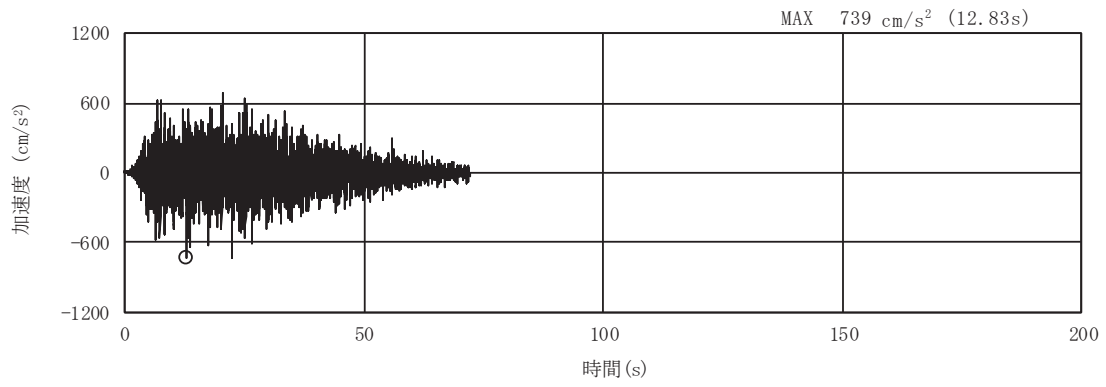


(a) 加速度時刻歴波形

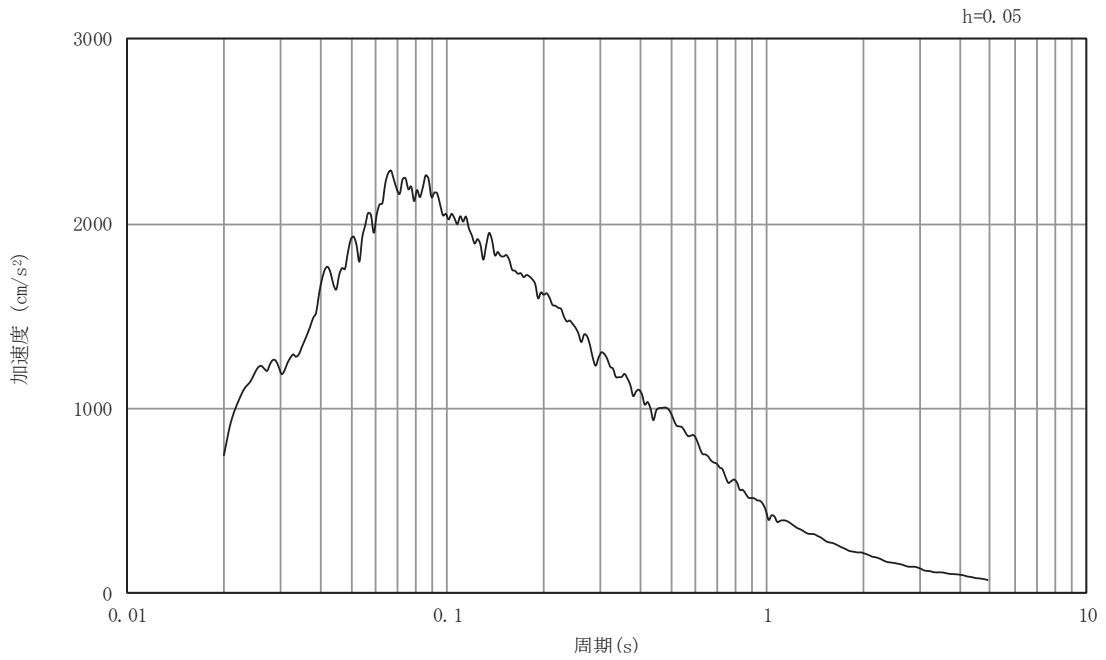


(b) 加速度応答スペクトル

図3-7 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - D 1)

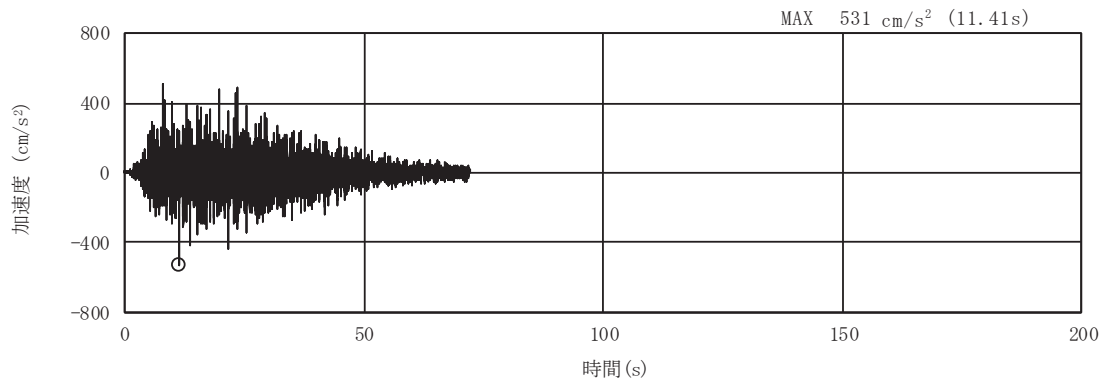


(a) 加速度時刻歴波形

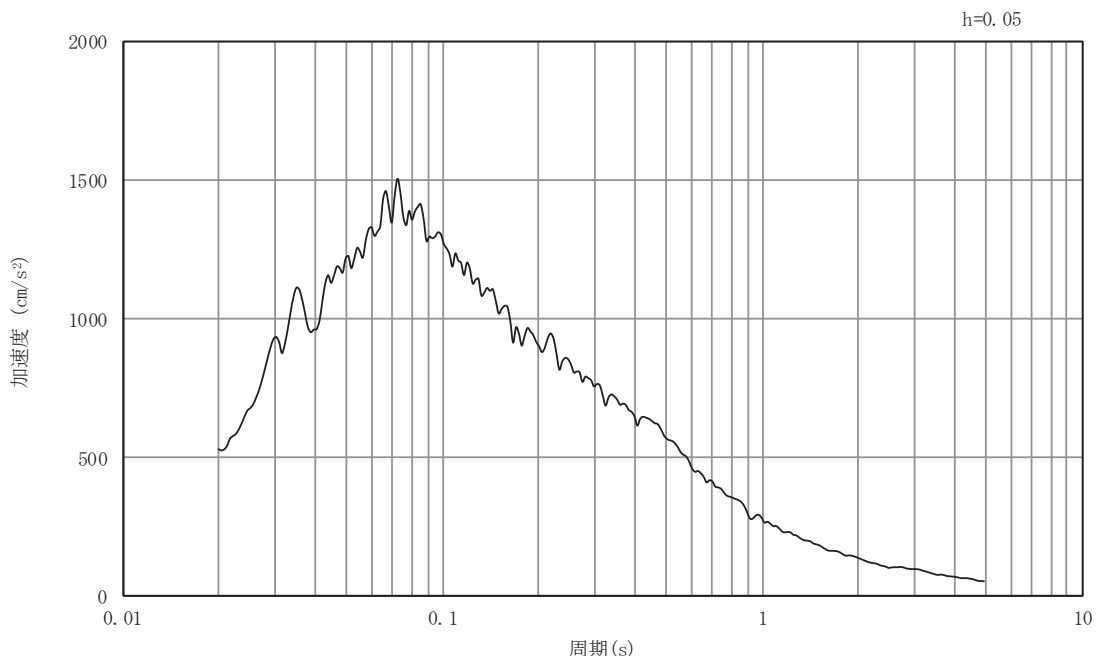


(b) 加速度応答スペクトル

図3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - D 2)

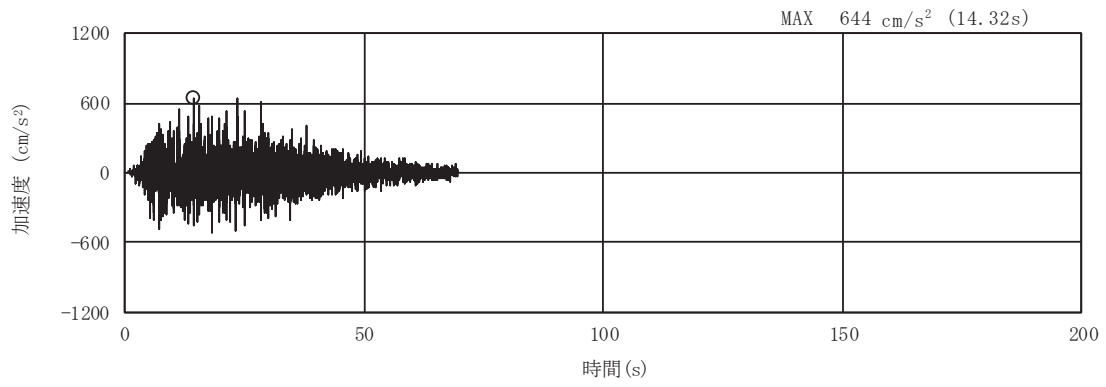


(a) 加速度時刻歴波形

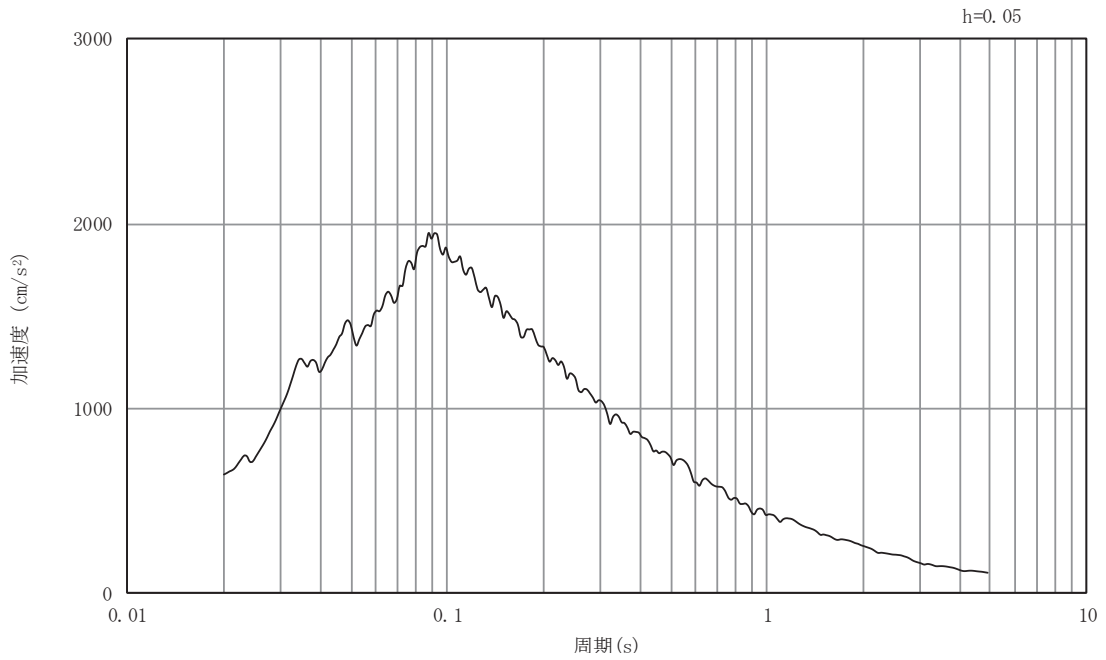


(b) 加速度応答スペクトル

図3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - D 2)

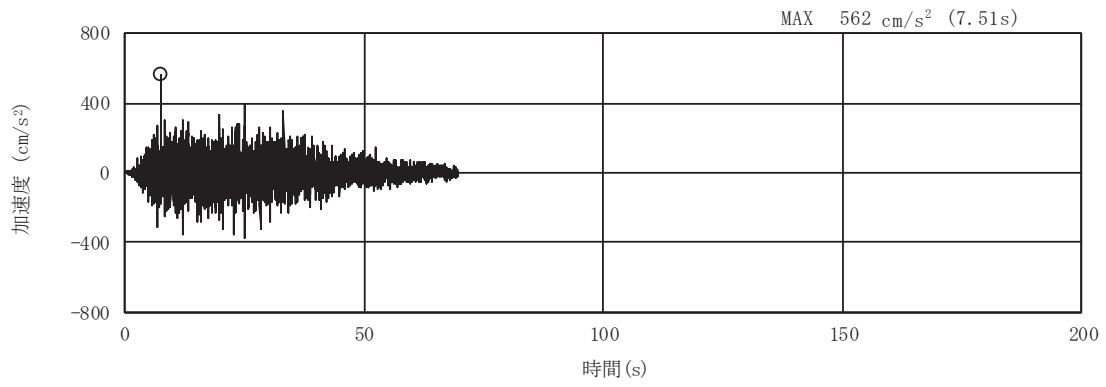


(a) 加速度時刻歴波形

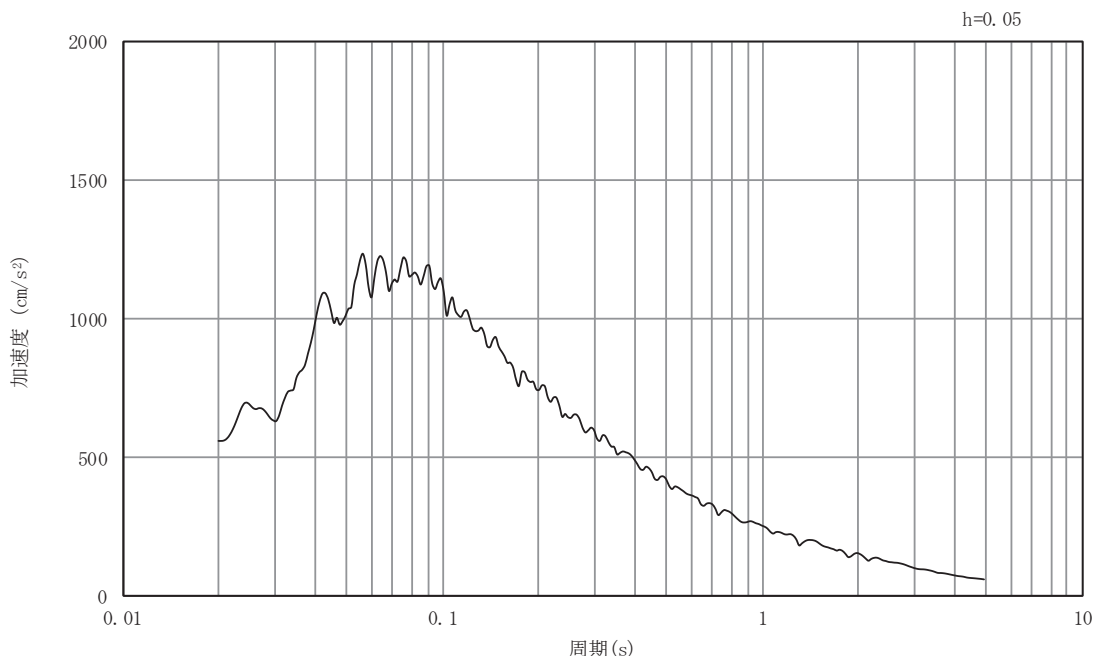


(b) 加速度応答スペクトル

図3-10 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - D 3)

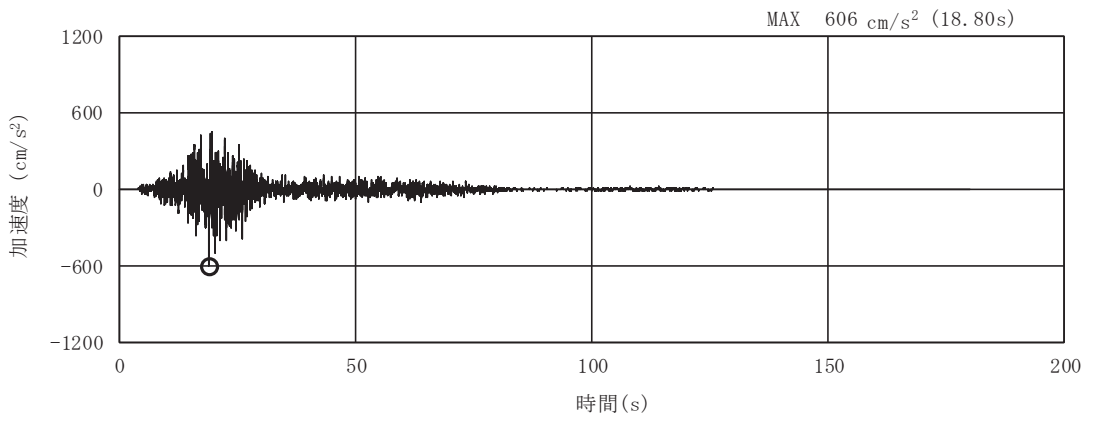


(a) 加速度時刻歴波形

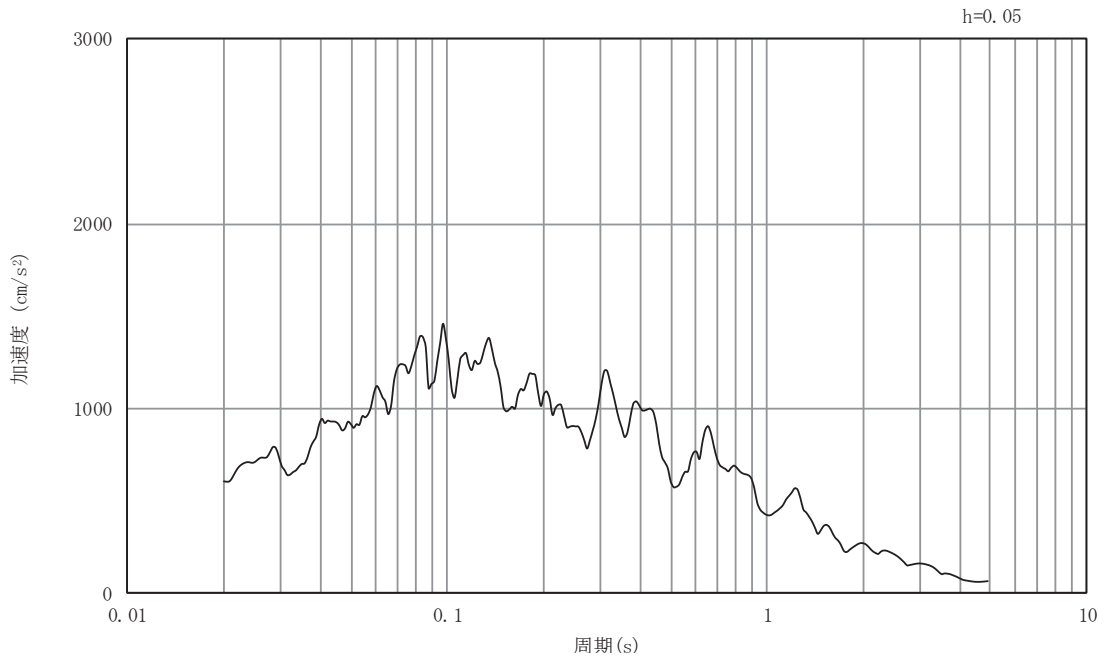


(b) 加速度応答スペクトル

図3-11 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - D 3)

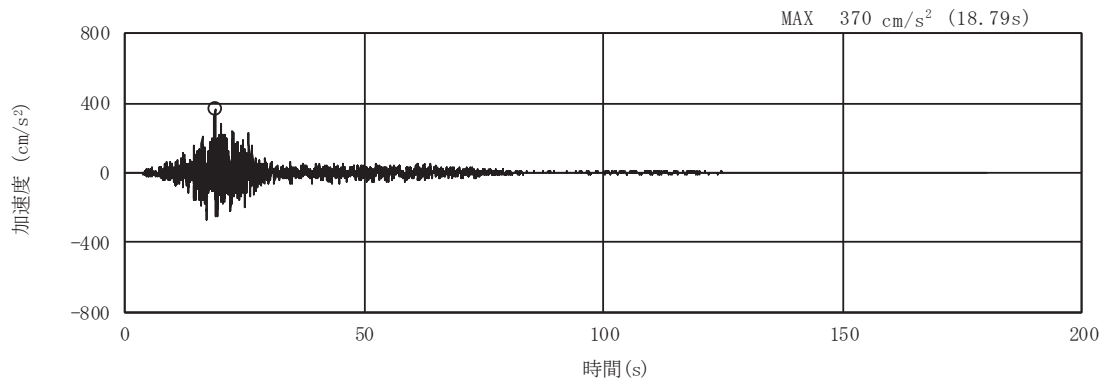


(a) 加速度時刻歴波形

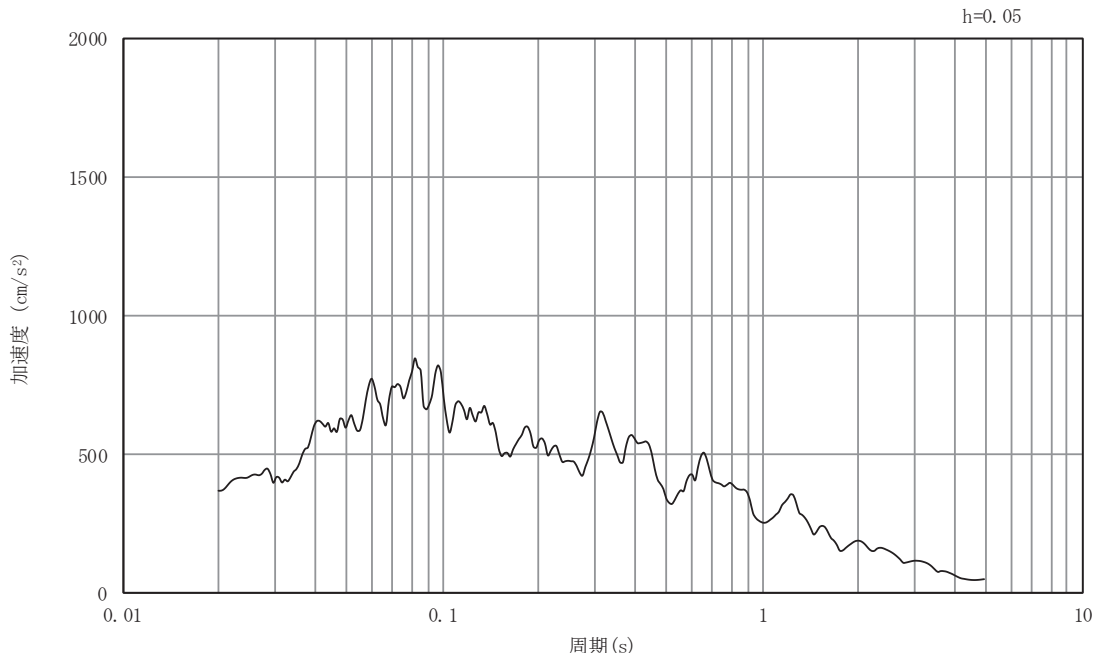


(b) 加速度応答スペクトル

図3-12 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - F 1)

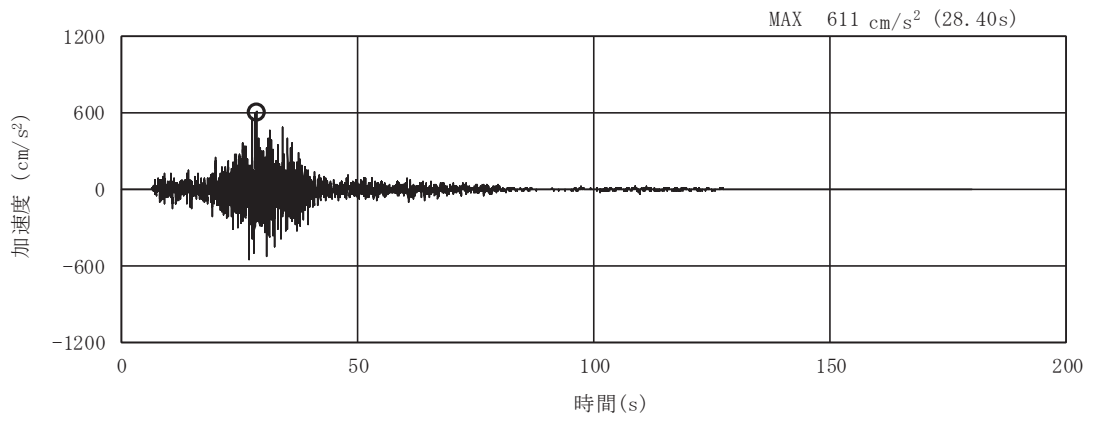


(a) 加速度時刻歴波形

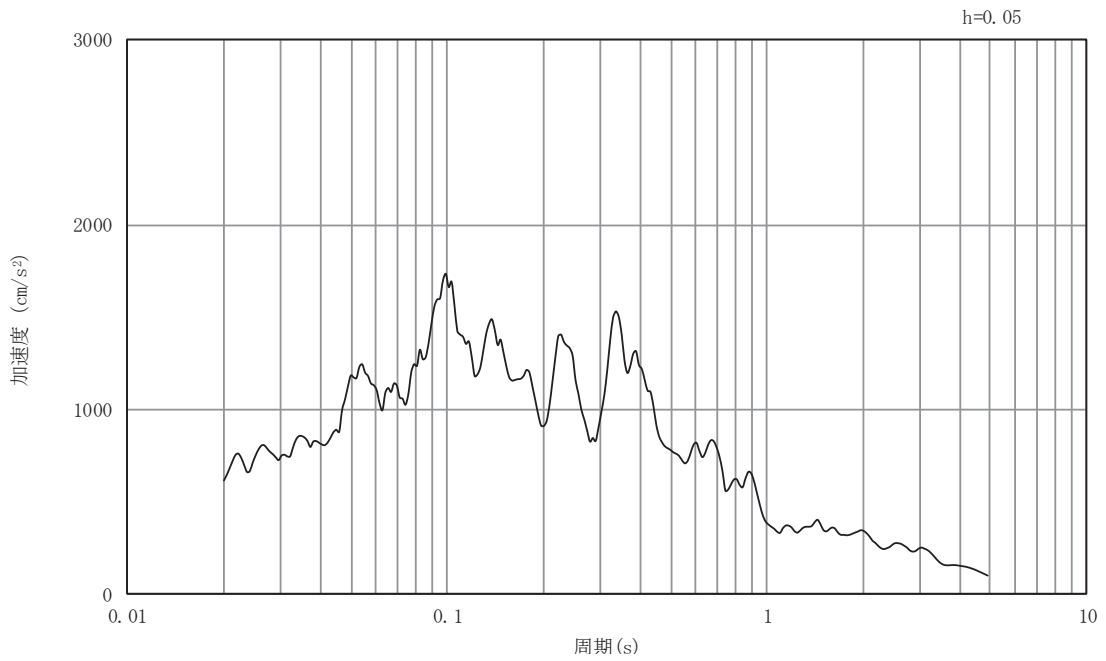


(b) 加速度応答スペクトル

図3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 1)

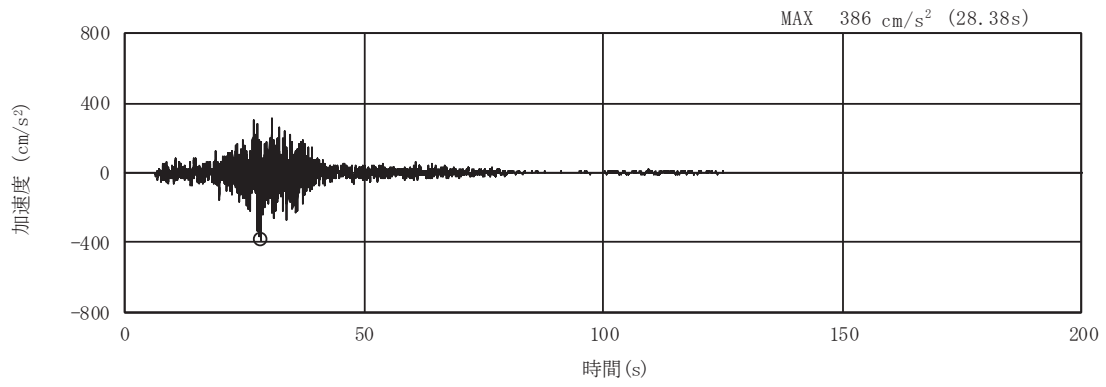


(a) 加速度時刻歴波形

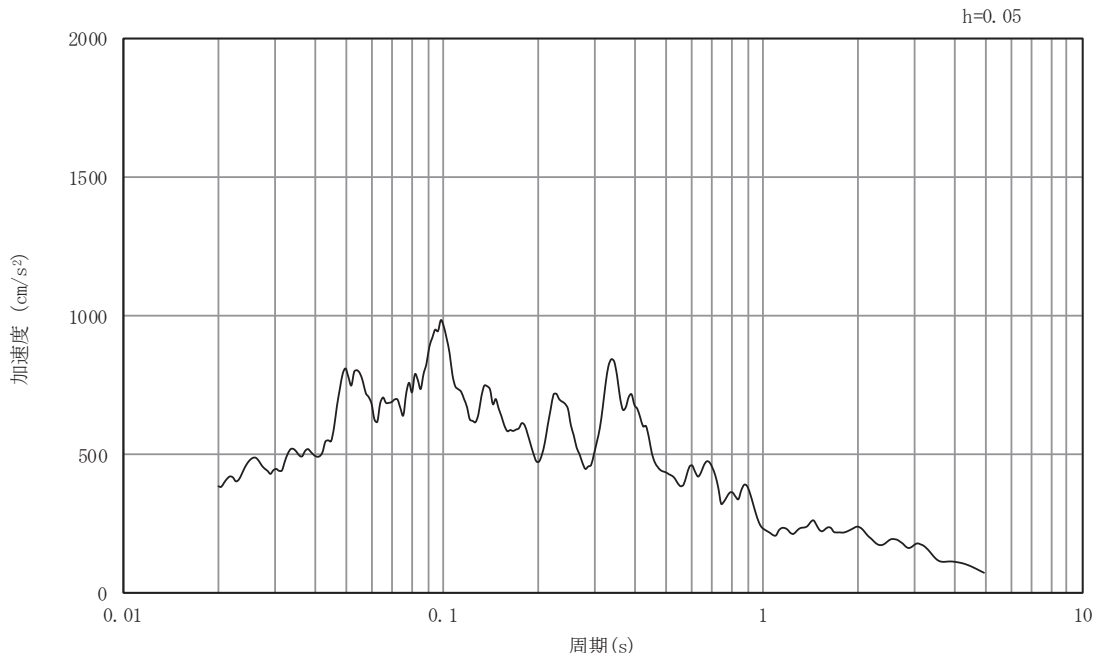


(b) 加速度応答スペクトル

図3-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - F 2)

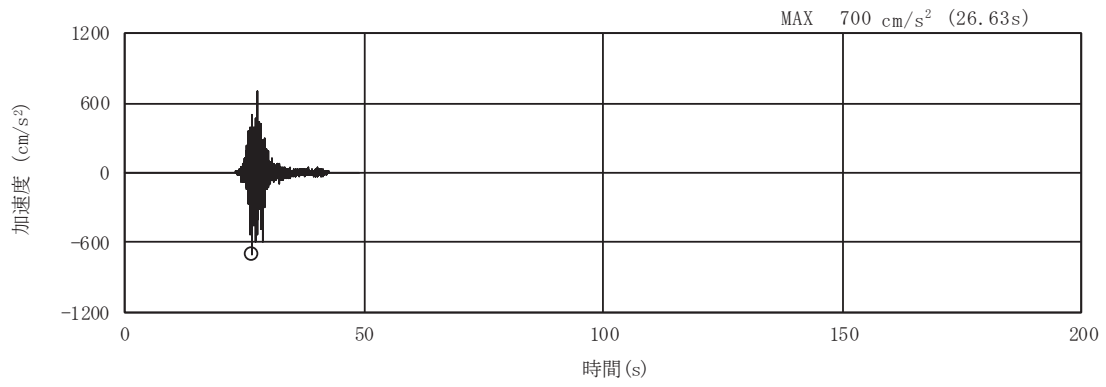


(a) 加速度時刻歴波形

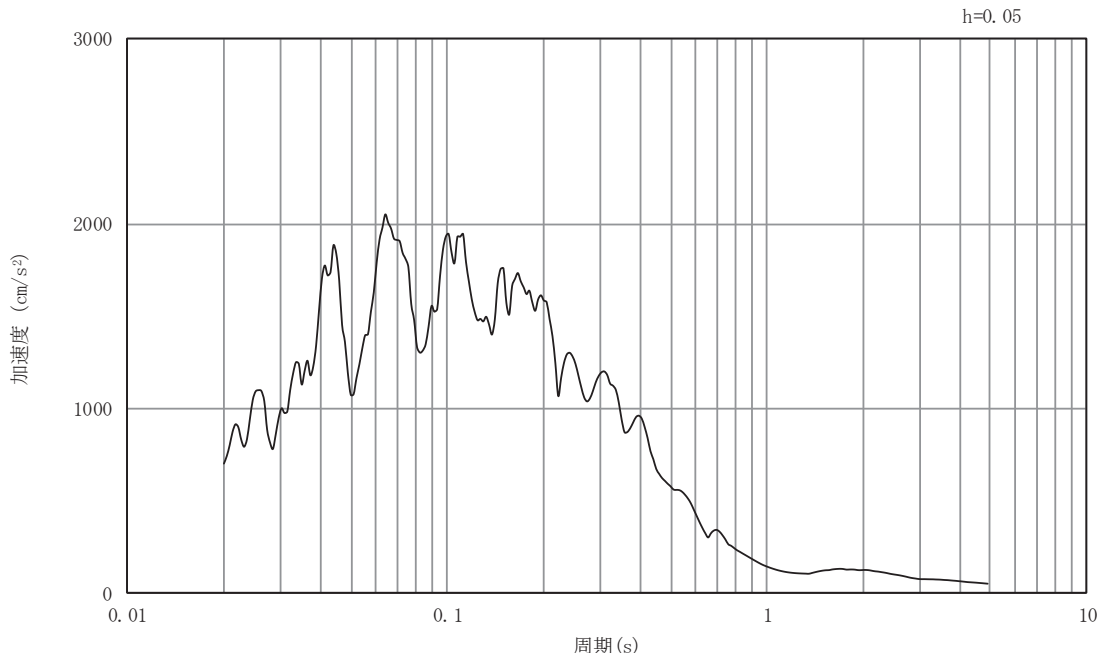


(b) 加速度応答スペクトル

図3-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 2)

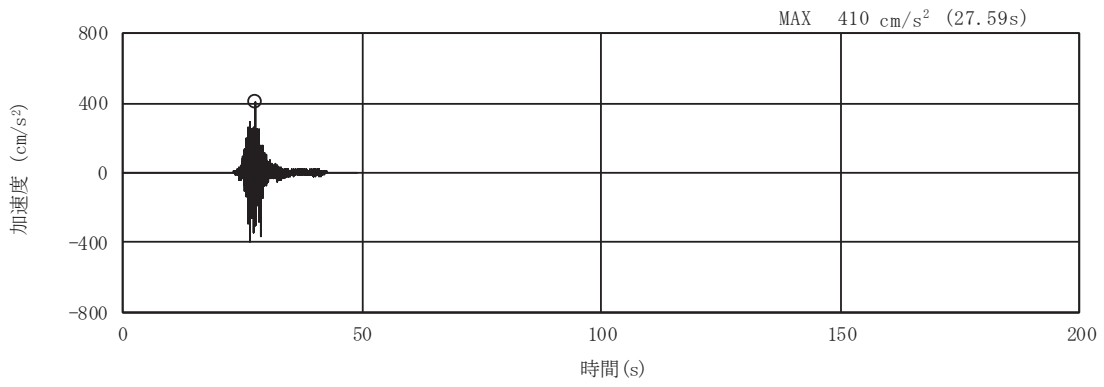


(a) 加速度時刻歴波形

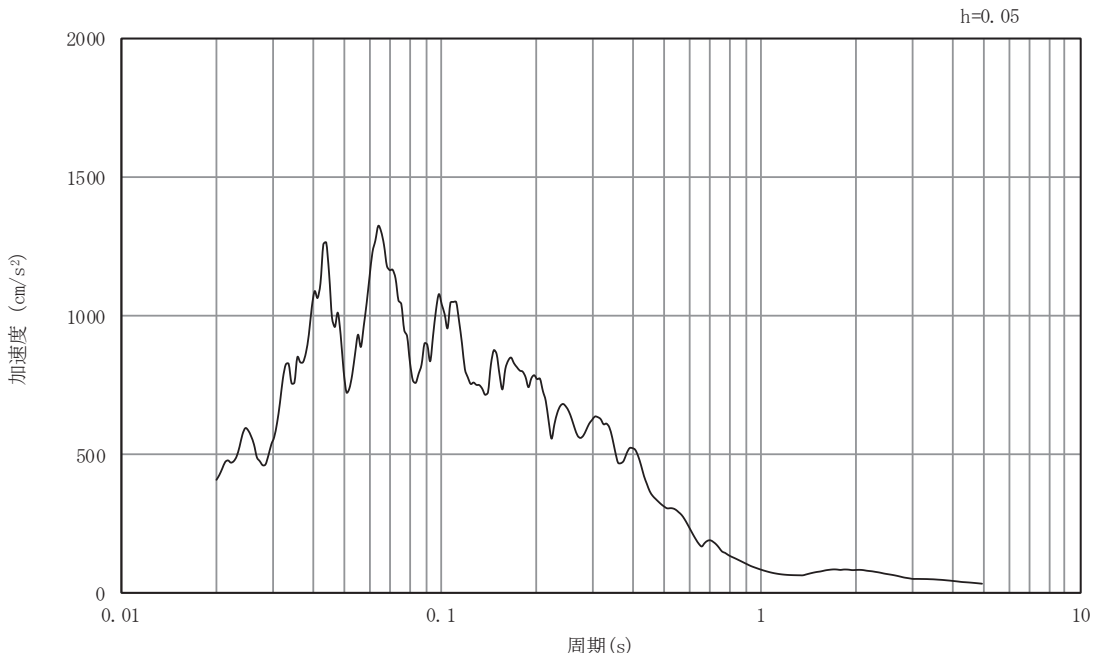


(b) 加速度応答スペクトル

図3-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - F 3)

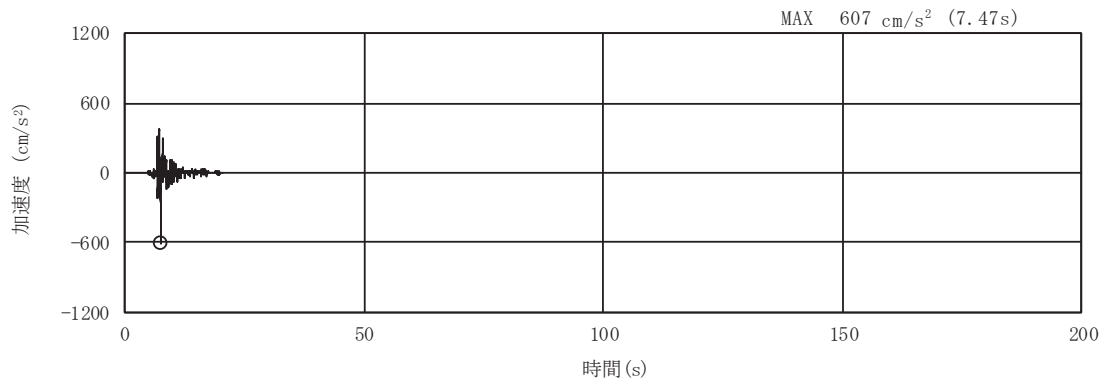


(a) 加速度時刻歴波形

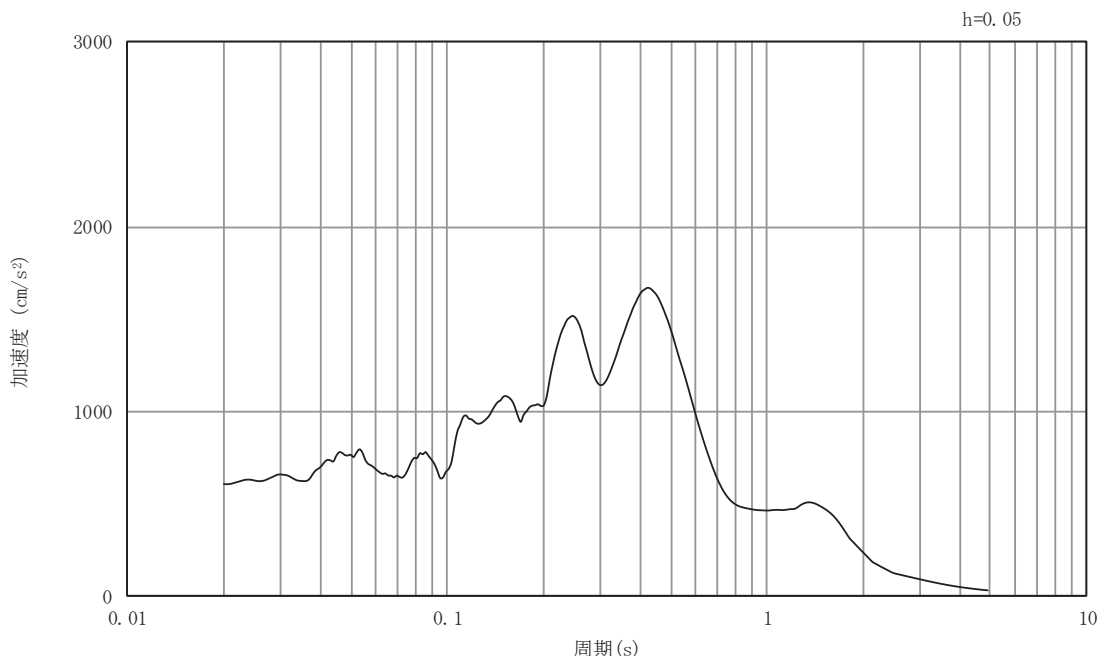


(b) 加速度応答スペクトル

図3-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 3)

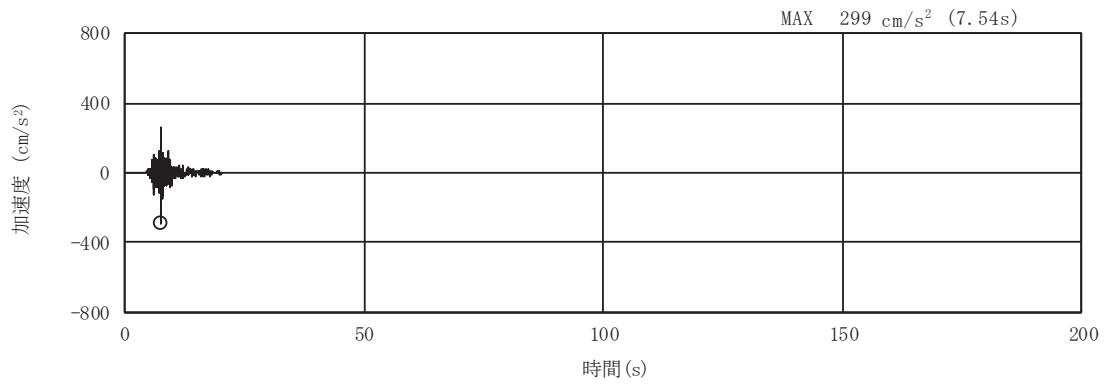


(a) 加速度時刻歴波形

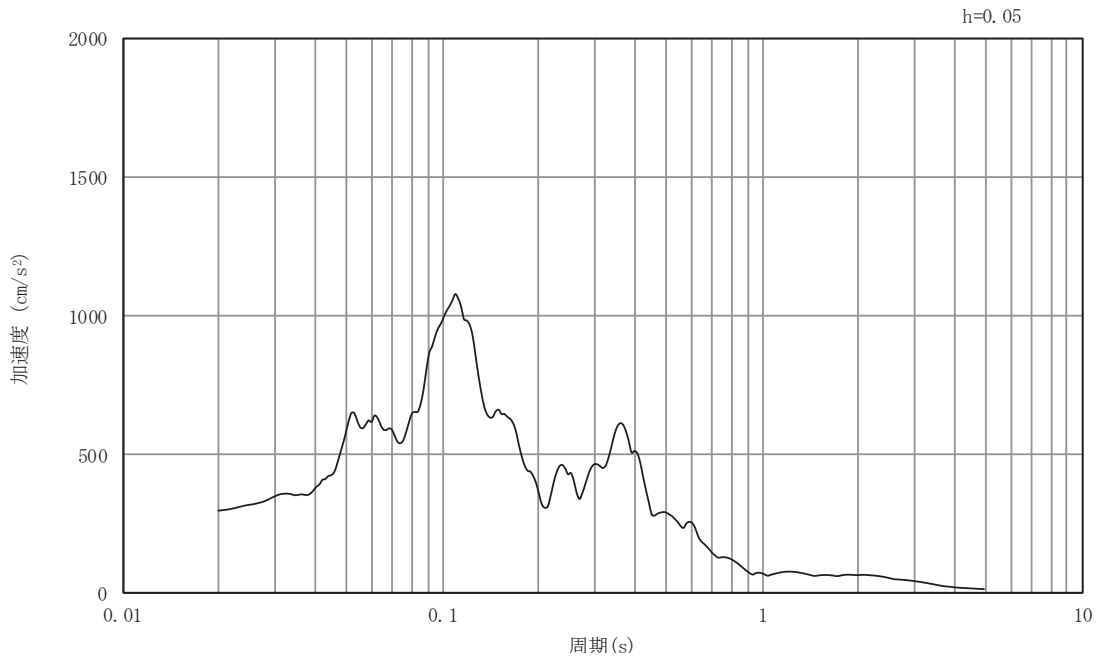


(b) 加速度応答スペクトル

図3-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - N 1)

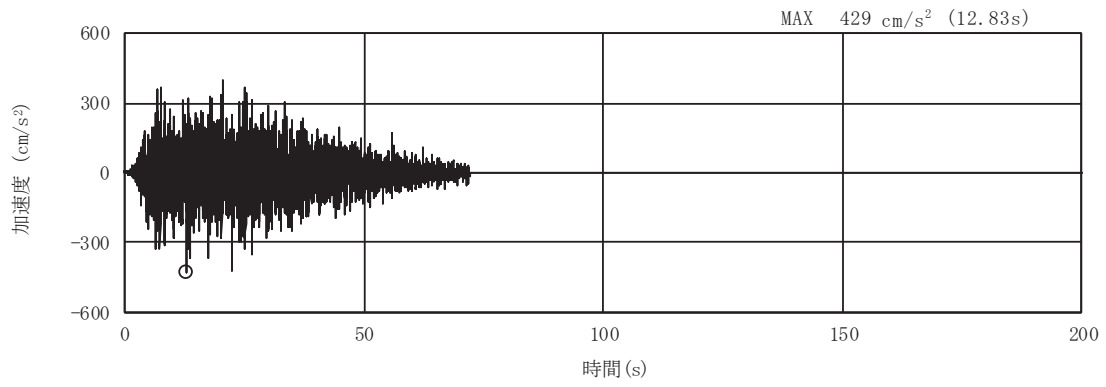


(a) 加速度時刻歴波形

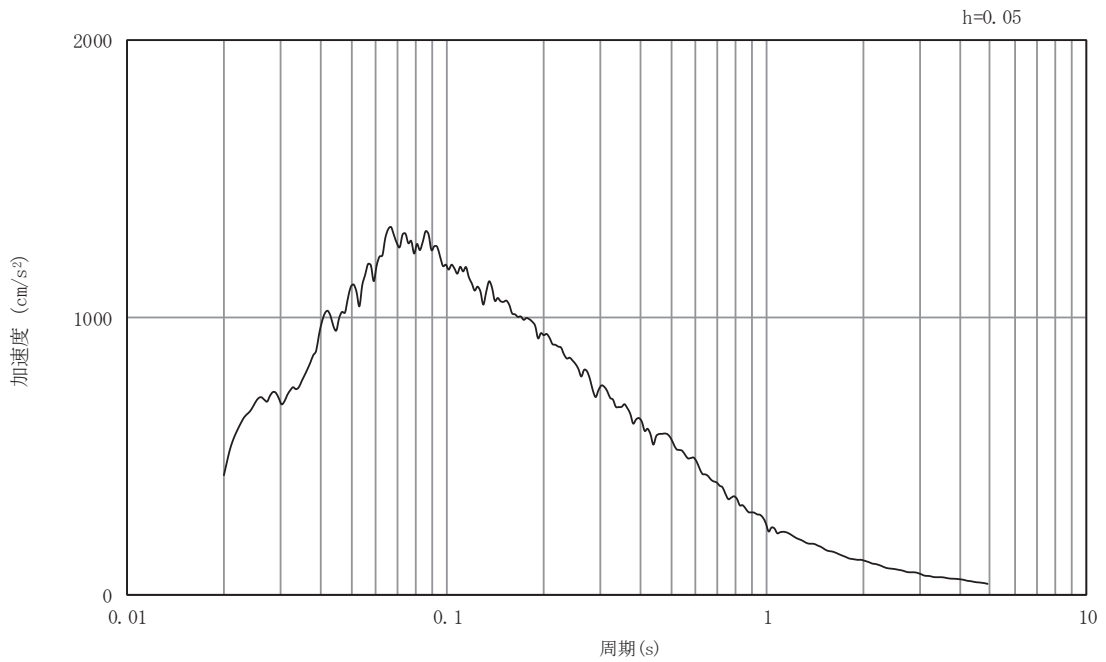


(b) 加速度応答スペクトル

図3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - N 1)

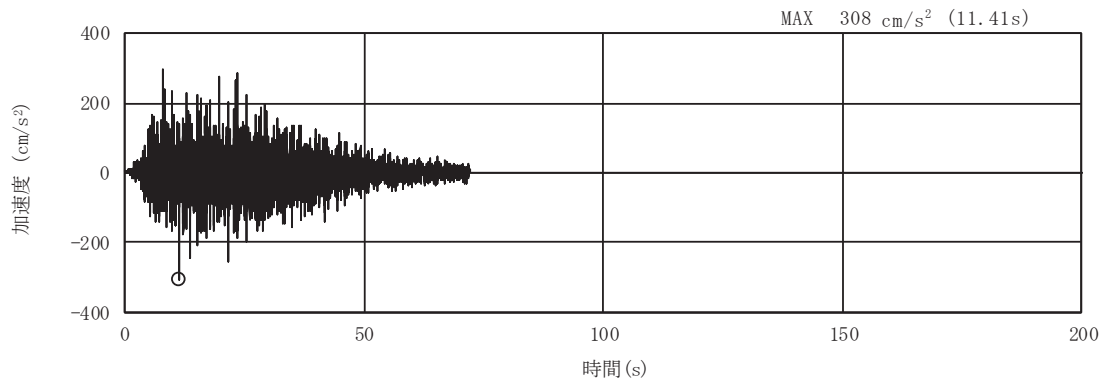


(a) 加速度時刻歴波形

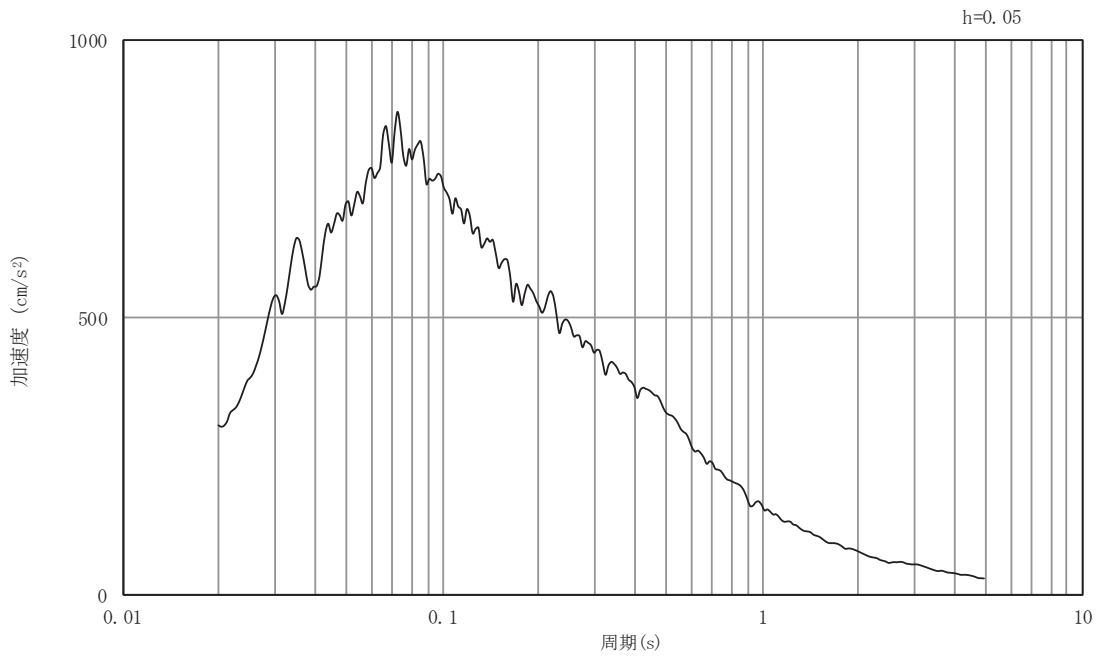


(b) 加速度応答スペクトル

図3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - D 2)

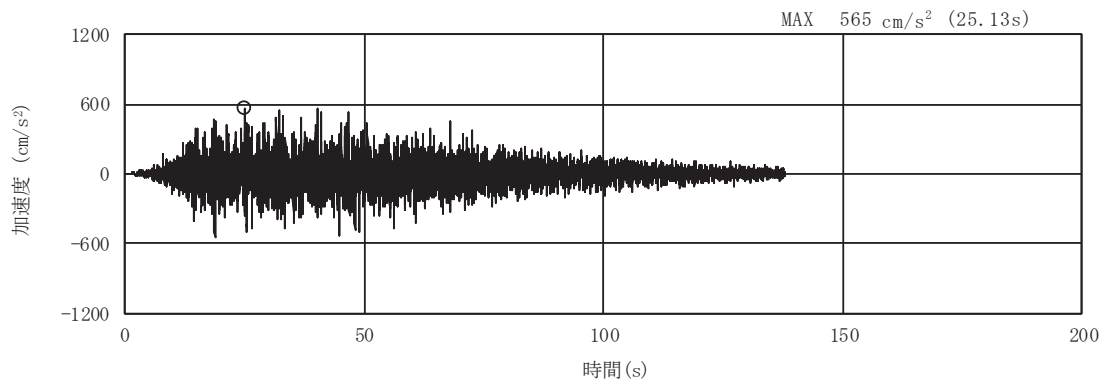


(a) 加速度時刻歴波形

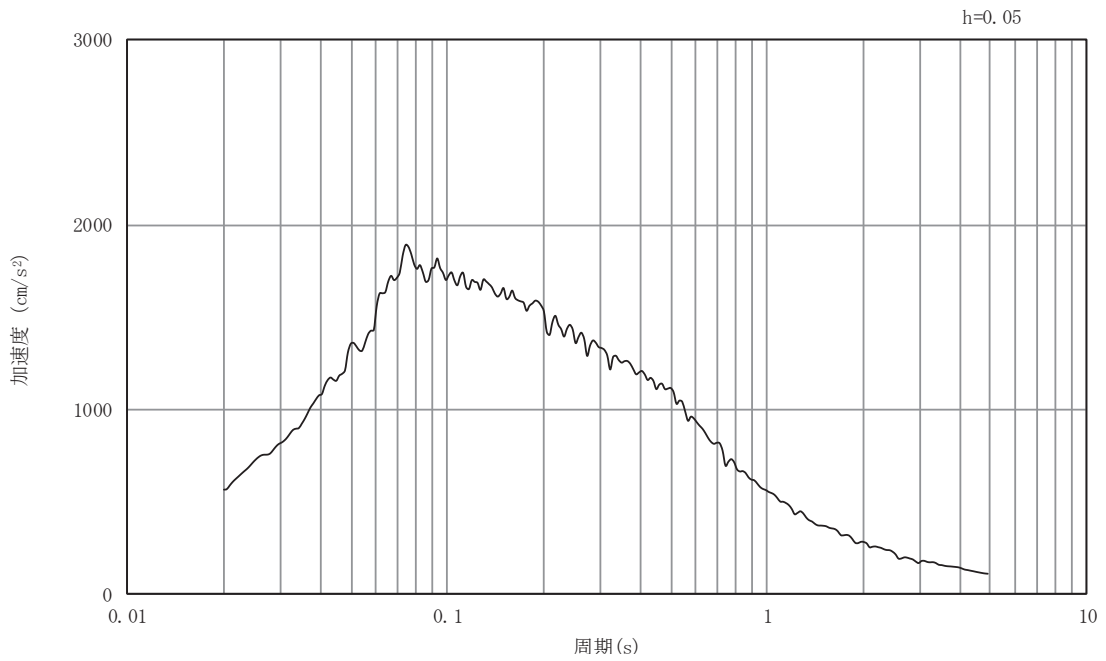


(b) 加速度応答スペクトル

図3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d - D 2)

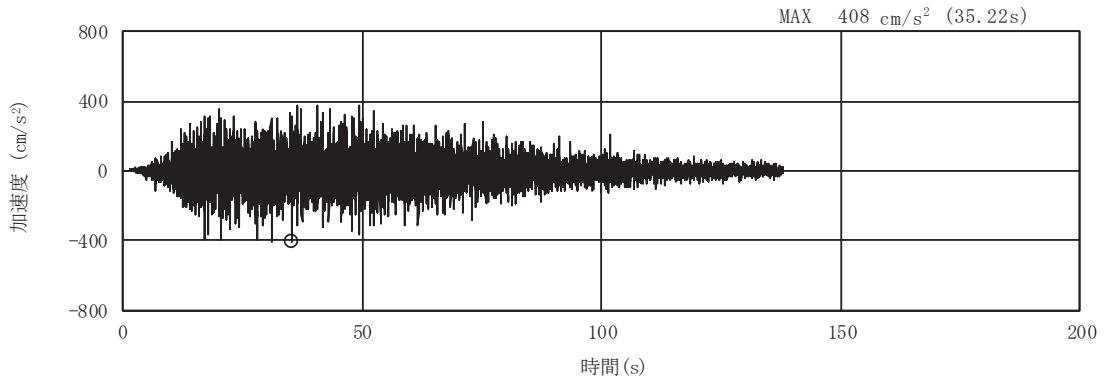


(a) 加速度時刻歴波形

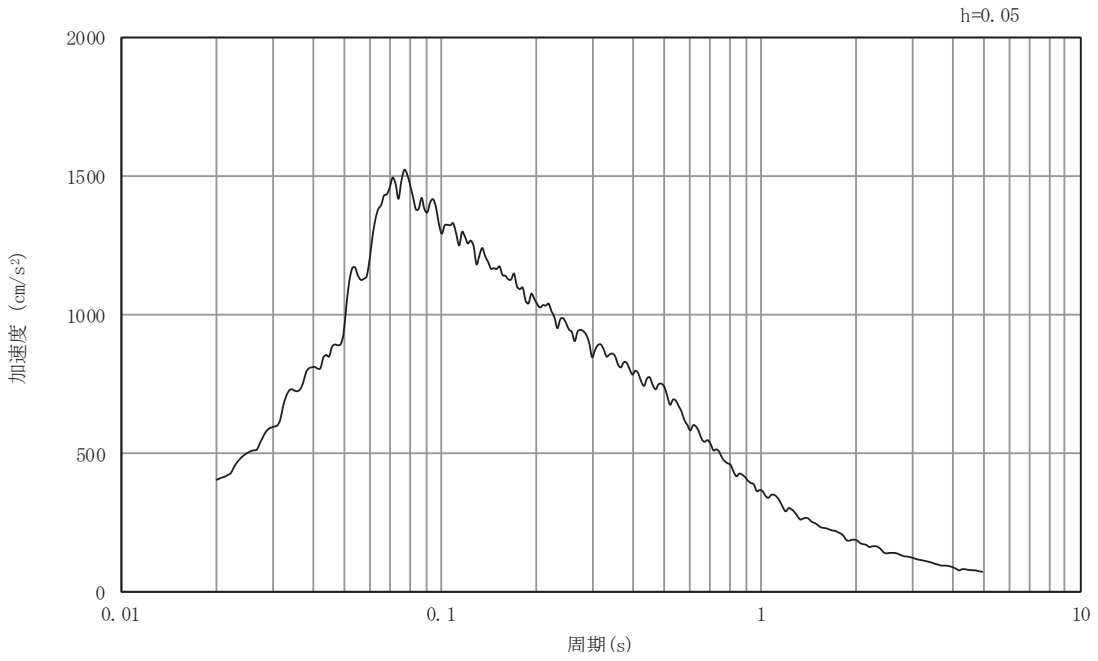


(b) 加速度応答スペクトル

図3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - D 1)

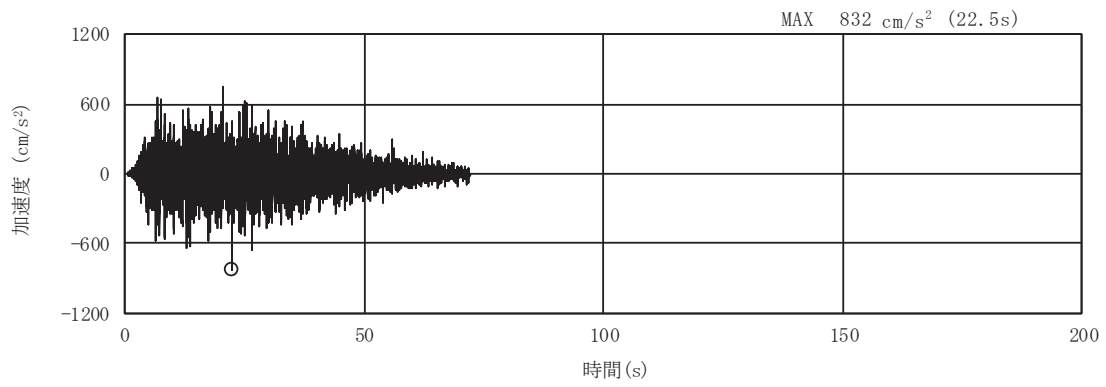


(a) 加速度時刻歴波形

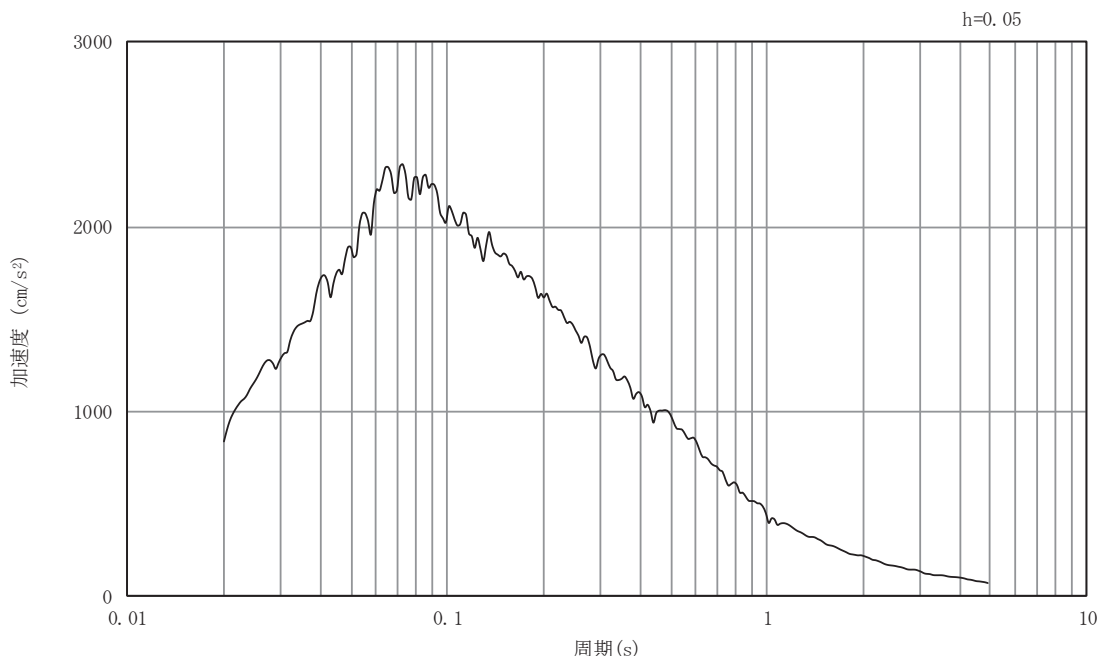


(b) 加速度応答スペクトル

図3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - D 1)

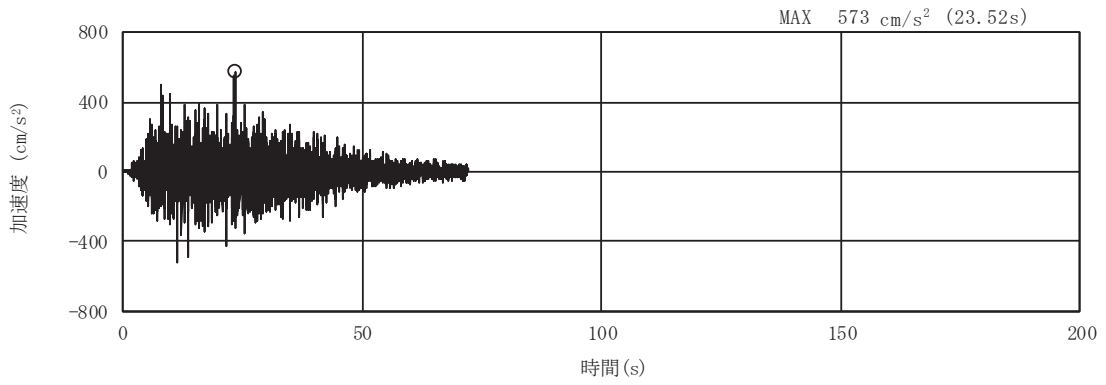


(a) 加速度時刻歴波形

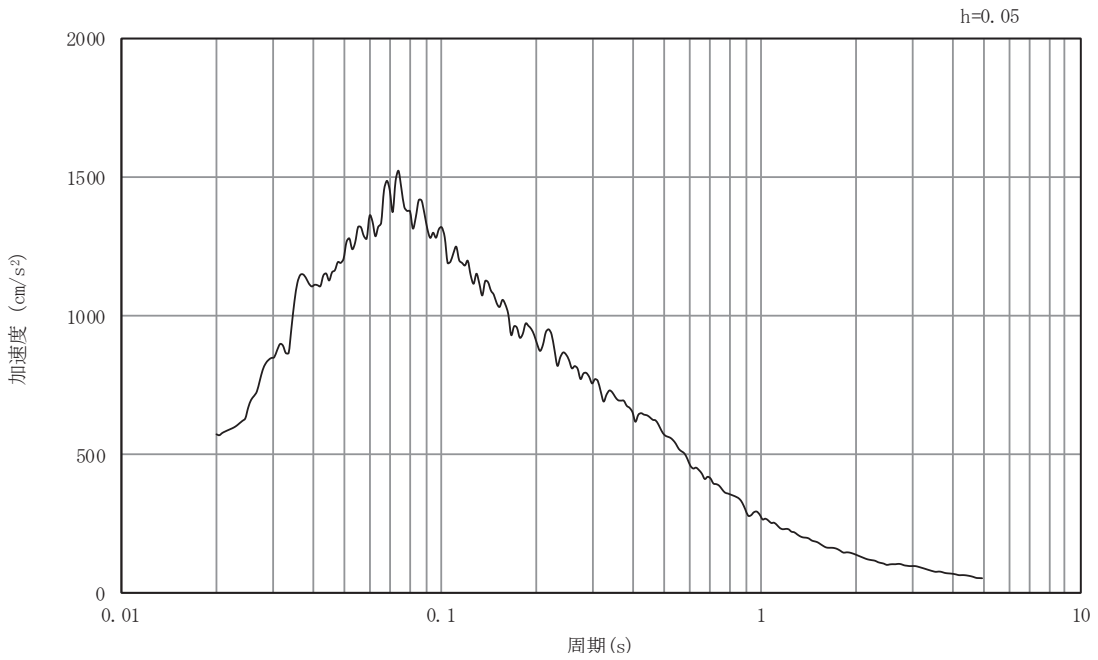


(b) 加速度応答スペクトル

図3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - D 2)

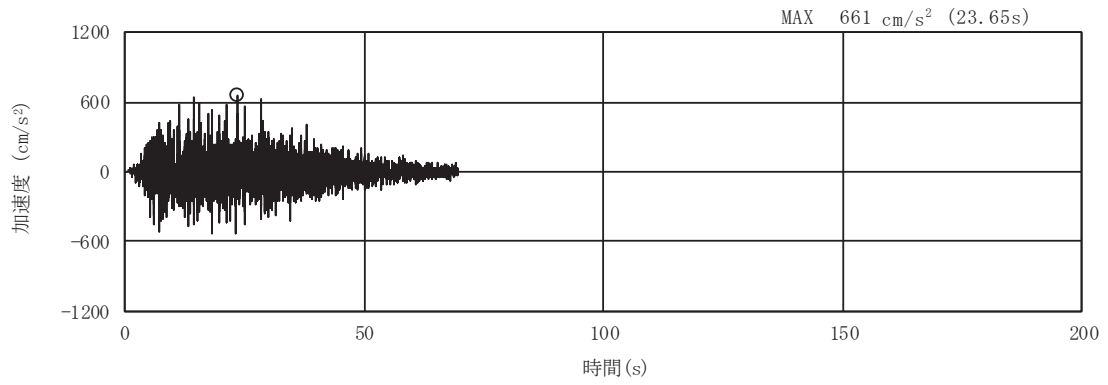


(a) 加速度時刻歴波形

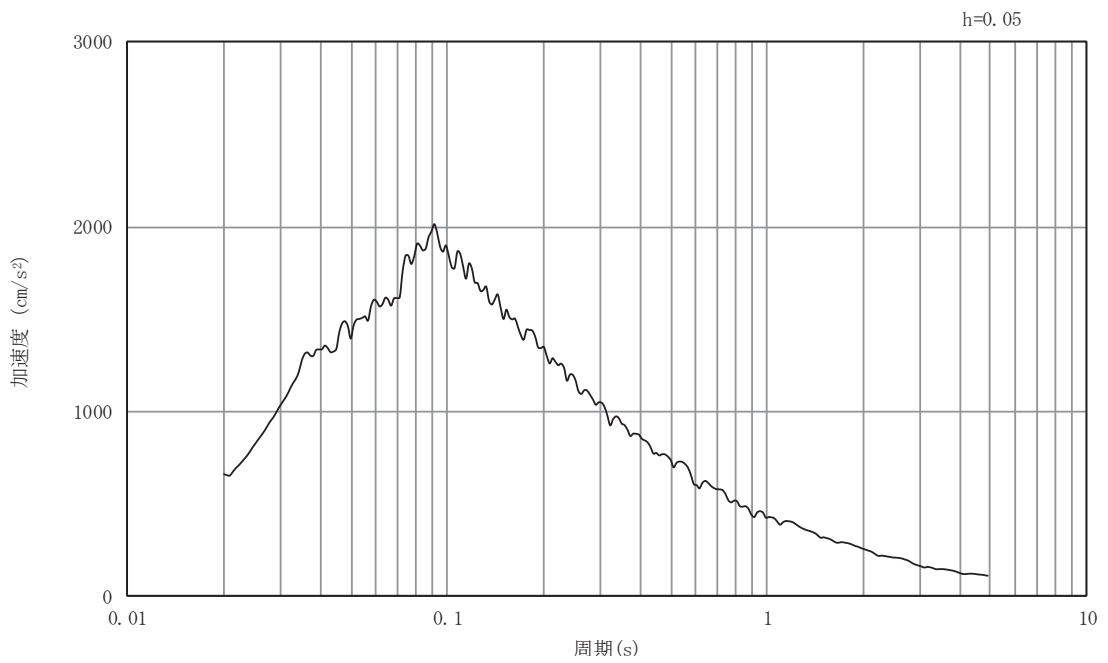


(b) 加速度応答スペクトル

図3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - D 2)

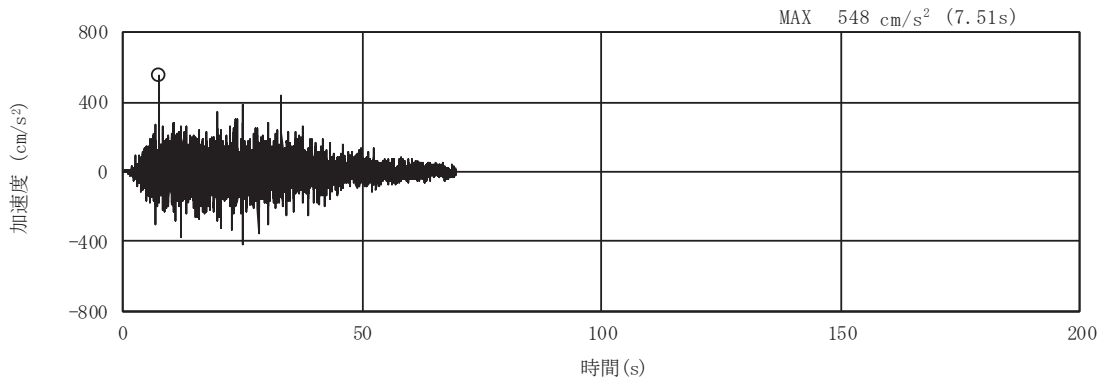


(a) 加速度時刻歴波形

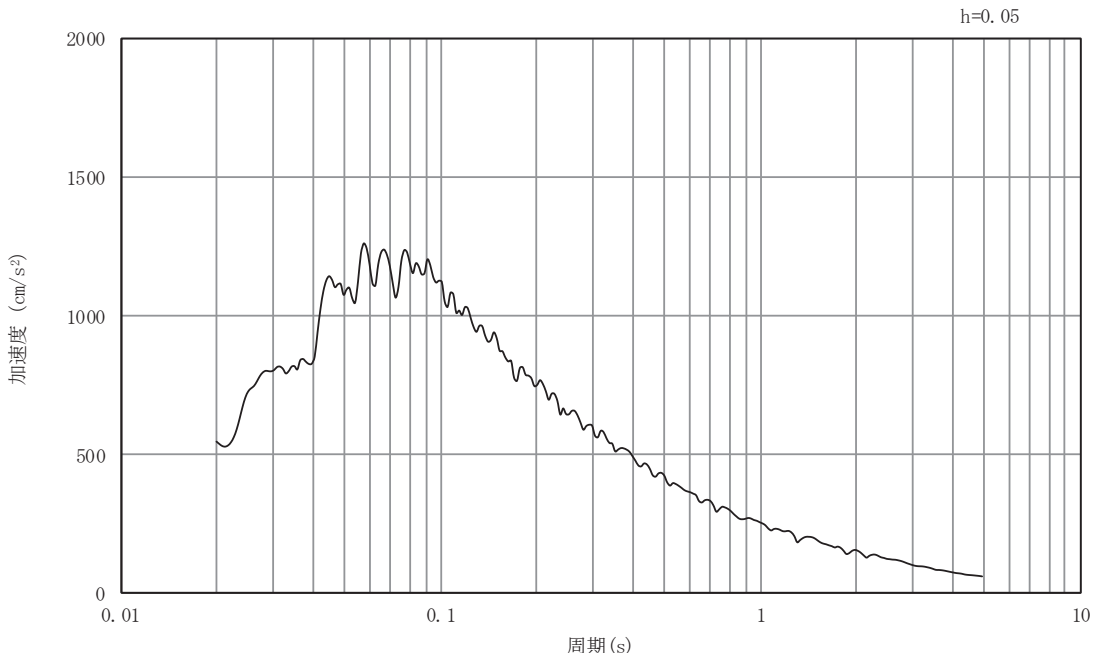


(b) 加速度応答スペクトル

図3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - D 3)

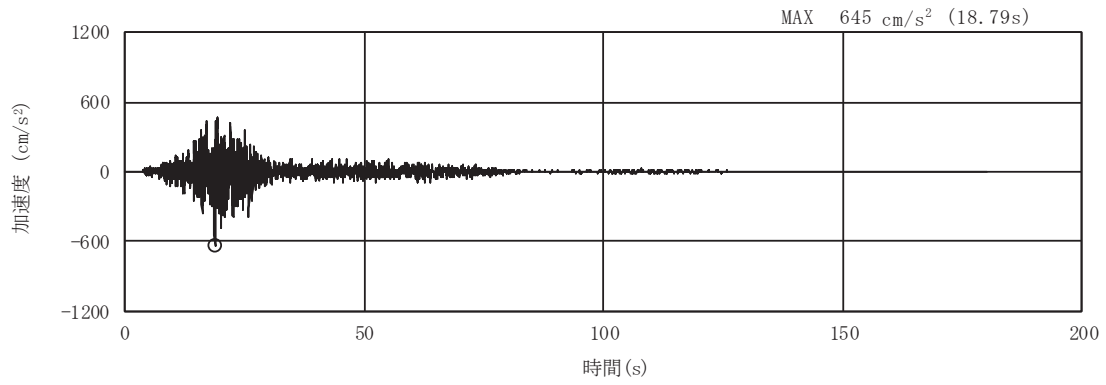


(a) 加速度時刻歴波形

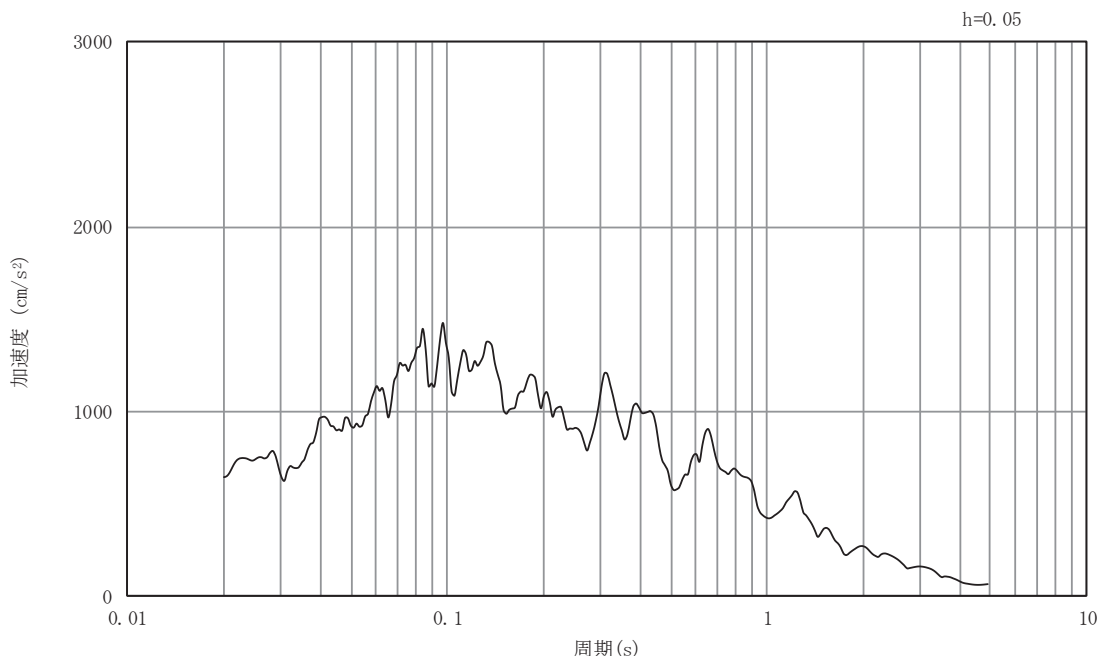


(b) 加速度応答スペクトル

図3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - D 3)

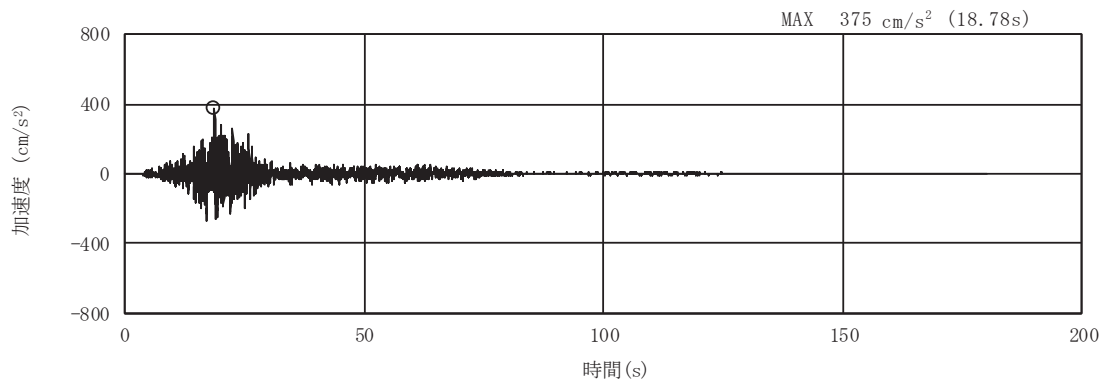


(a) 加速度時刻歴波形

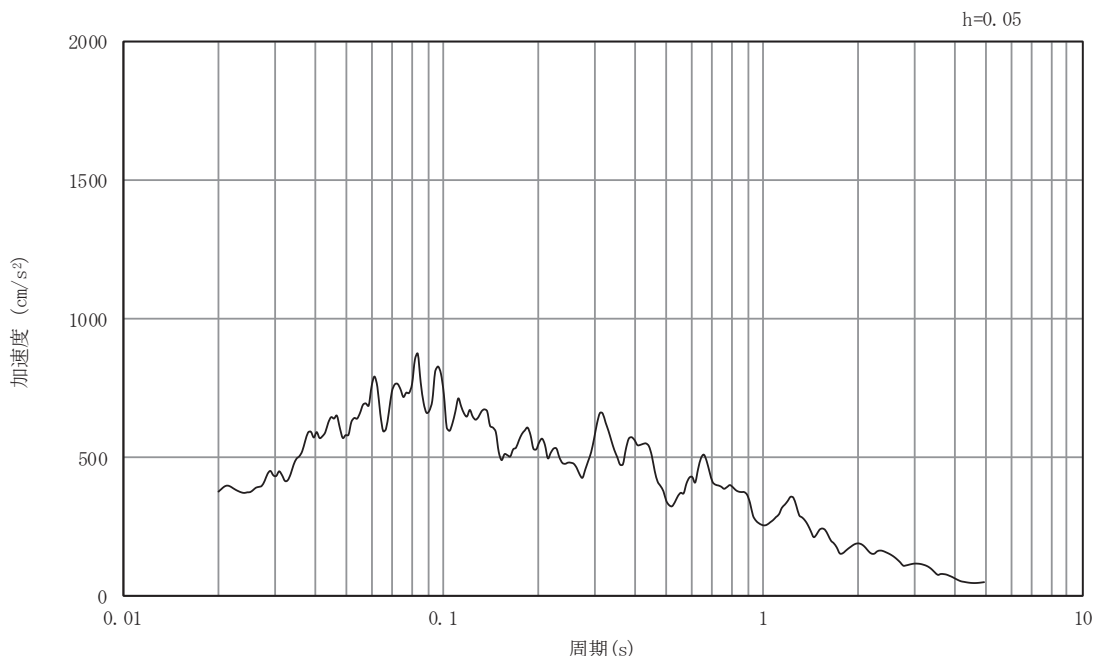


(b) 加速度応答スペクトル

図3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - F 1)

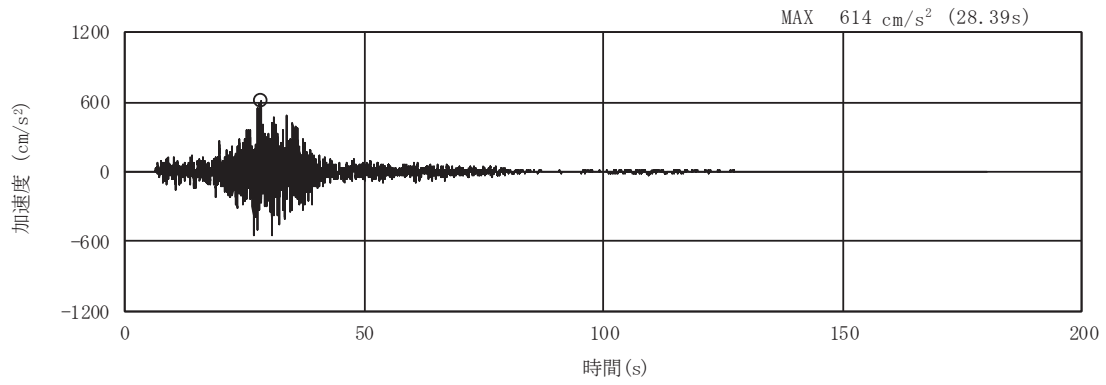


(a) 加速度時刻歴波形

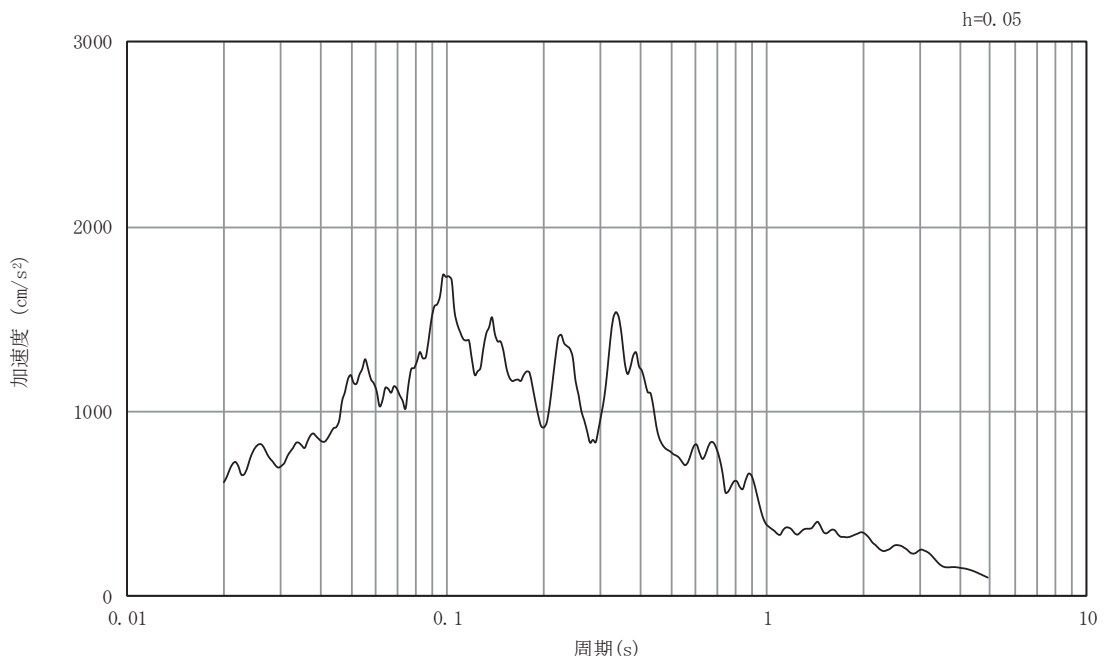


(b) 加速度応答スペクトル

図3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 1)

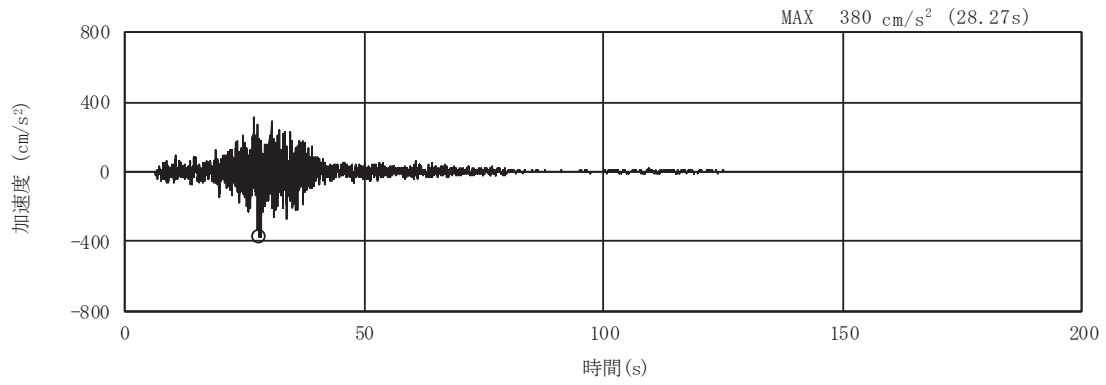


(a) 加速度時刻歴波形

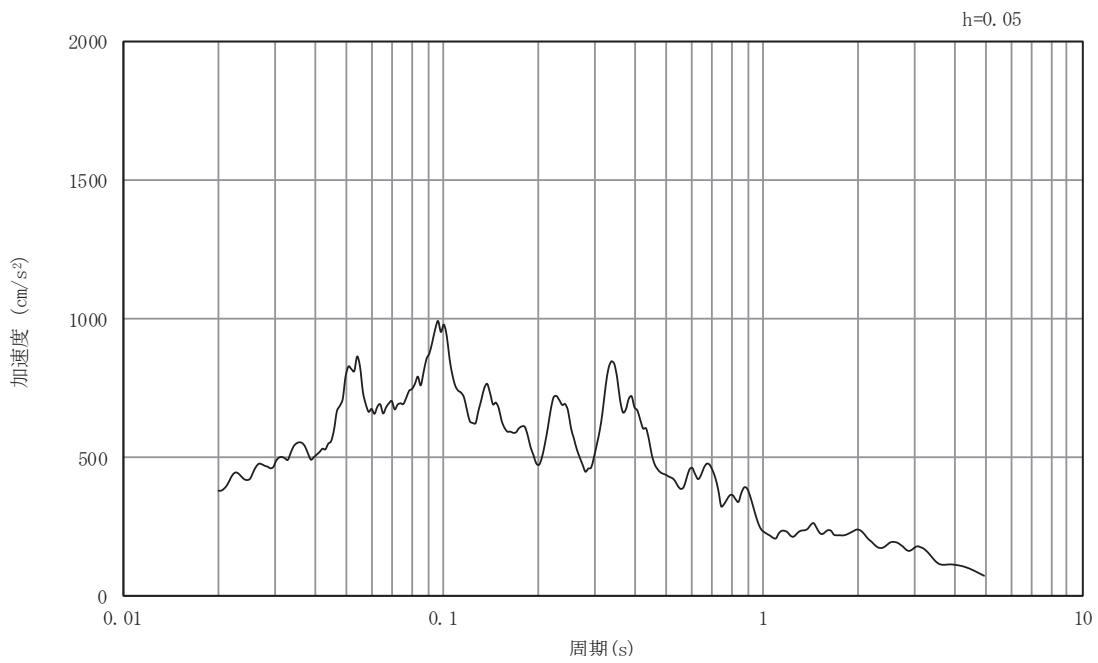


(b) 加速度応答スペクトル

図3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - F 2)

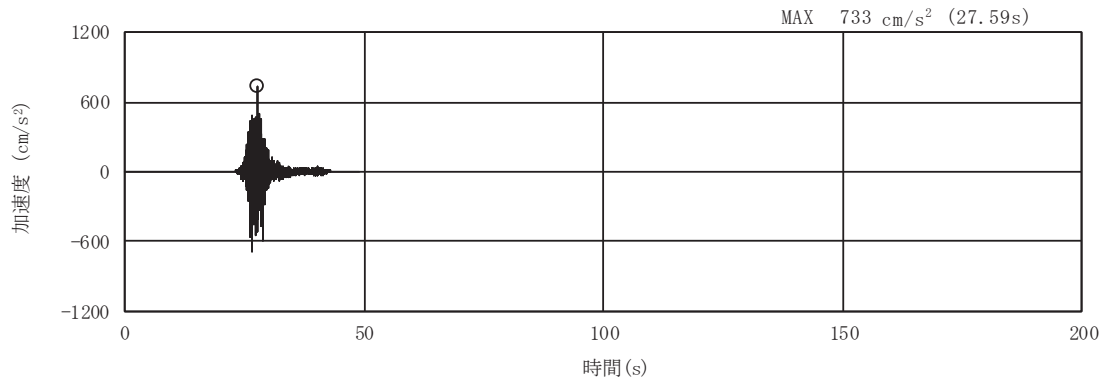


(a) 加速度時刻歴波形

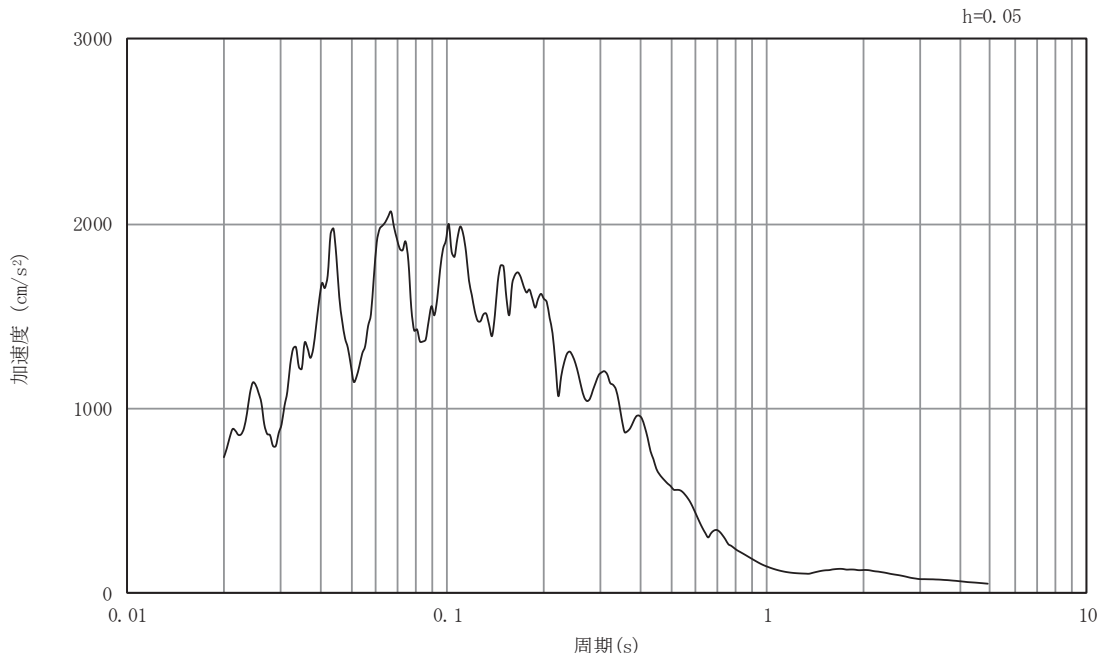


(b) 加速度応答スペクトル

図3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 2)

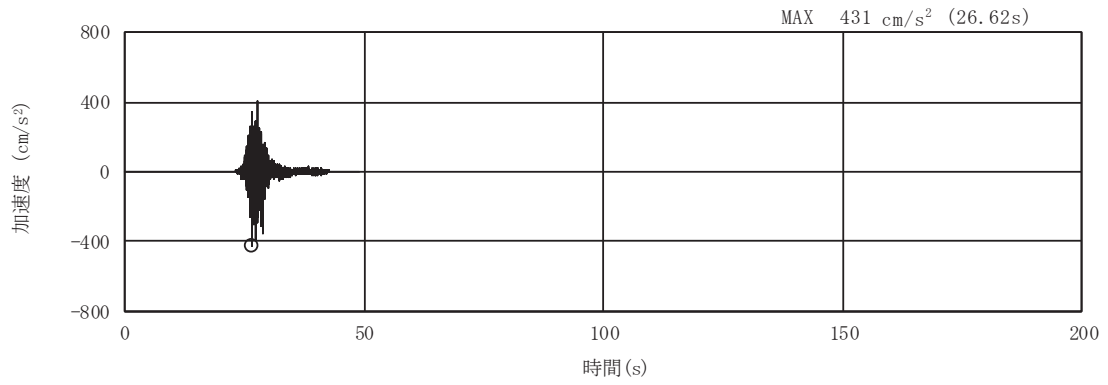


(a) 加速度時刻歴波形

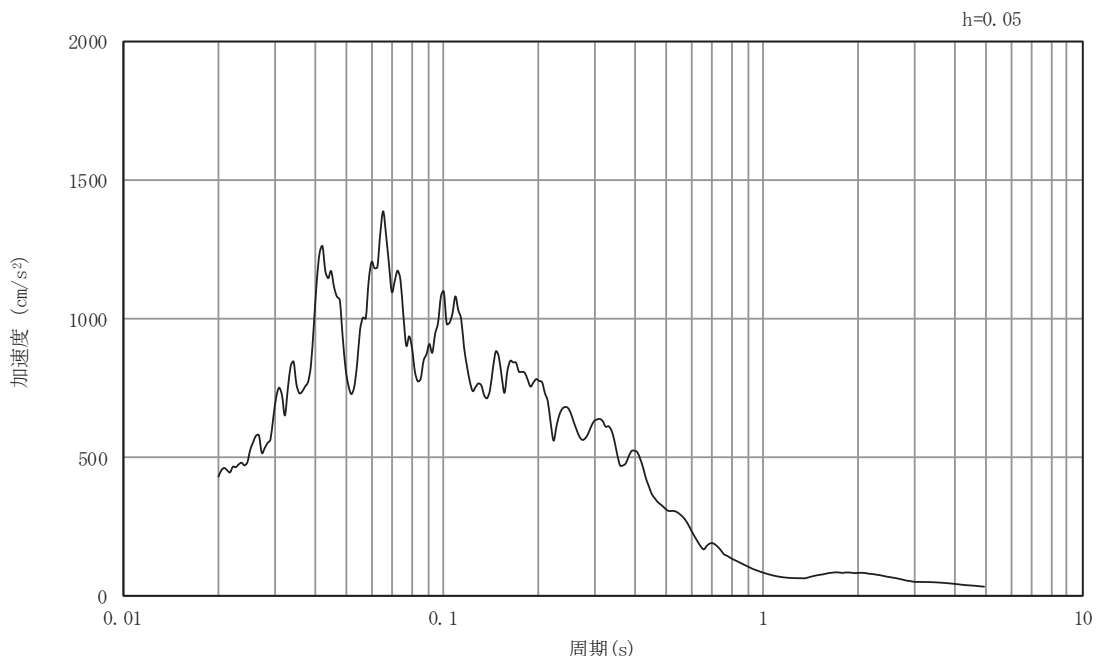


(b) 加速度応答スペクトル

図3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - F 3)

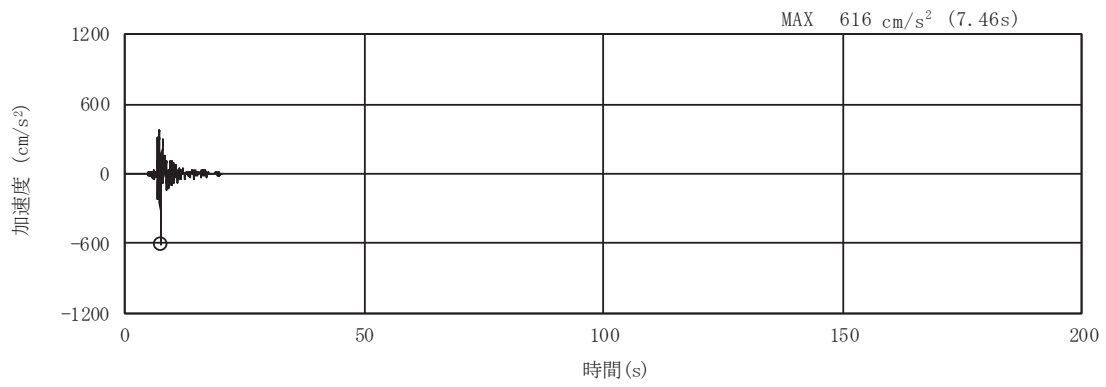


(a) 加速度時刻歴波形

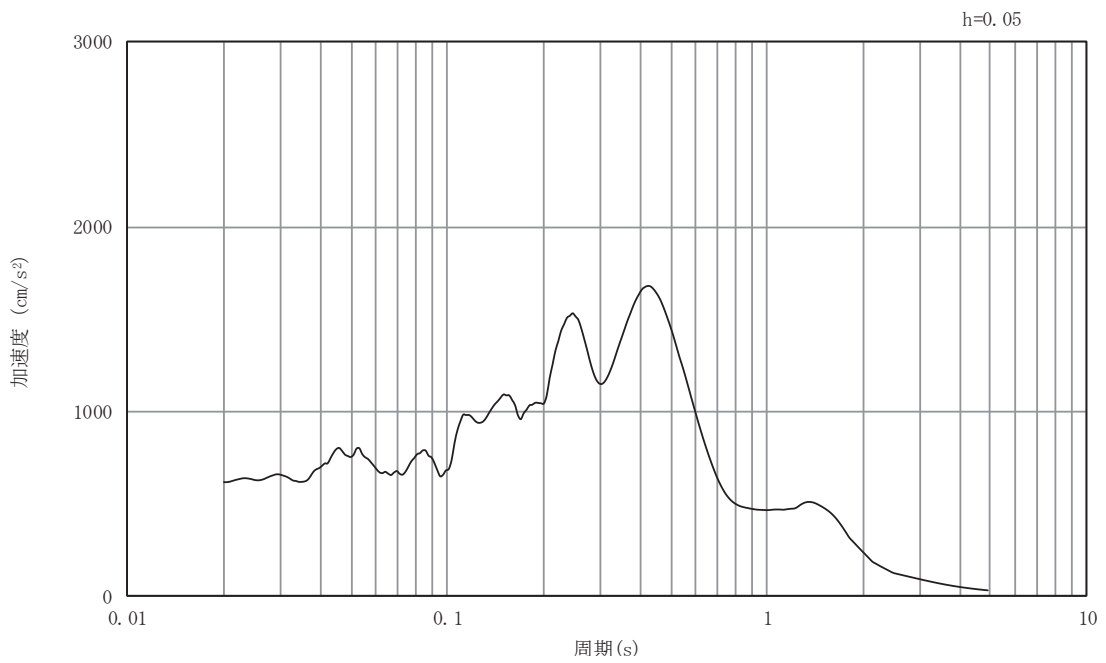


(b) 加速度応答スペクトル

図3-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 3)

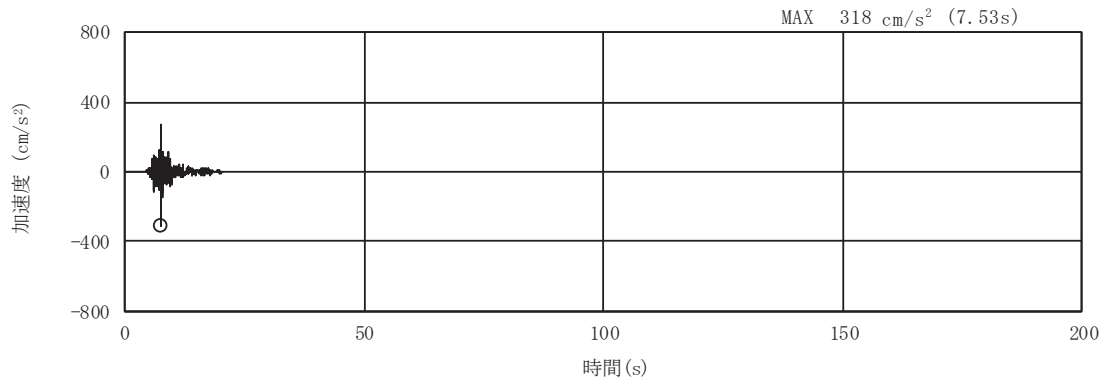


(a) 加速度時刻歴波形

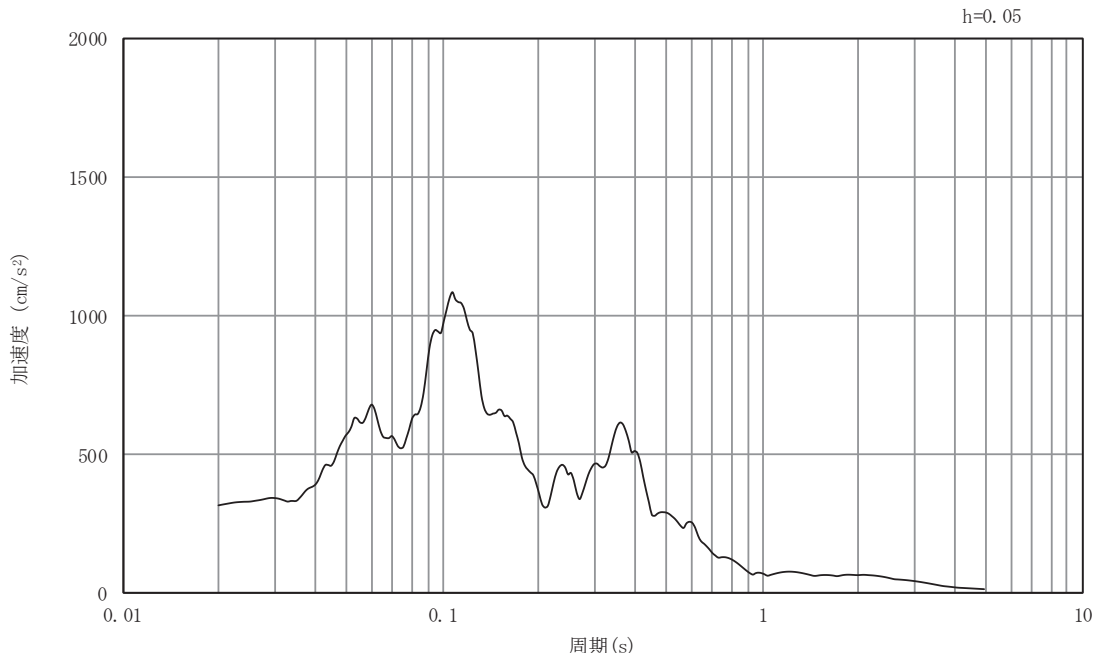


(b) 加速度応答スペクトル

図3-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - N 1)

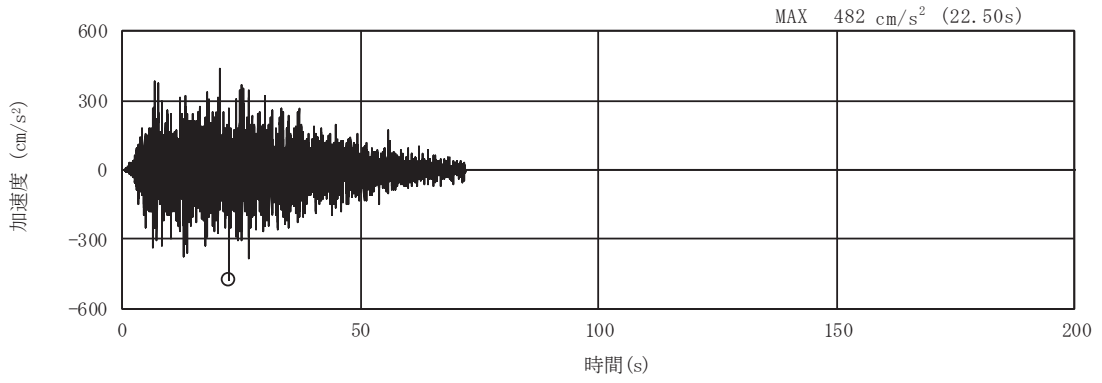


(a) 加速度時刻歴波形

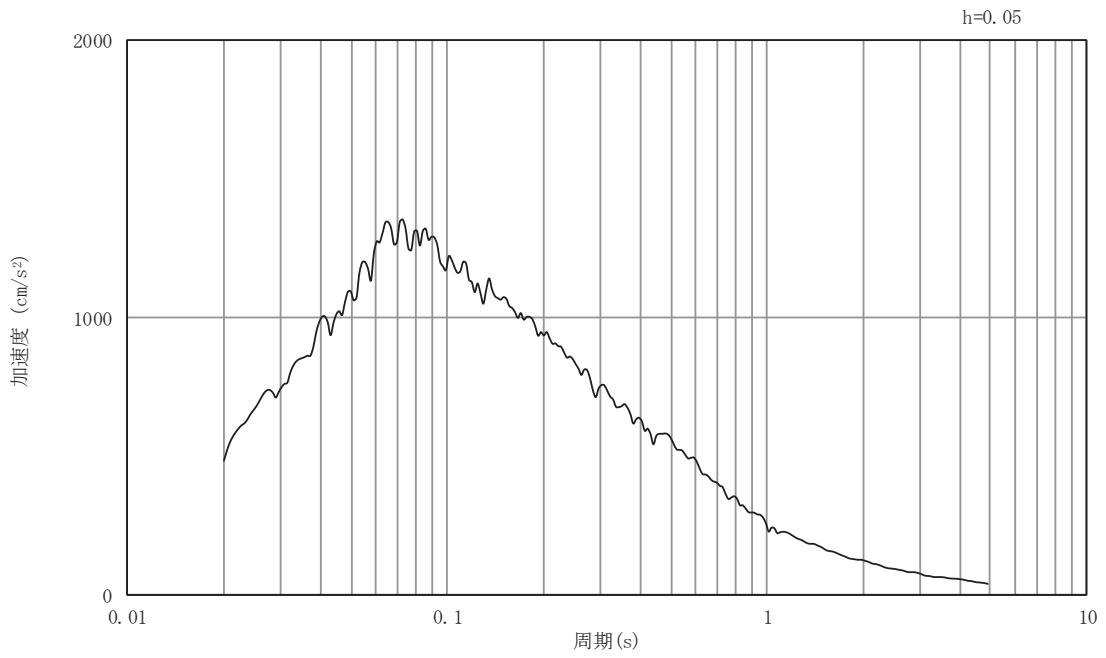


(b) 加速度応答スペクトル

図3-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 1)

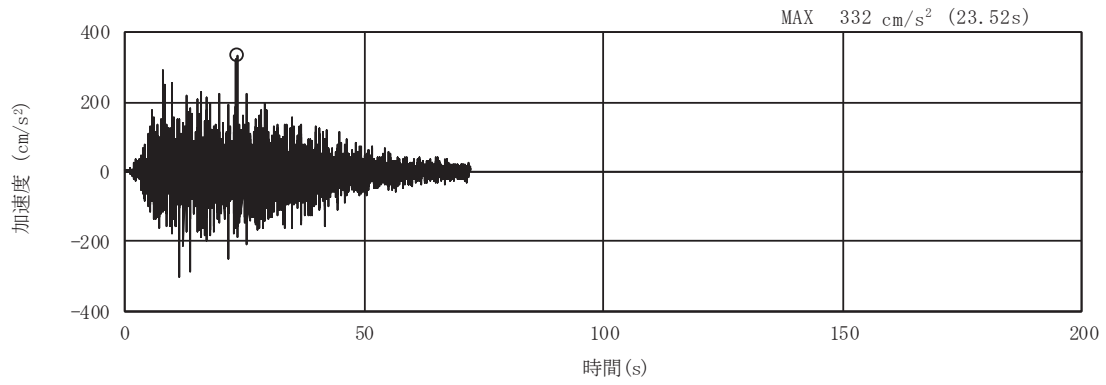


(a) 加速度時刻歴波形

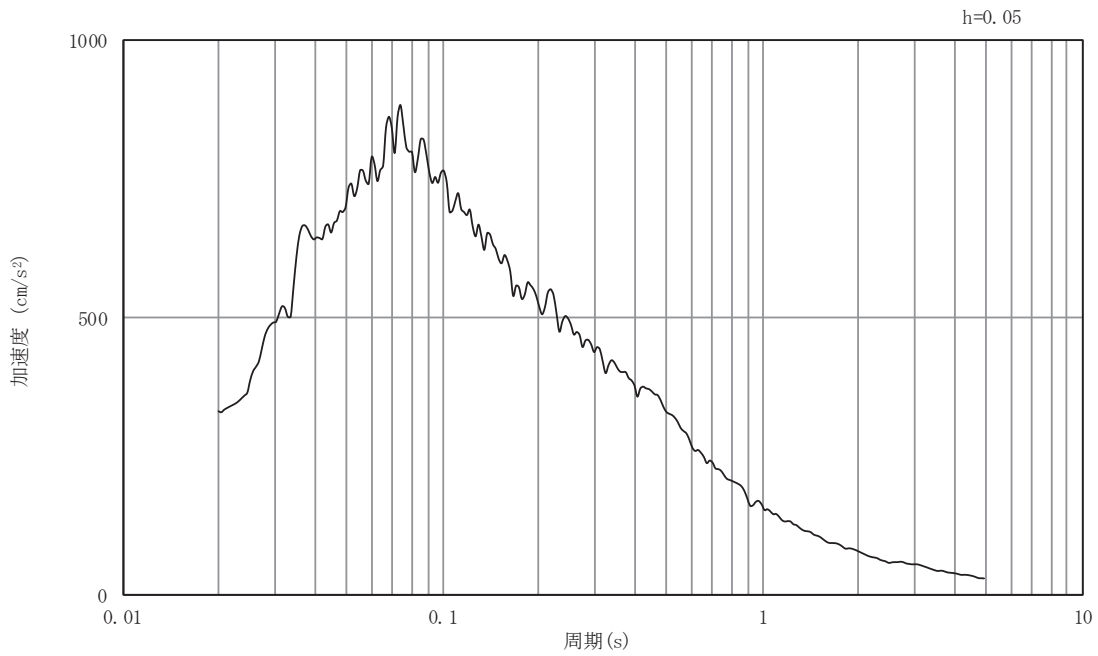


(b) 加速度応答スペクトル

図3-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - D 2)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図3-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - D 2)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

第3号機海水ポンプ室の地震応答解析モデルを図3-38～図3-40に示す。

(1) 解析領域

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの解析領域は、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。

(2) 境界条件

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

構造物と等価な剛性を有する二次元等価剛性モデルを作成して実施することとし、構造部材については、線形はり要素及び平面応力要素によりモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

D級を除く岩盤は線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、盛土、旧表土及びD級岩盤は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。なお、改良地盤は、保守的な評価になるよう盛土としてモデル化する。

(5) 隣接構造物のモデル化

隣接構造物となる防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、添付書類「VI-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性について」に基づき、鋼管杭は、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

(6) ジョイント要素の設定

地震時の「地盤とMMR」、「MMRと構造物」及び「構造物と盛土」との接合面における剥離及びすべりを考慮するため、これらの接合面にジョイント要素を設定する。なお、防潮堤（鋼管式鉛直壁）は、添付書類「VI-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性について」に基づき、ジョイント要素を設定する。

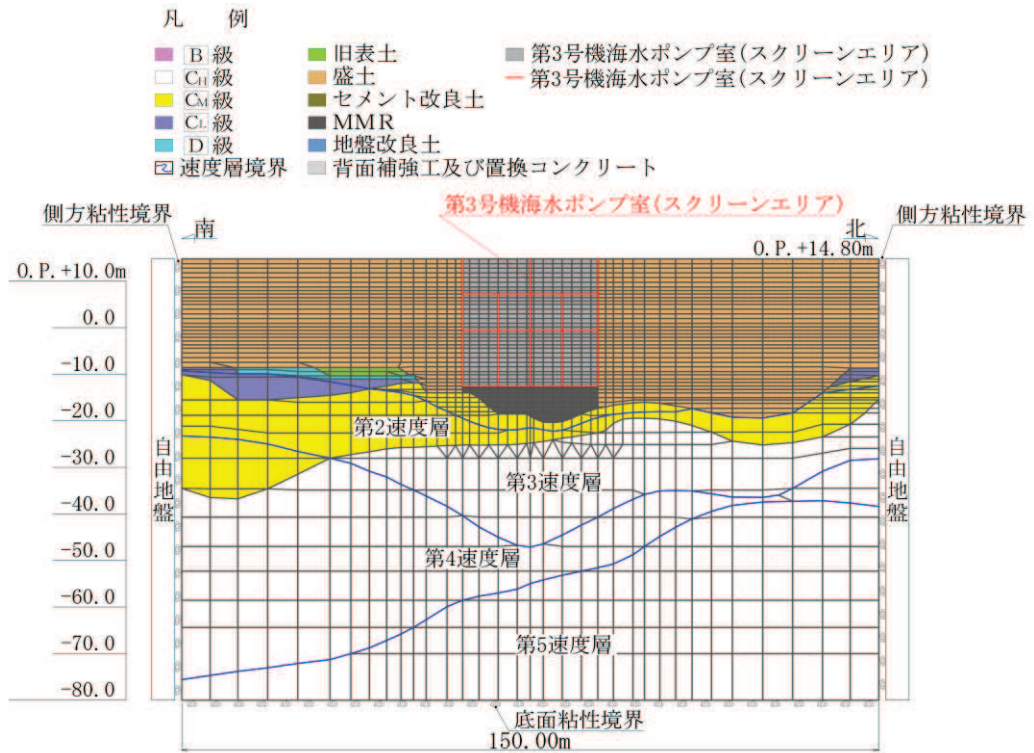


図 3-38 第 3 号機海水ポンプ室の地震応答解析モデル図
(A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

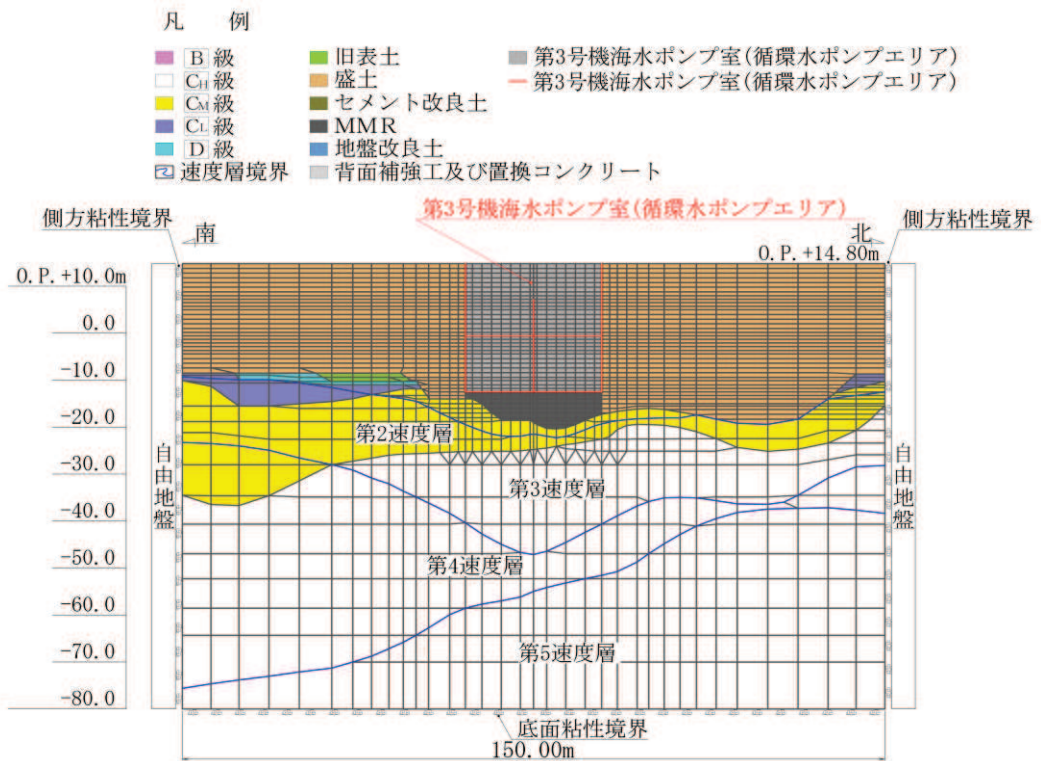


図 3-39 第 3 号機海水ポンプ室の地震応答解析モデル図
(B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

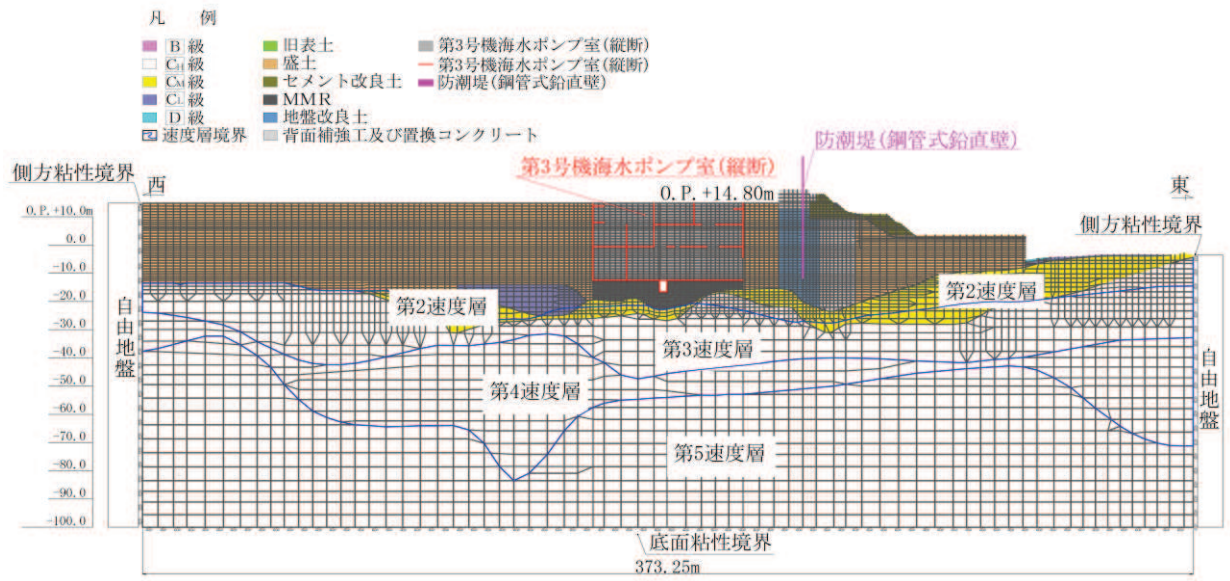


図 3-40 第 3 号機海水ポンプ室の地震応答解析モデル図 (C-C 断面, 東西)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-6 に、材料の物性値を表 3-7 に示す。

表 3-6 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 23.5N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-7 材料の物性値

材料	項目		材料諸元	備考
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)		24.0	
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	実強度*	3.46×10 ⁴	解析ケース④
		設計基準強度	2.48×10 ⁴	解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比		0.2	

注記*：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.5.3 地盤の物性値

地盤については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計用地下水位は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。設計用地下水位の一覧を表 3-8 に、設計用地下水位を図 3-41～図 3-43 に示す。

表 3-8 設計用地下水位の一覧

施設名称	地震時荷重算出断面	設計用地下水位
第 3 号機 海水ポンプ室	A-A 断面, 南北方向 (スクリーンエリア)	O. P. -12.00m～O. P. -2.50m
	B-B 断面, 南北方向 (循環水ポンプエリア)	
	C-C 断面, 東西方向	O. P. -12.00m～O. P. +8.00m

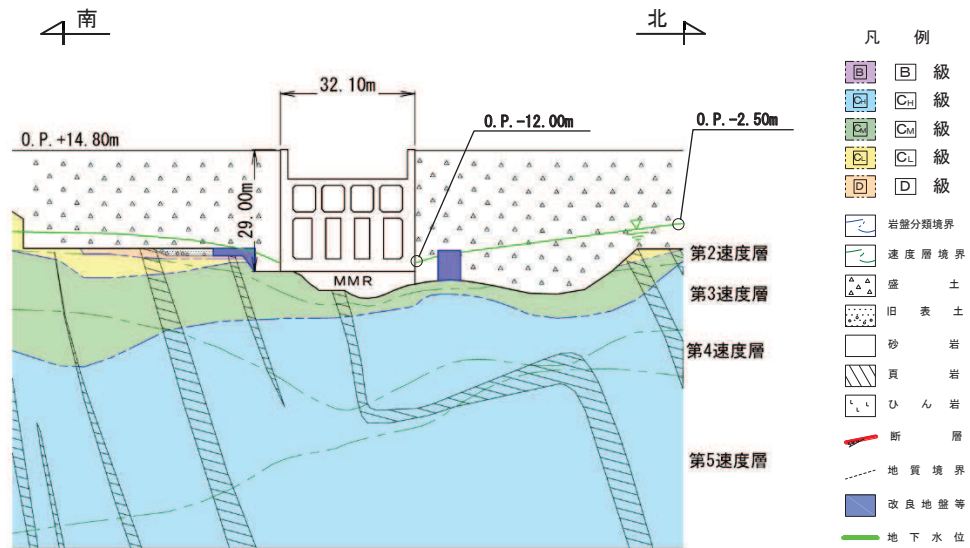


図 3-41 設計用地下水位 (A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

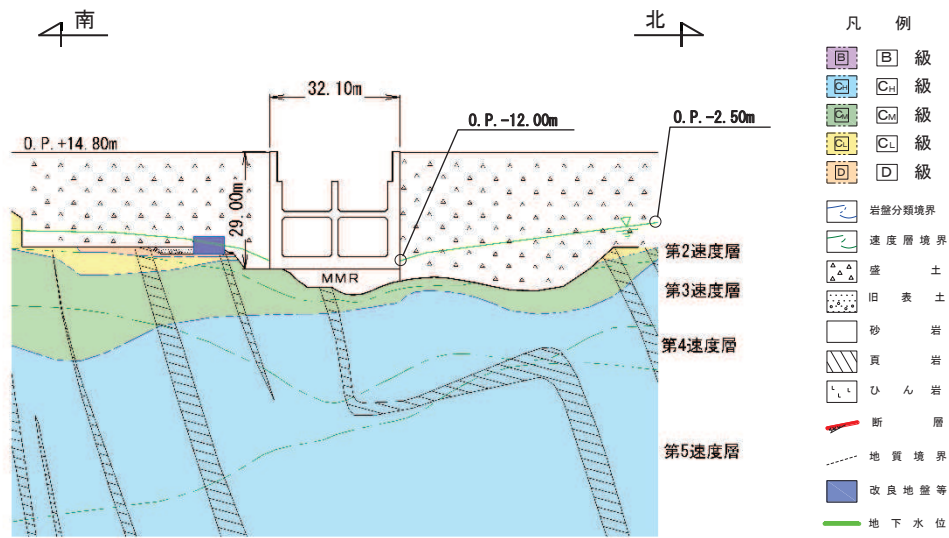


図 3-42 設計用地下水位 (B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

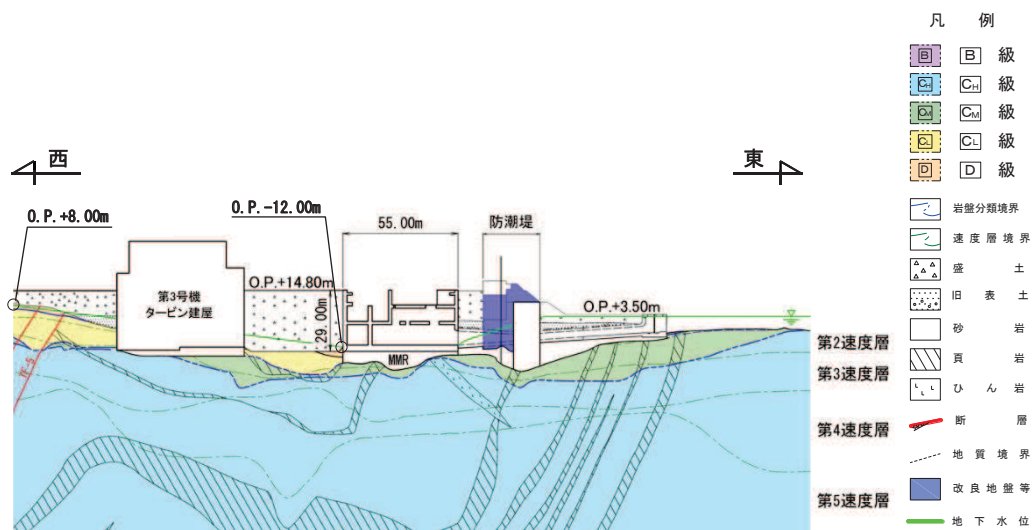


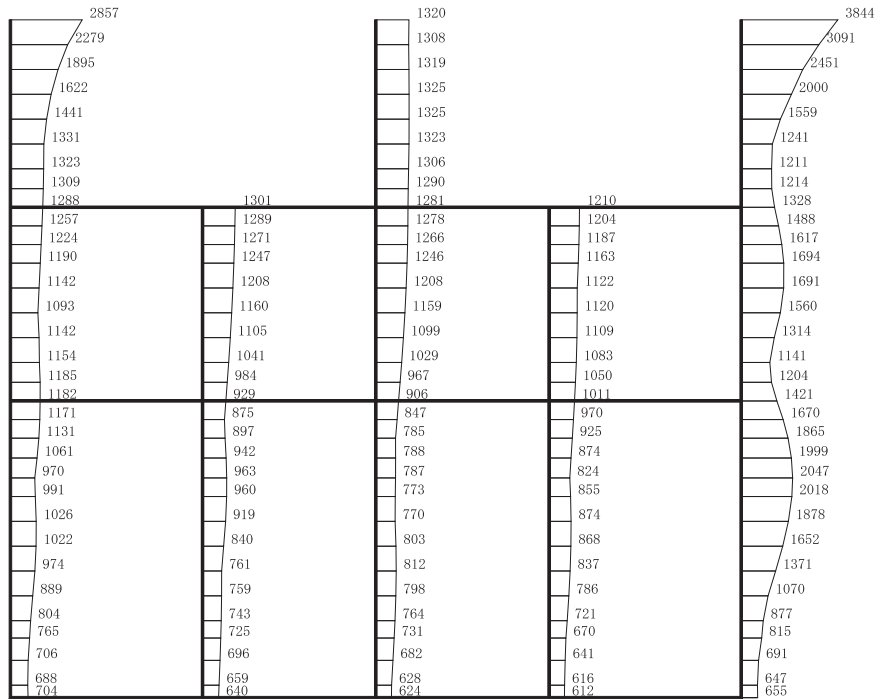
図 3-43 設計用地下水位 (C-C 断面, 東西)

4. 解析結果

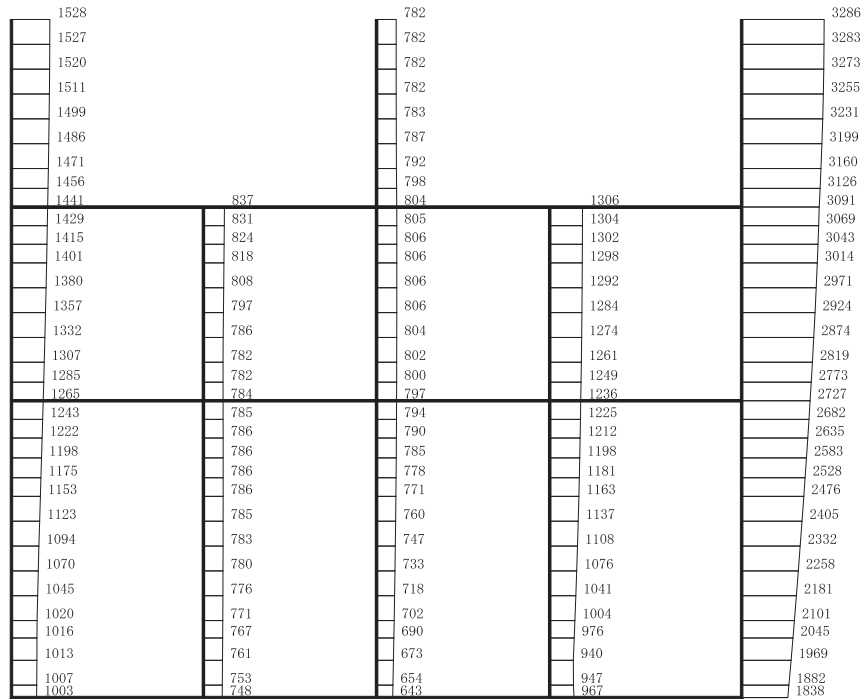
4.1 南北方向（スクリーンエリア）の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-1～図 4-14 に示す。また、解析ケース①において、照査項目ごとに照査値が 0.5 を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース②～④の最大加速度分布図を図 4-15～図 4-20 に示す。

これらに加え、スクリーンエリアに設置される貫通部止水処置の津波重畳時の評価に用いる $S_d - D2$ に対する最大加速度分布図を図 4-21～図 4-24 に示す。



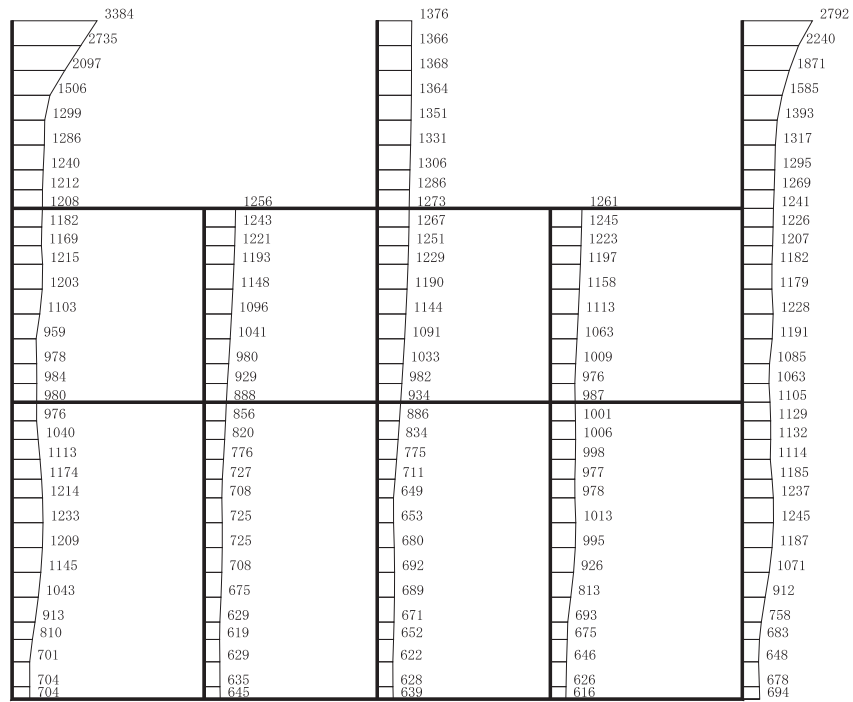
(a) S s - D 1 (++) 水平



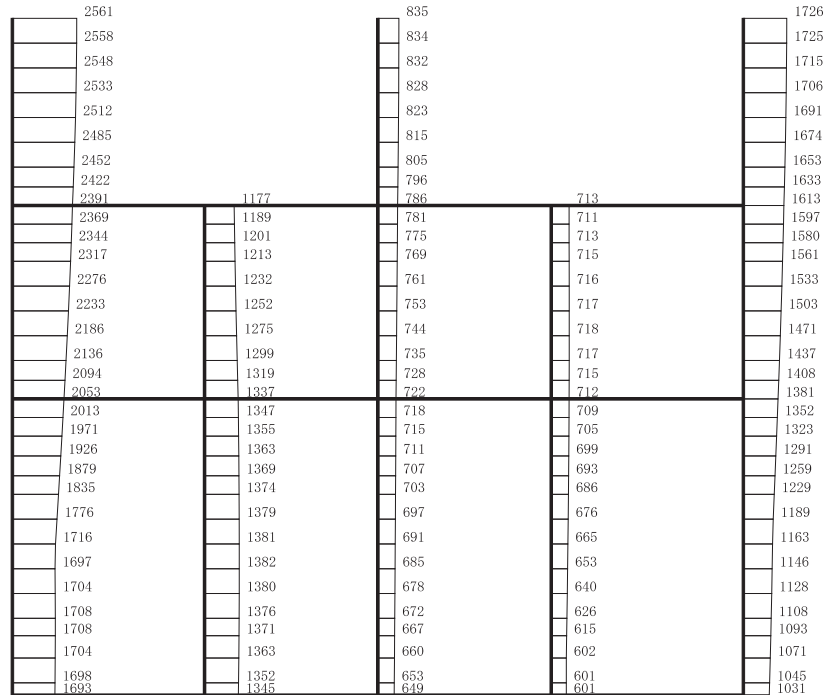
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-1 最大加速度分布図 (1/20) (解析ケース①)



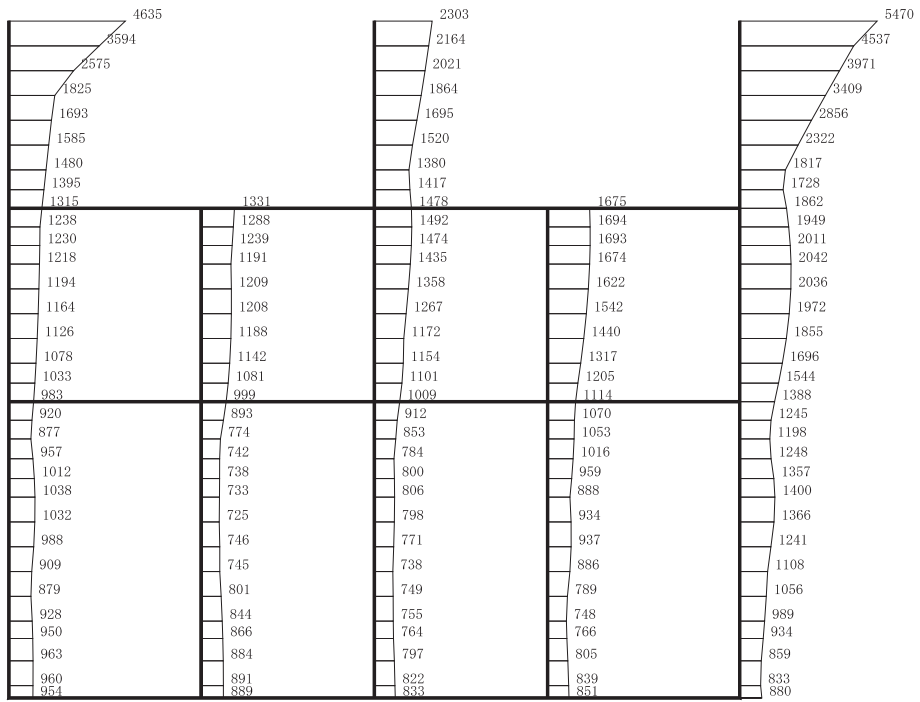
(a) S s - D 1 (- +) 水平



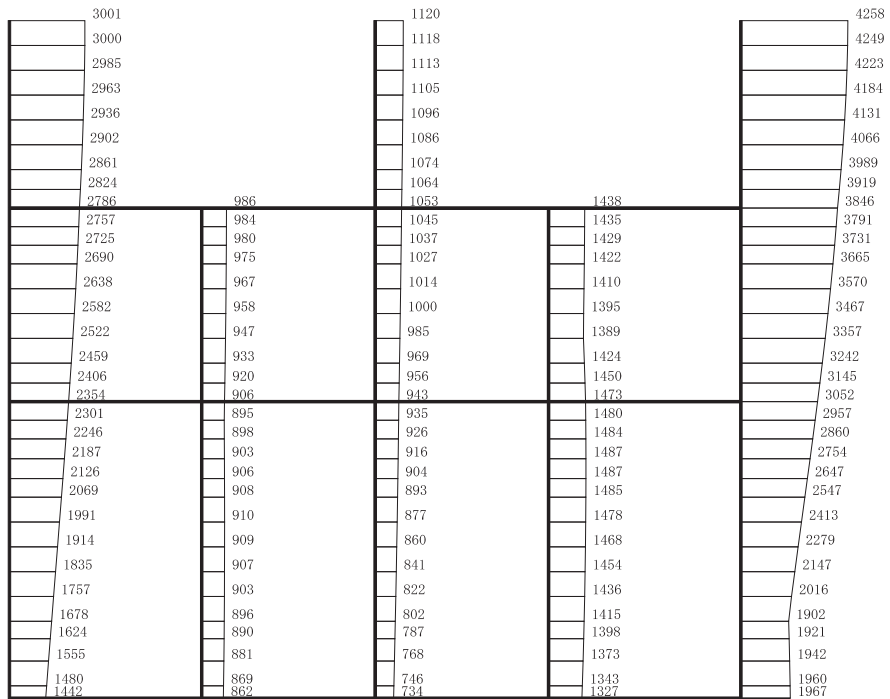
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 1 (- +) 鉛直

図 4-2 最大加速度分布図 (2/20) (解析ケース①)



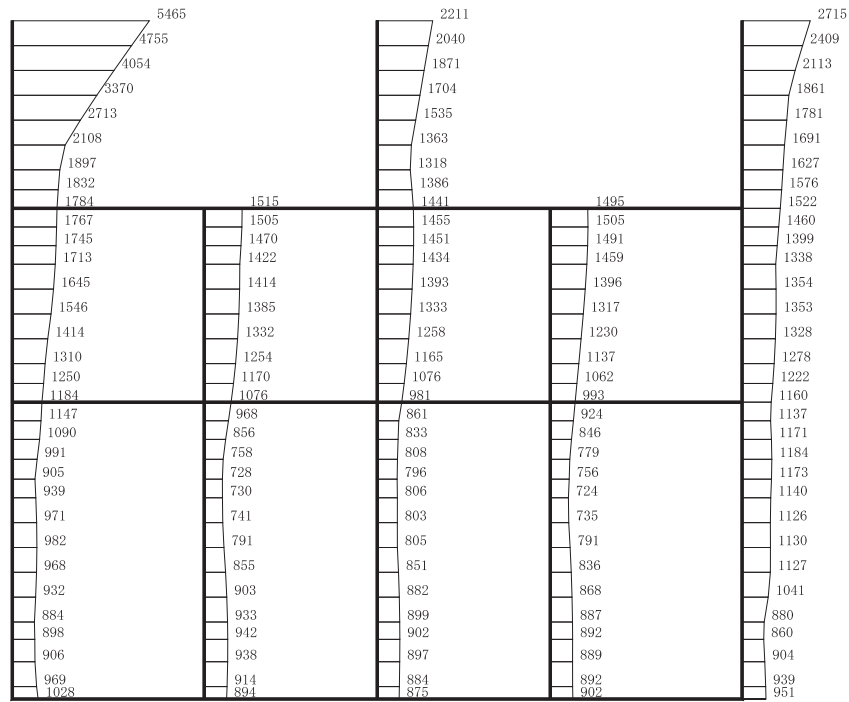
(a) S s - D 2 (++) 水平



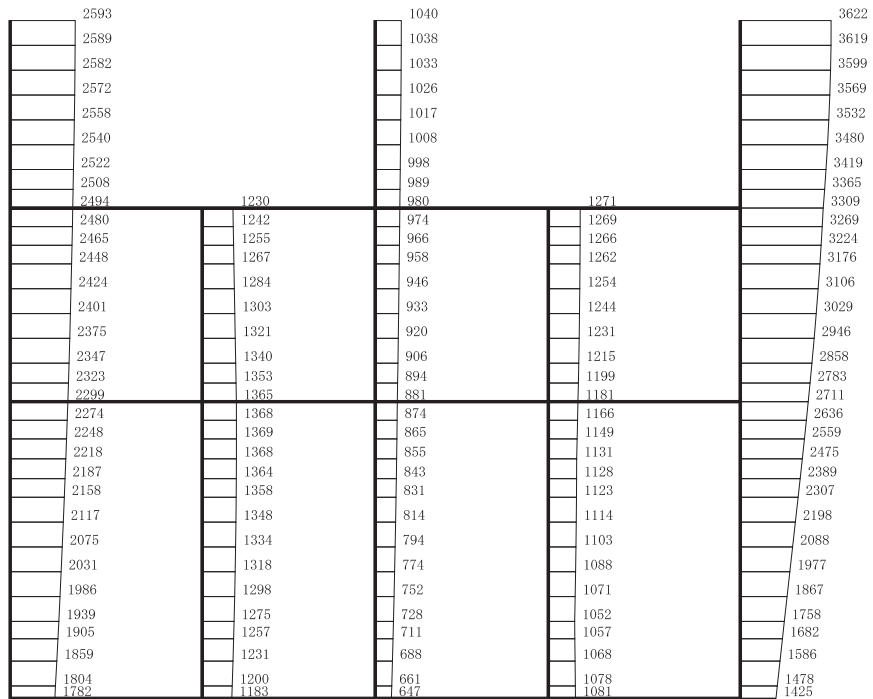
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-3 最大加速度分布図 (3/20) (解析ケース①)



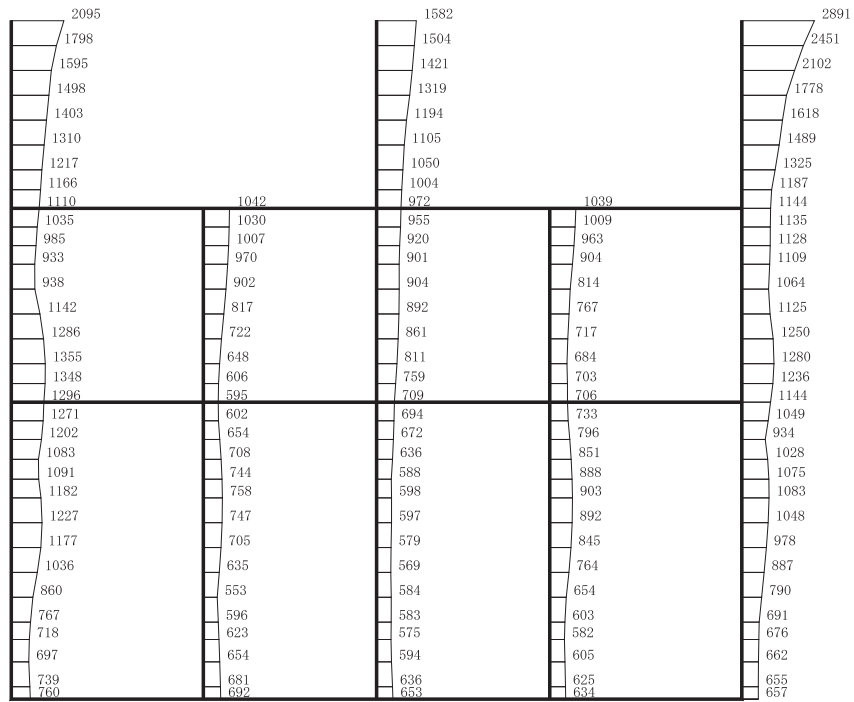
(a) S s - D 2 (- +) 水平



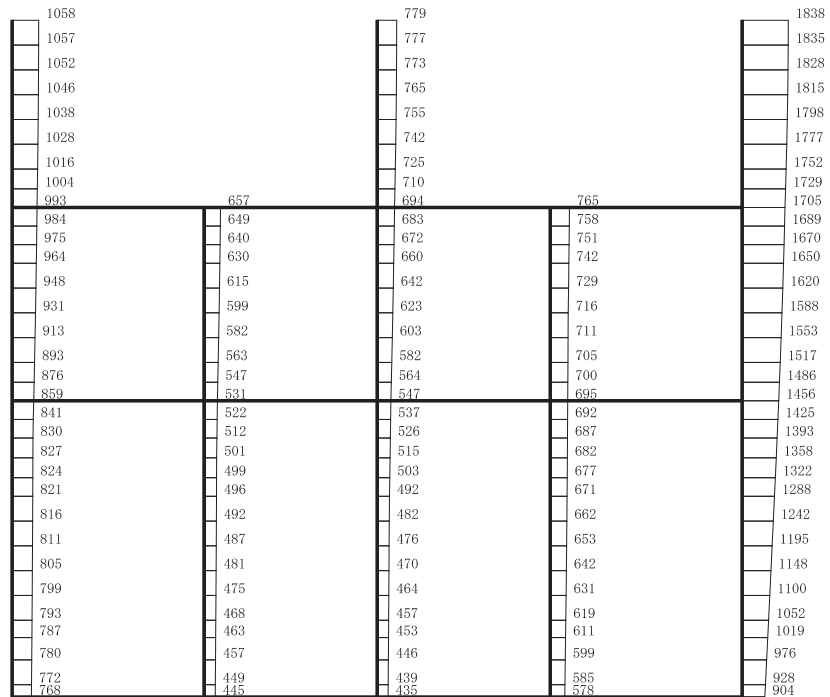
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 2 (- +) 鉛直

図 4-4 最大加速度分布図 (4/20) (解析ケース①)



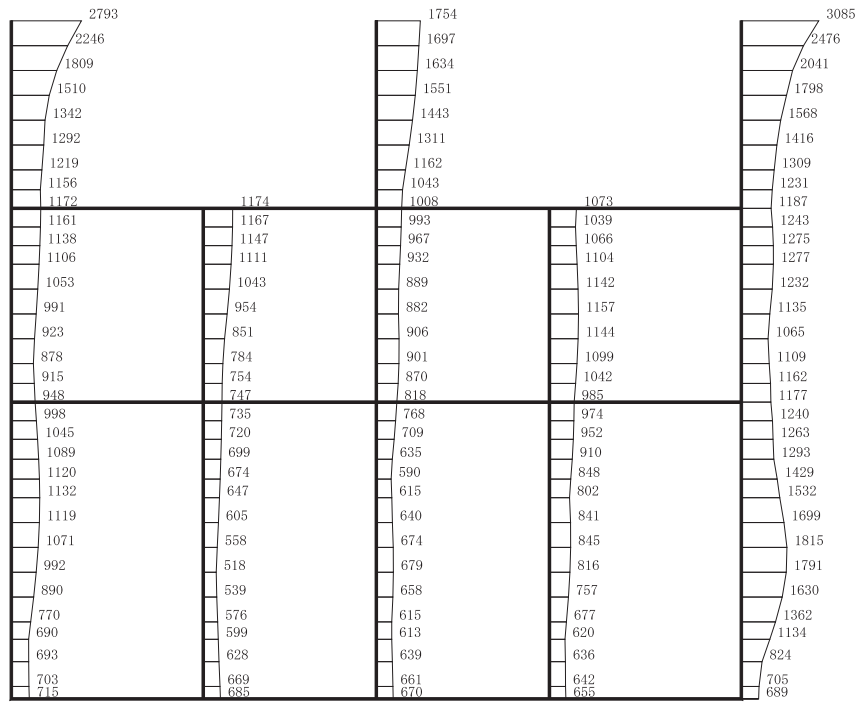
(a) S s - D 3 (++) 水平



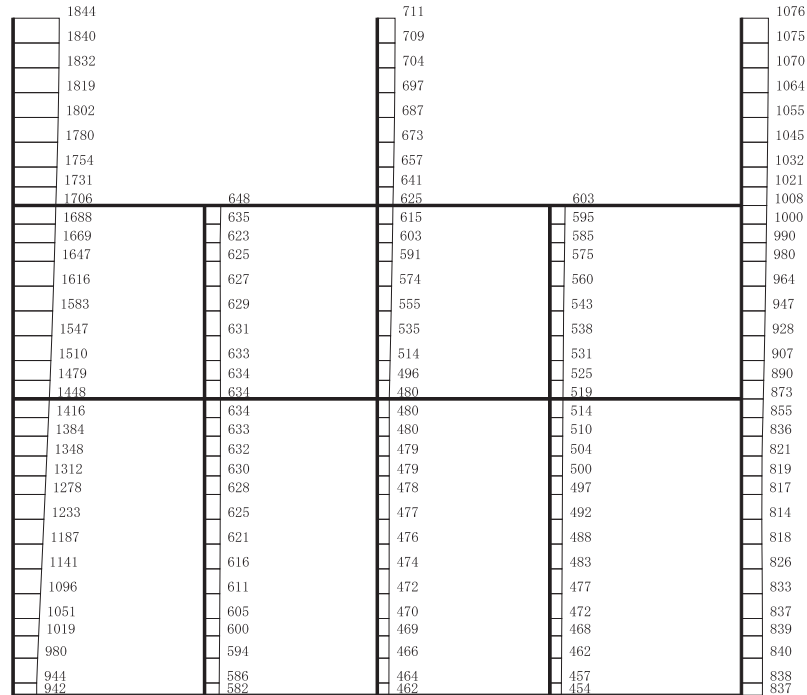
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-5 最大加速度分布図 (5/20) (解析ケース①)



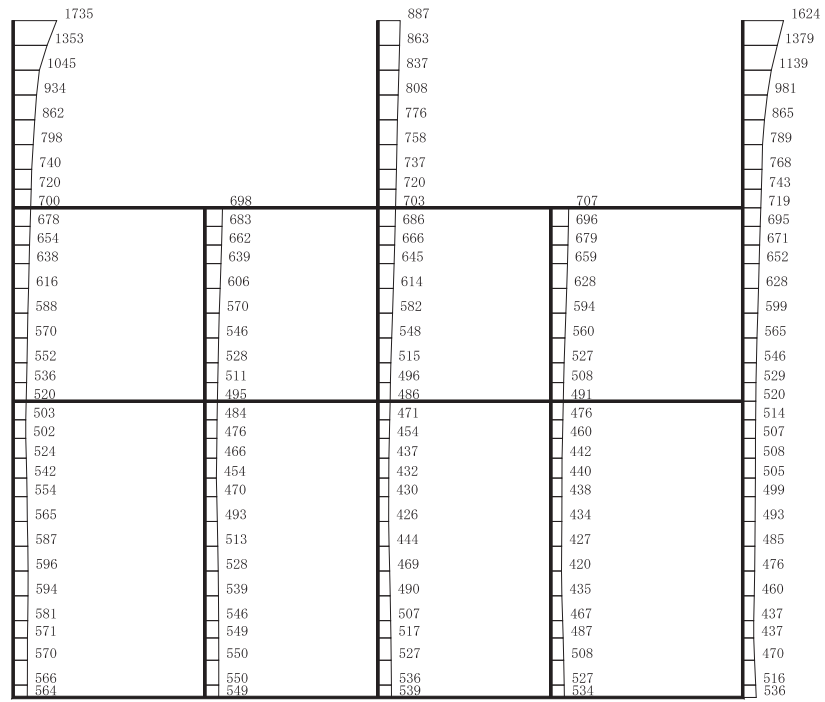
(a) S s - D 3 (- +) 水平



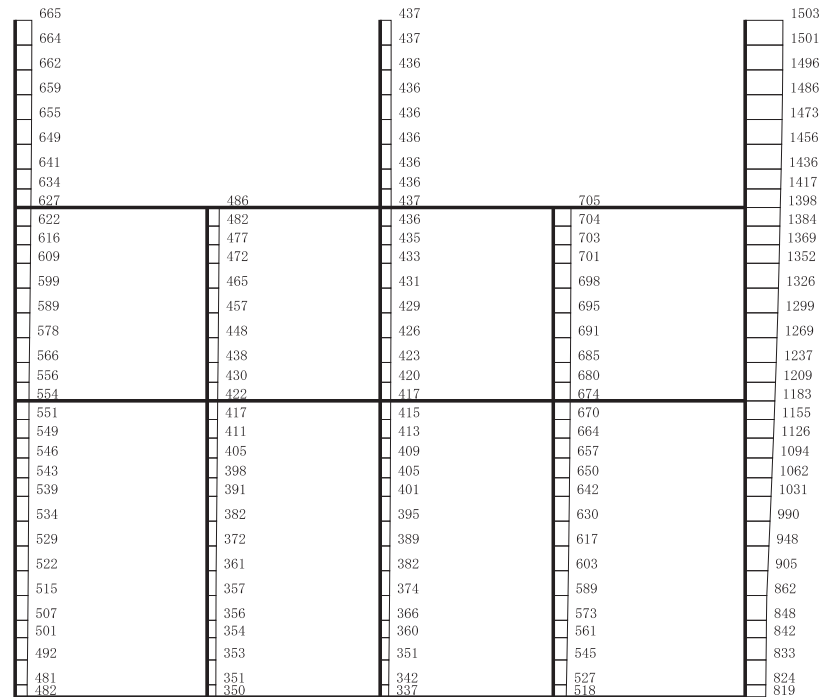
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 3 (- +) 鉛直

図 4-6 最大加速度分布図 (6/20) (解析ケース①)



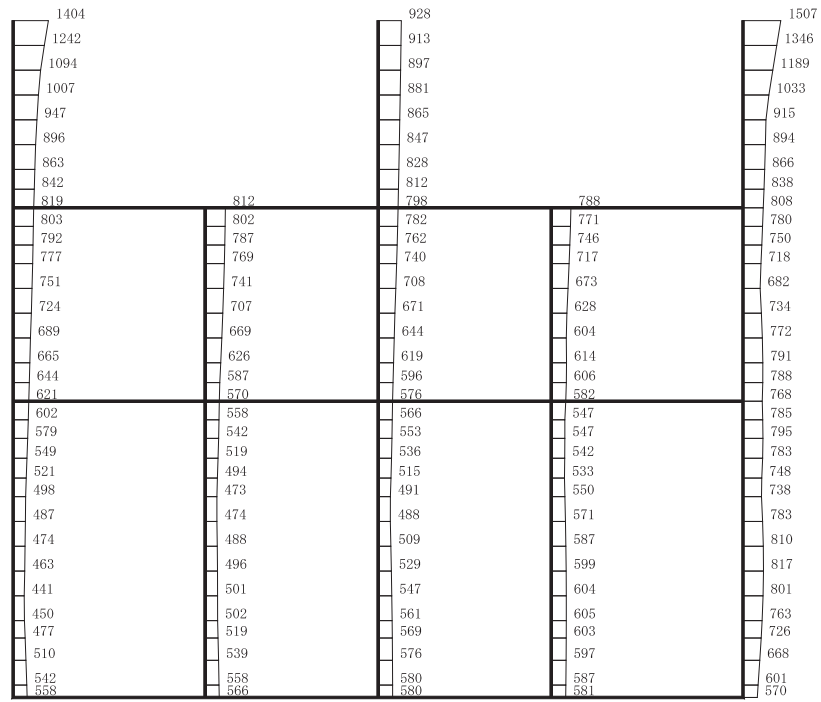
(a) S s - F 1 (++) 水平



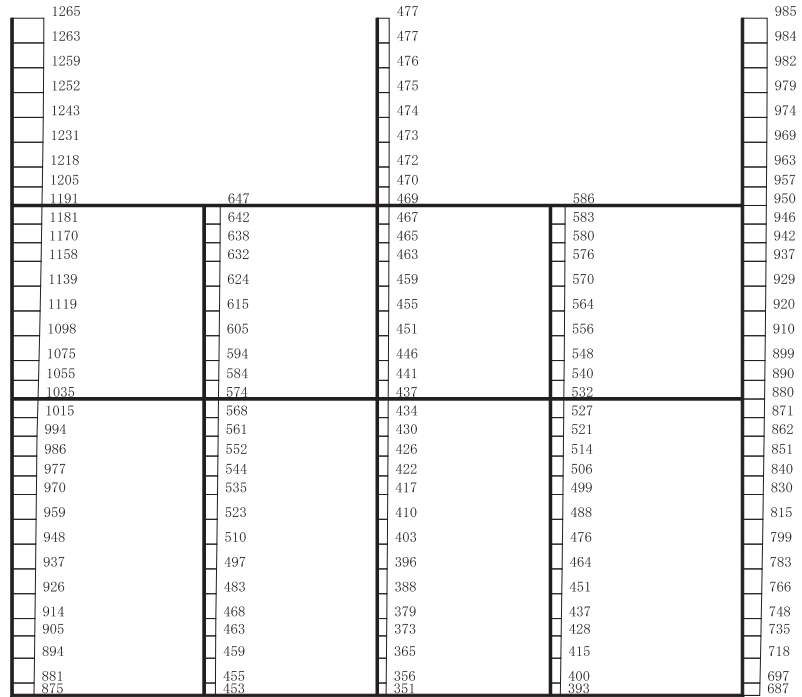
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-7 最大加速度分布図 (7/20) (解析ケース①)



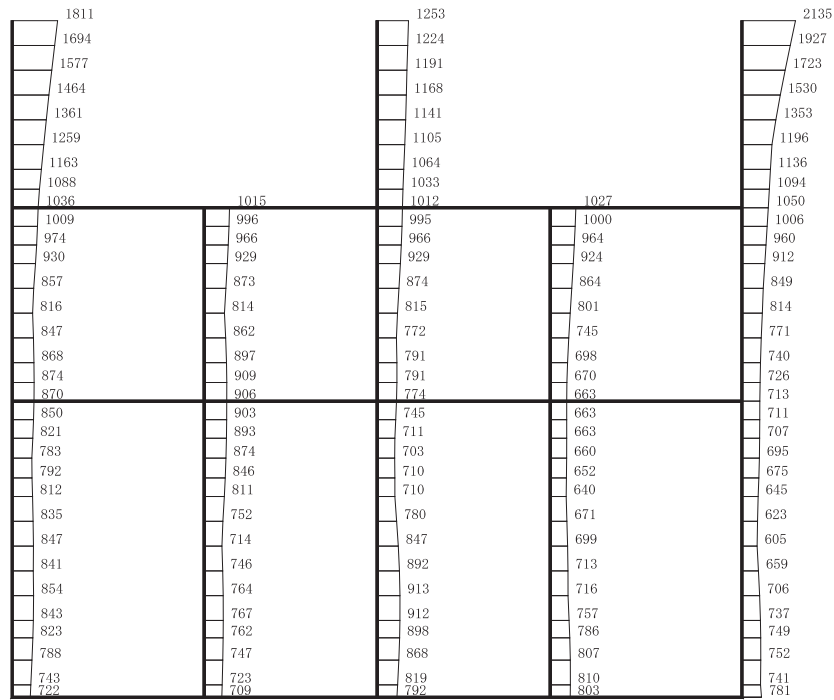
(a) S s - F 1 (-+) 水平



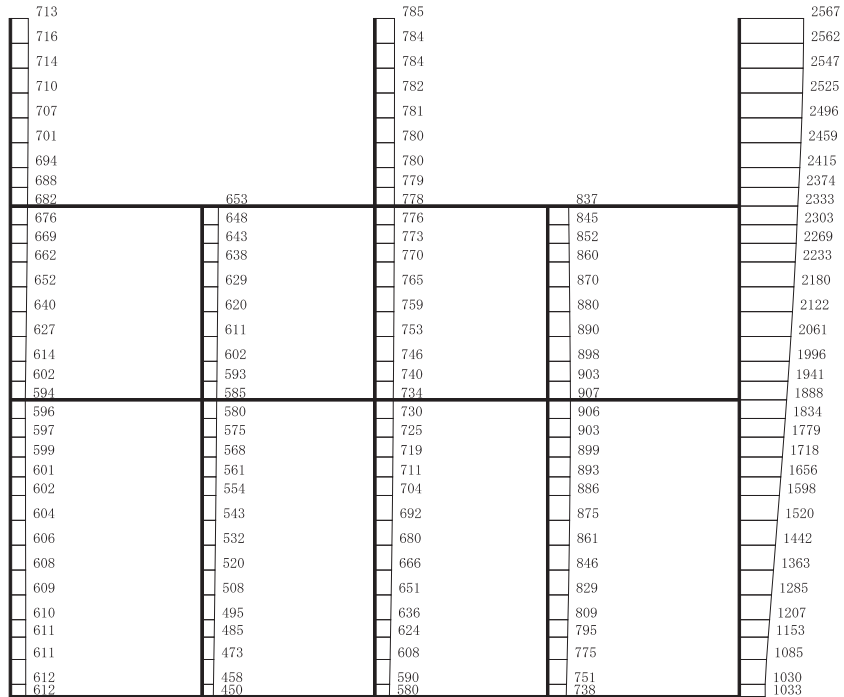
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 1 (-+) 鉛直

図 4-8 最大加速度分布図 (8/20) (解析ケース①)



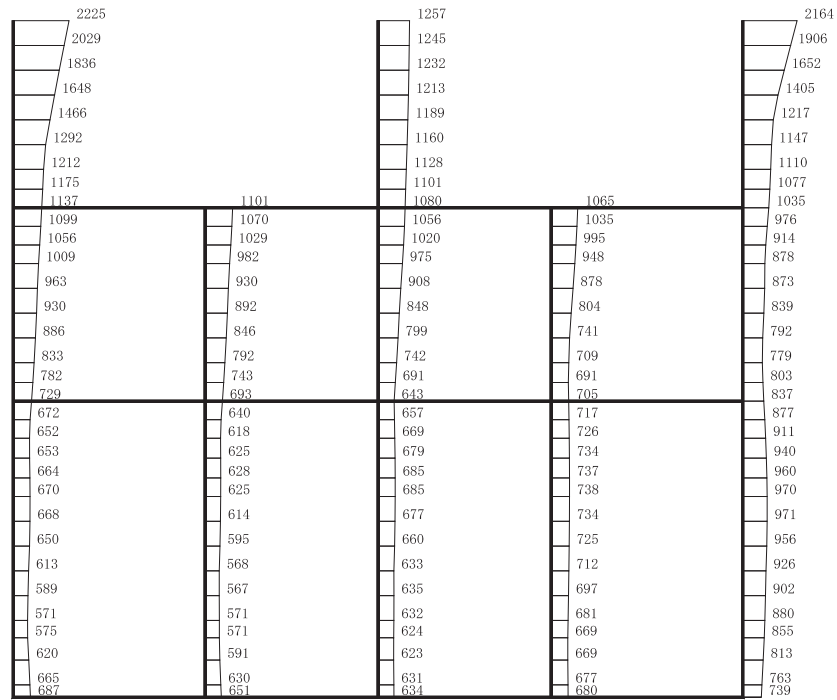
(a) $S_s - F_2$ (++) 水平



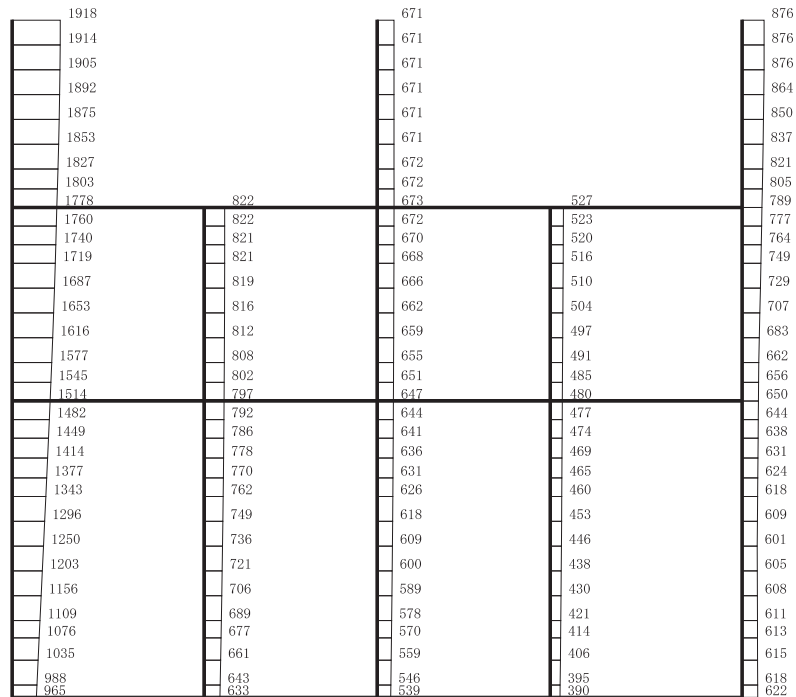
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) $S_s - F_2$ (++) 鉛直

図 4-9 最大加速度分布図 (9/20) (解析ケース①)



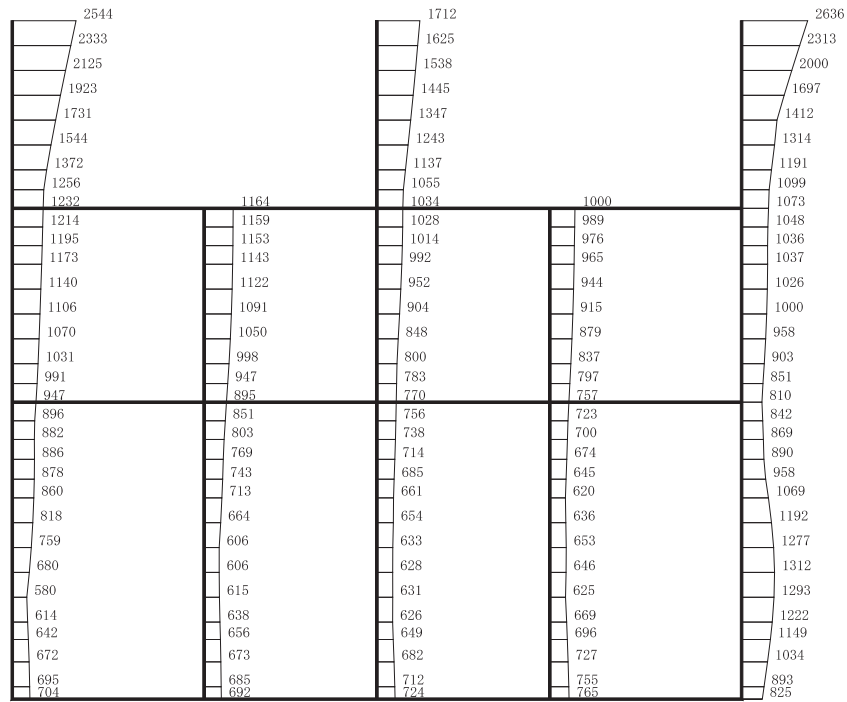
(a) S s - F 2 (-+) 水平



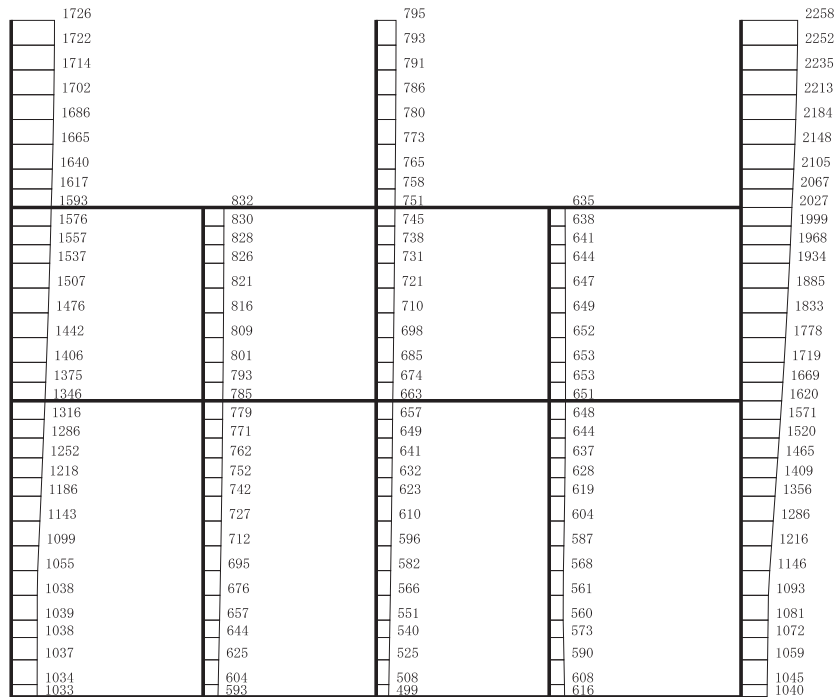
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 2 (-+) 鉛直

図 4-10 最大加速度分布図 (10/20) (解析ケース①)



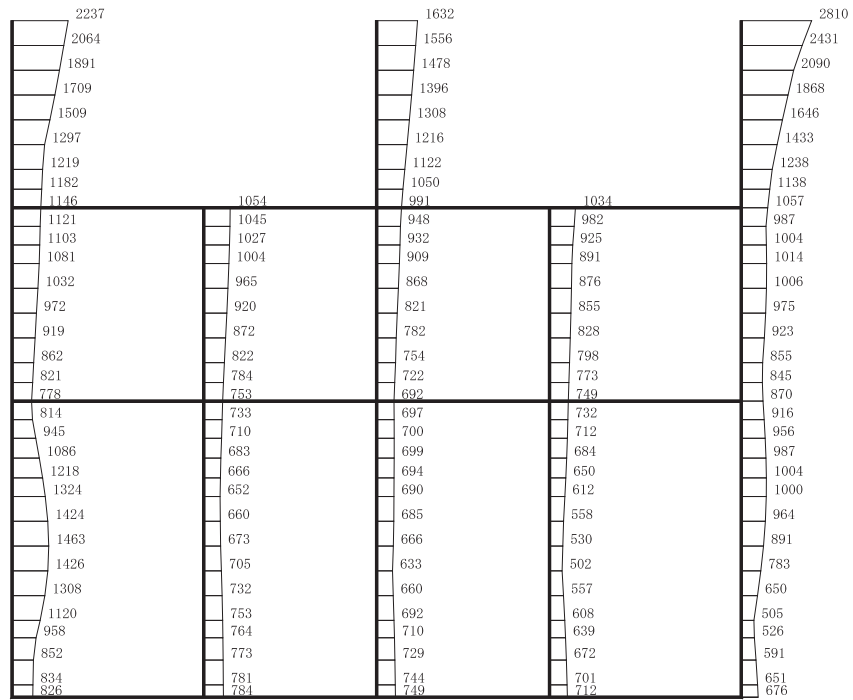
(a) S s - F 3 (++) 水平



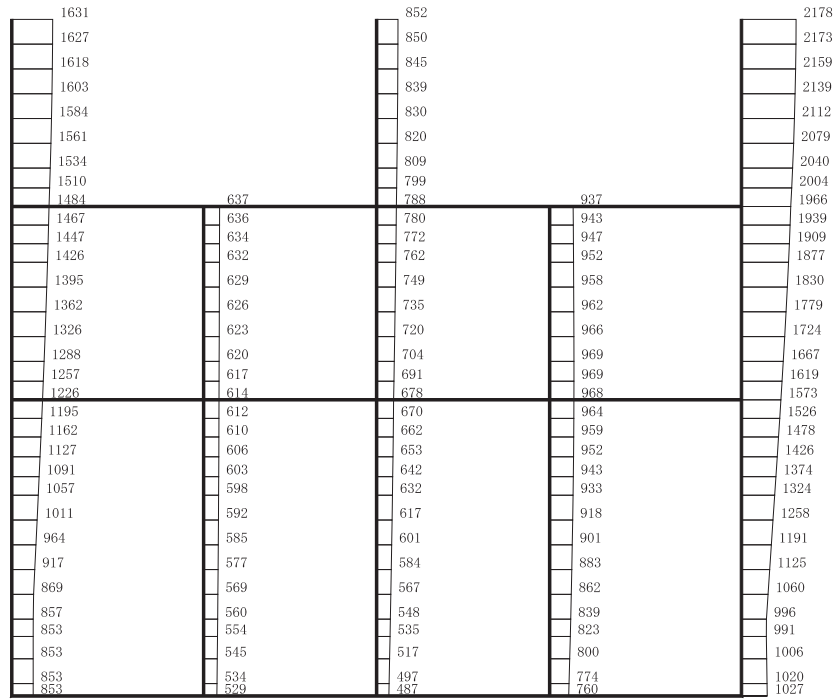
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-11 最大加速度分布図 (11/20) (解析ケース①)



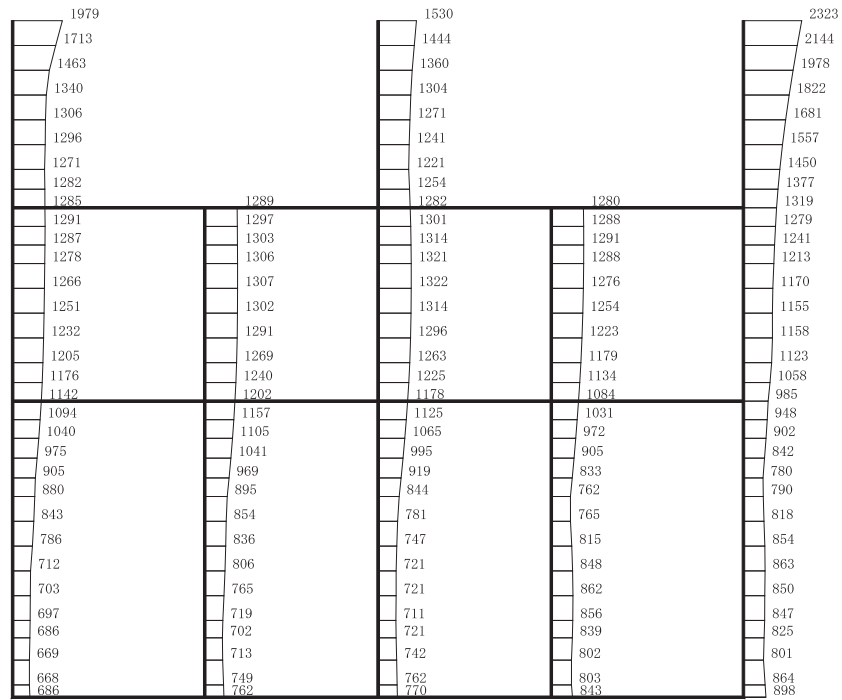
(a) S s - F 3 (-+) 水平



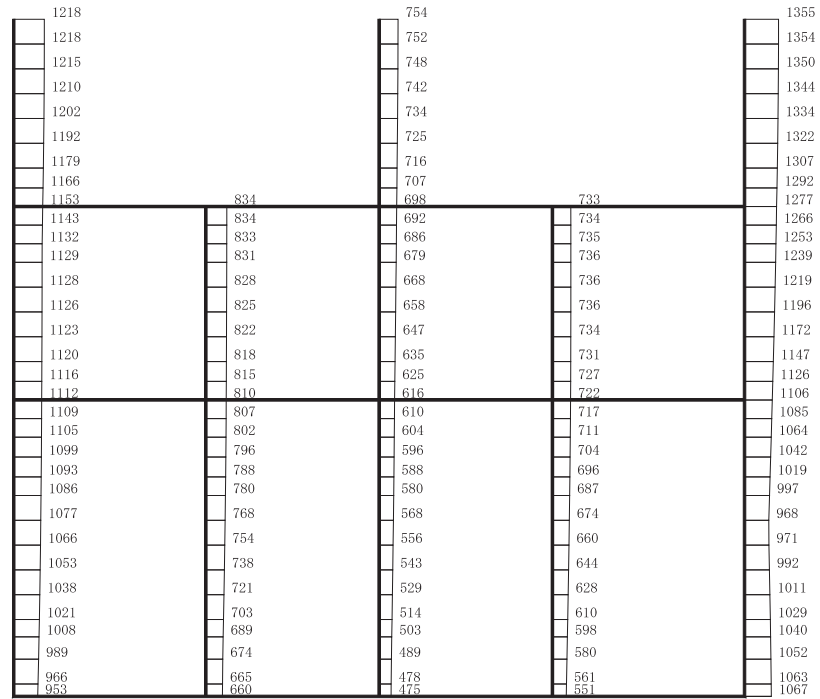
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 3 (-+) 鉛直

図 4-12 最大加速度分布図 (12/20) (解析ケース①)



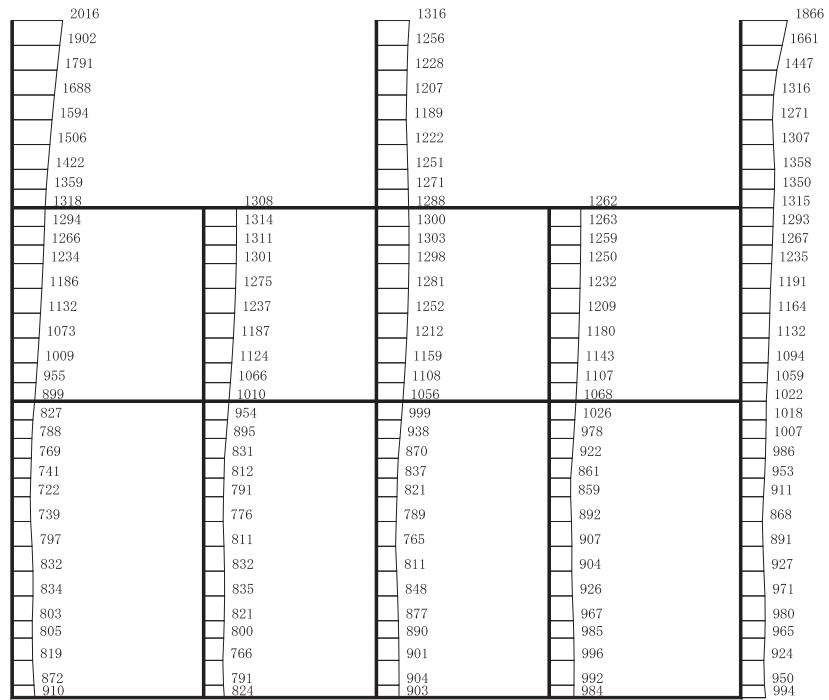
(a) S s - N 1 (++) 水平



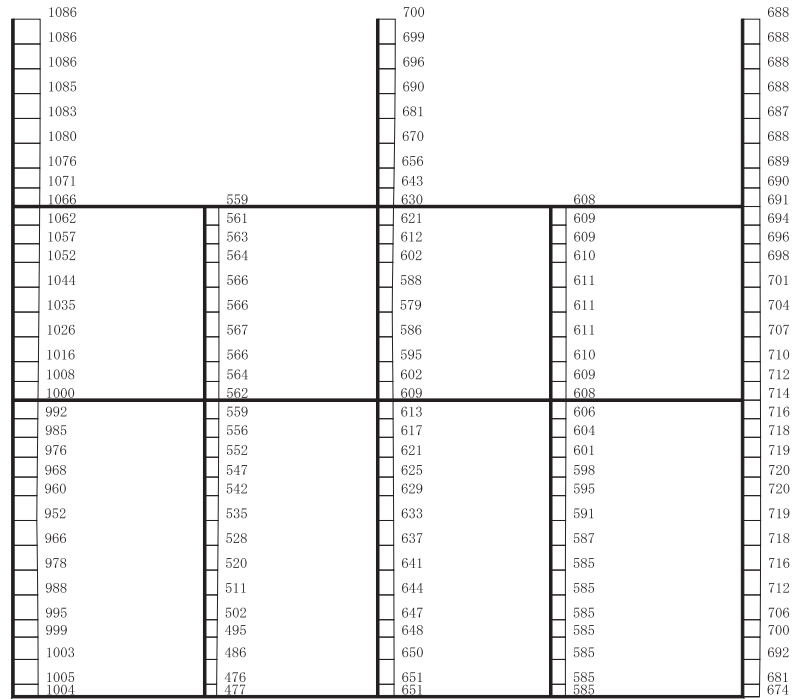
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-13 最大加速度分布図 (13/20) (解析ケース①)



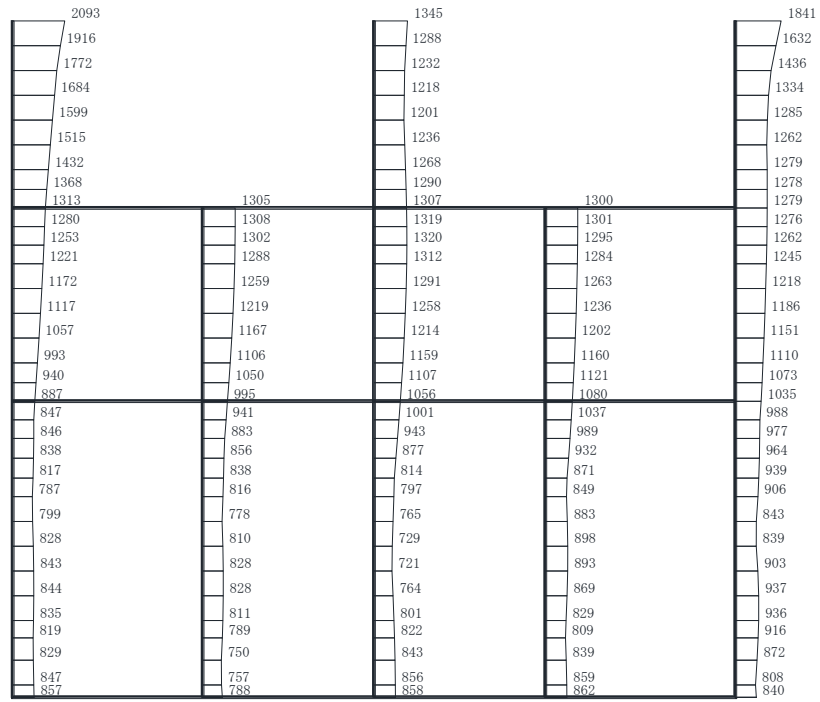
(a) S s - N 1 (-+) 水平



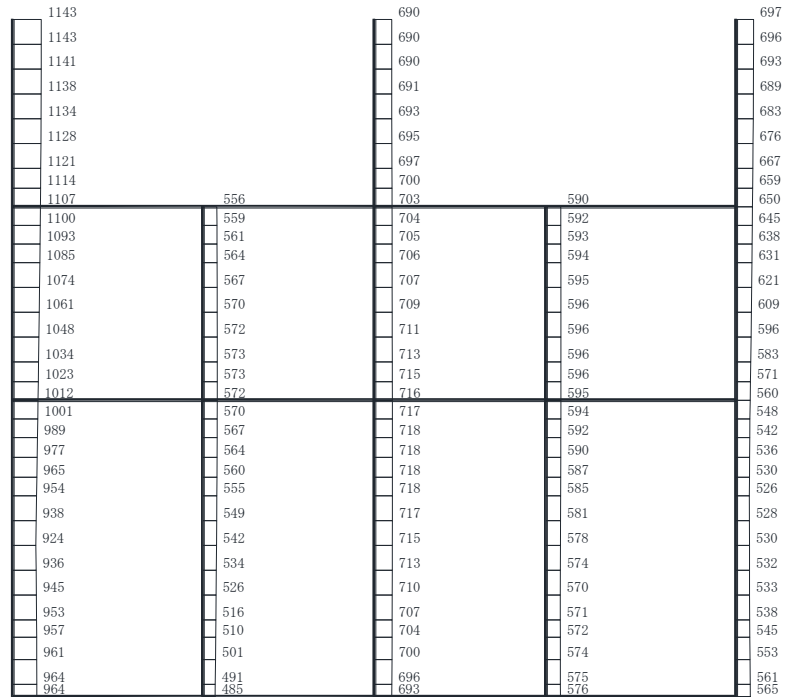
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

図 4-14 最大加速度分布図 (14/20) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

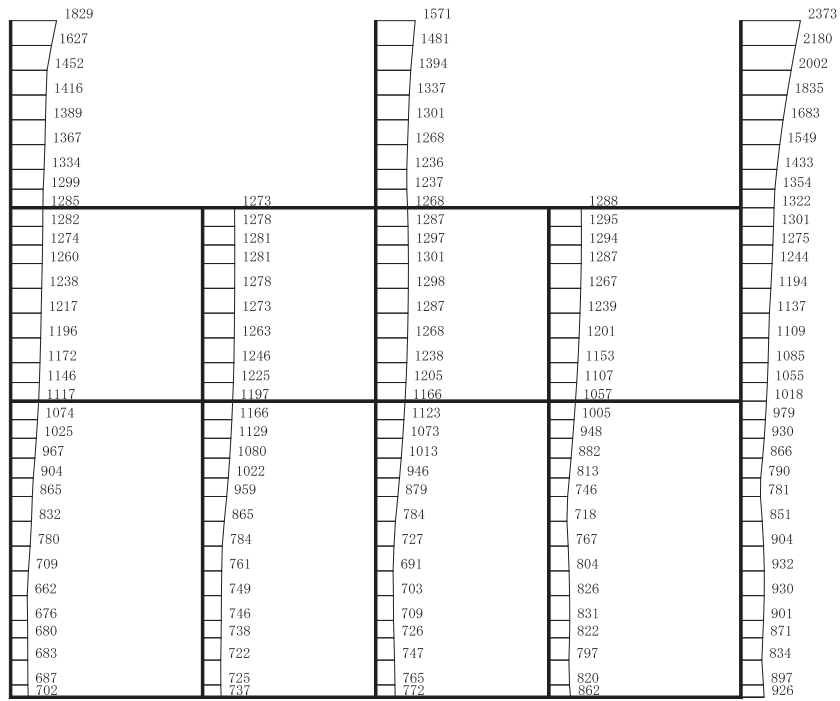


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

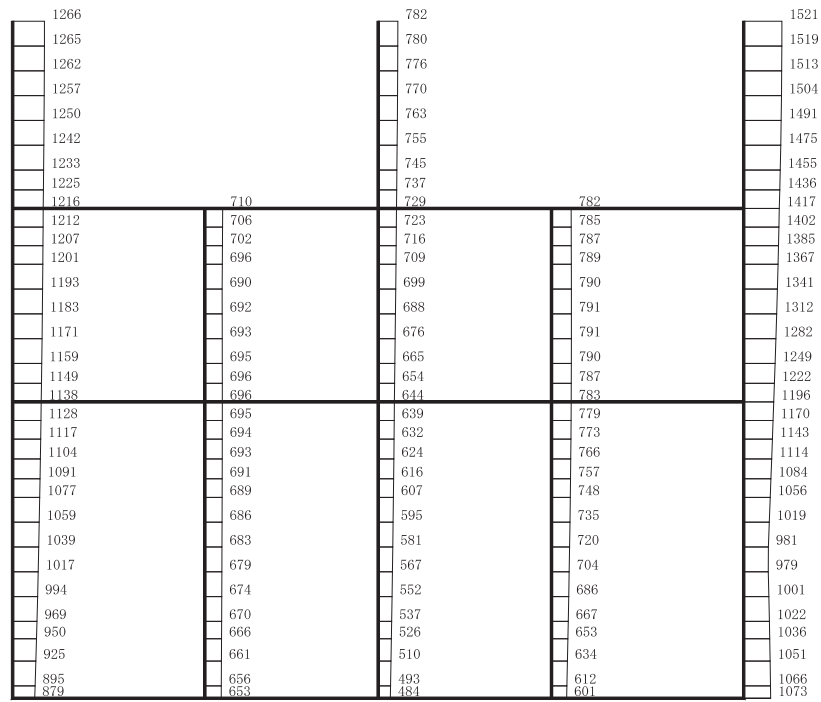
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

図 4-15 最大加速度分布図 (15/20)

(解析ケース②) : せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平

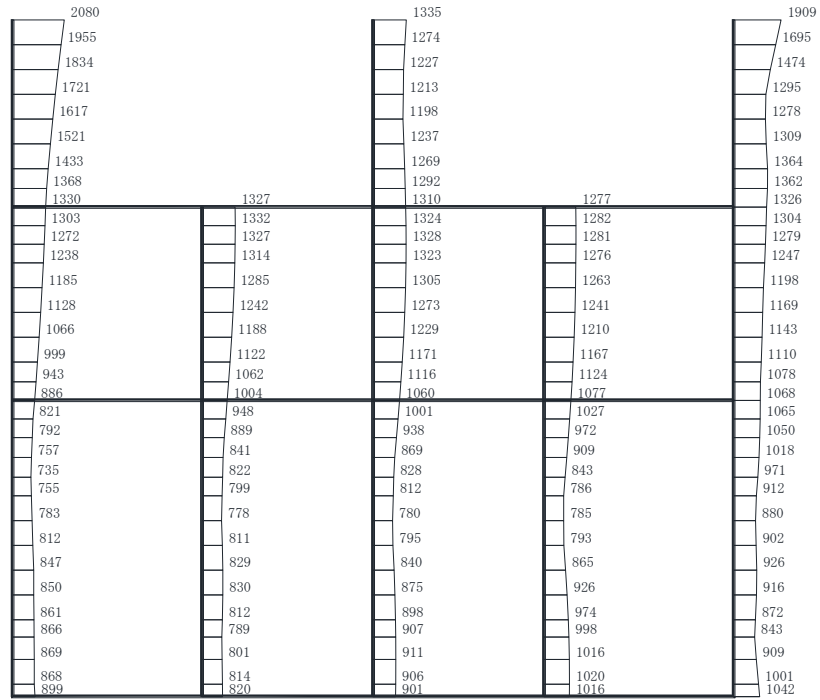


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

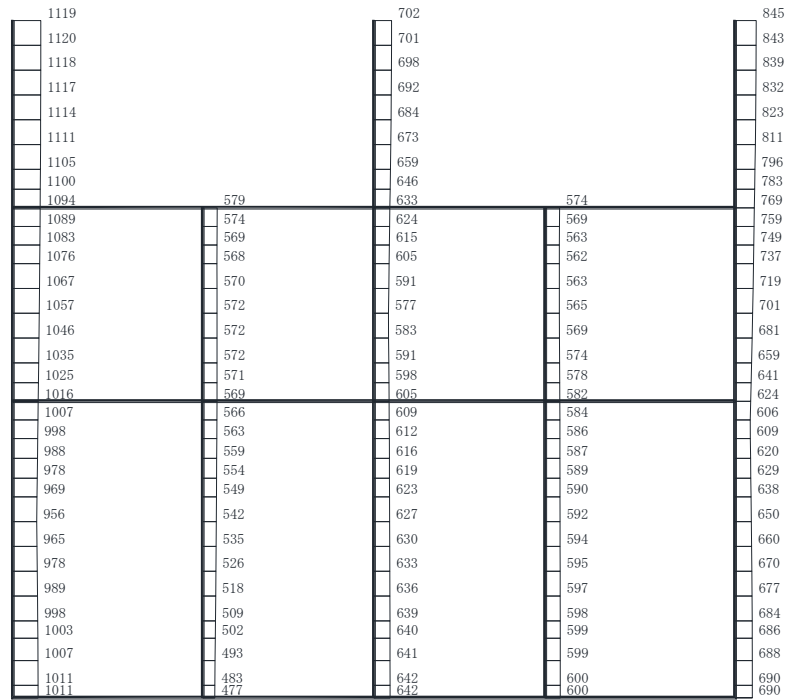
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-16 最大加速度分布図 (16/20)

(解析ケース②：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

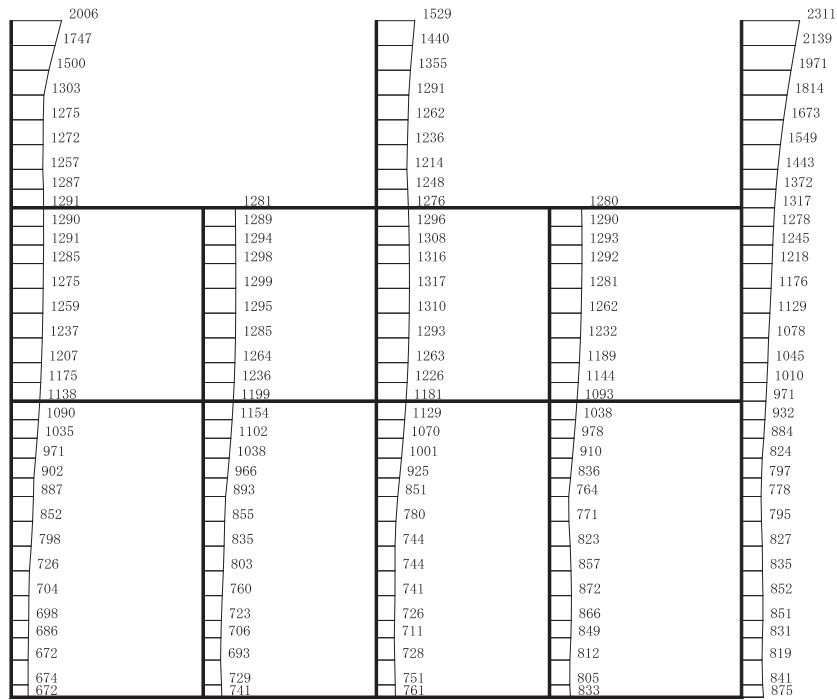


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

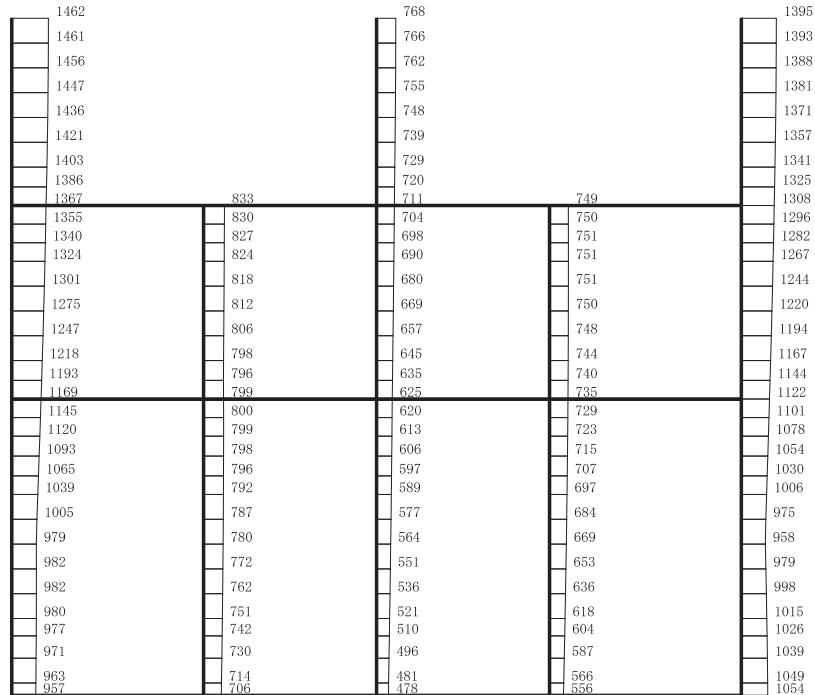
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

図 4-17 最大加速度分布図 (17/20)

(解析ケース③ : せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平

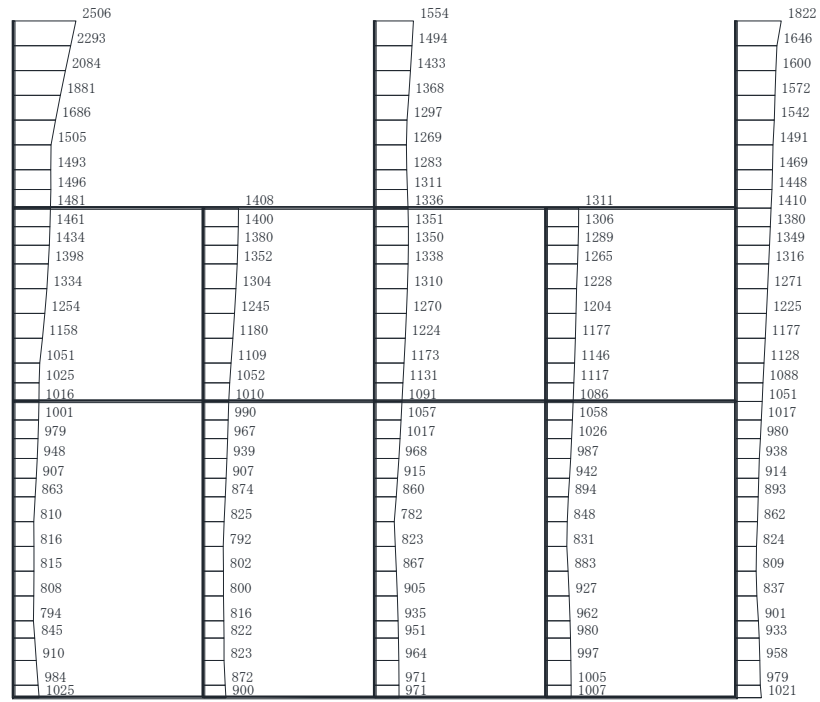


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

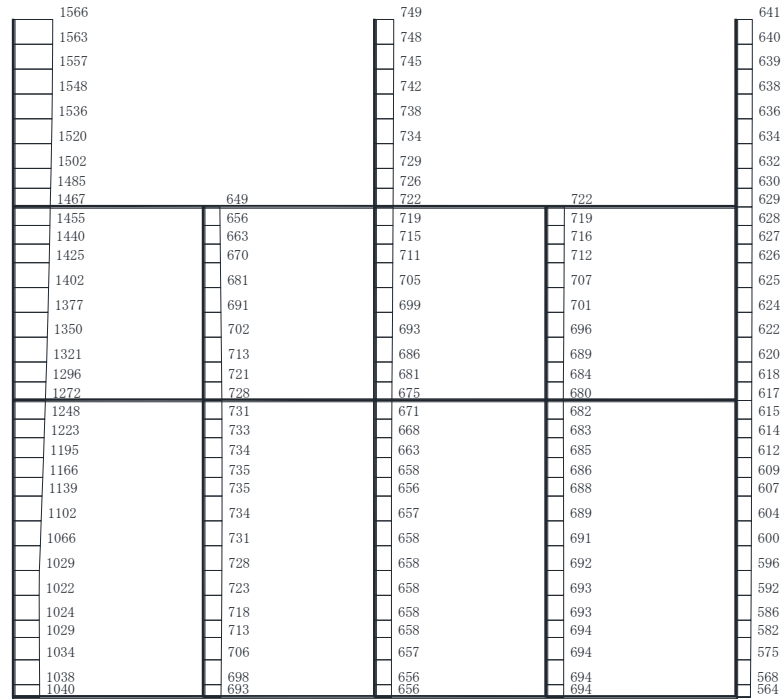
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-18 最大加速度分布図 (18/20)

(解析ケース③：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

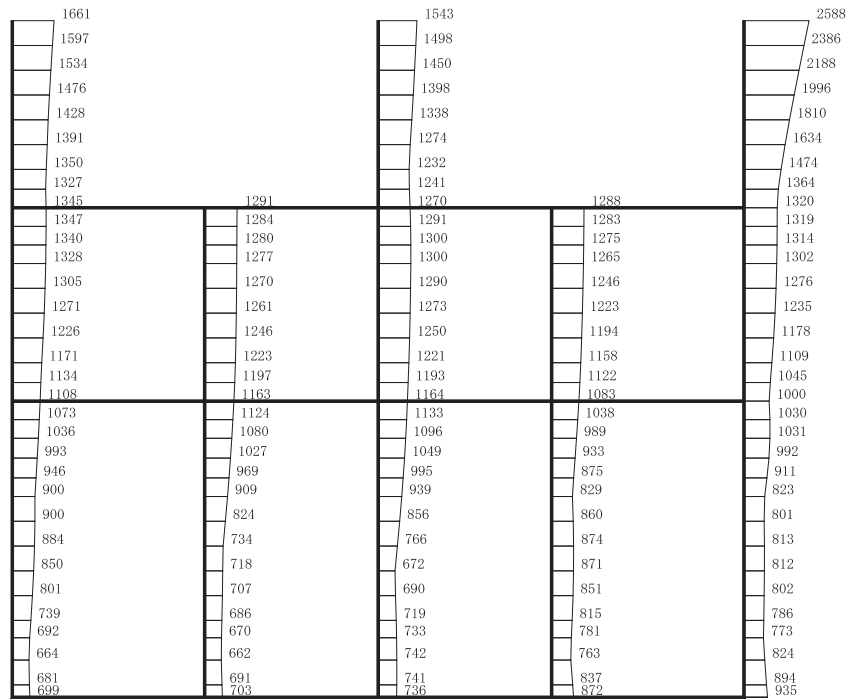


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

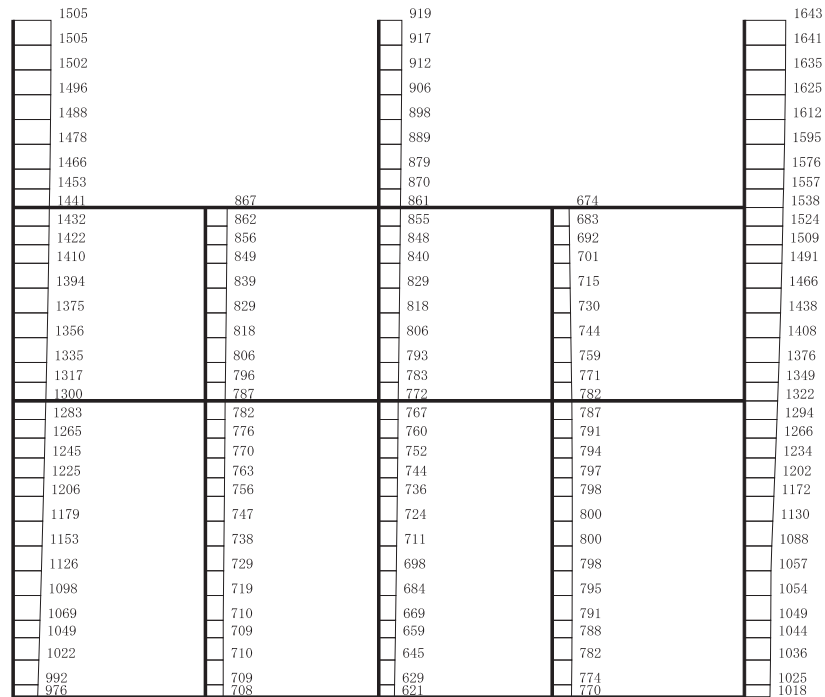
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

図 4-19 最大加速度分布図 (19/20)

(解析ケース④) : せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平

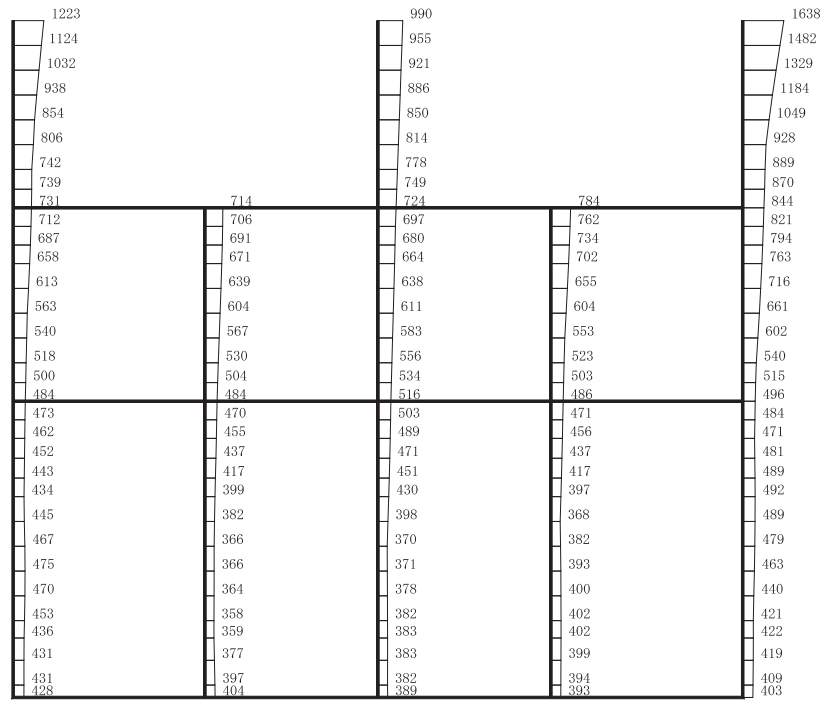


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

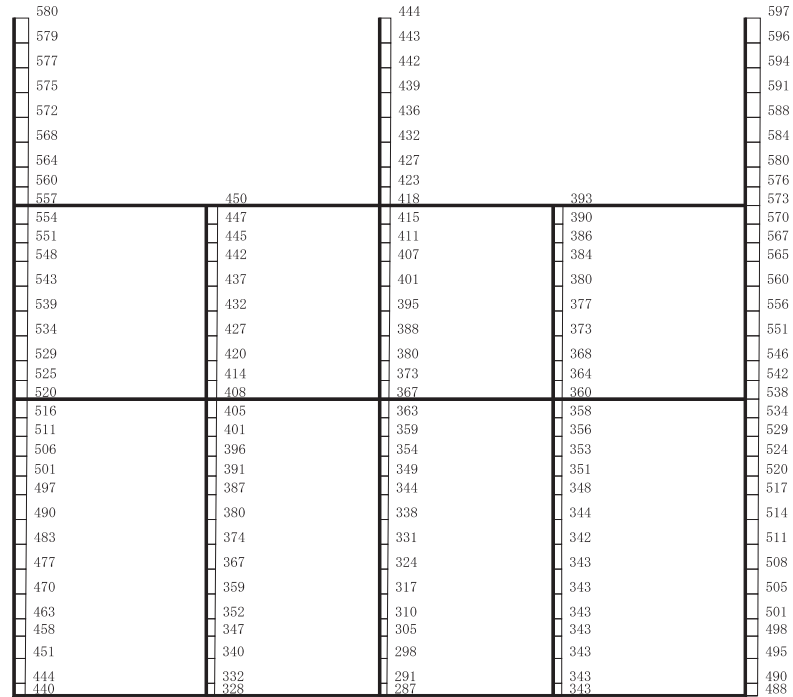
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-20 最大加速度分布図 (20/20)

(解析ケース④：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)



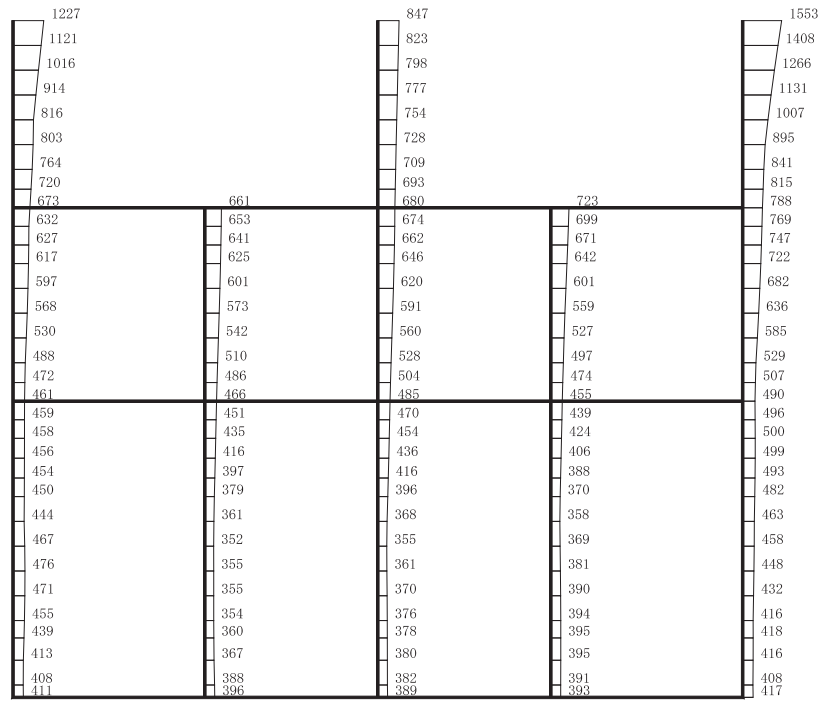
(a) S d - D 2 (++) 水平



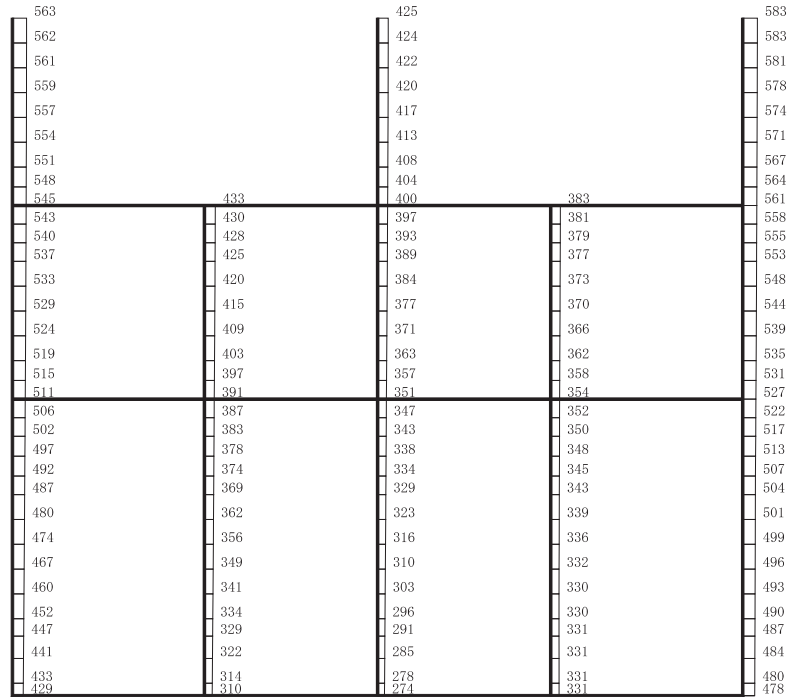
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-21 最大加速度分布図 (1/4) (解析ケース①)



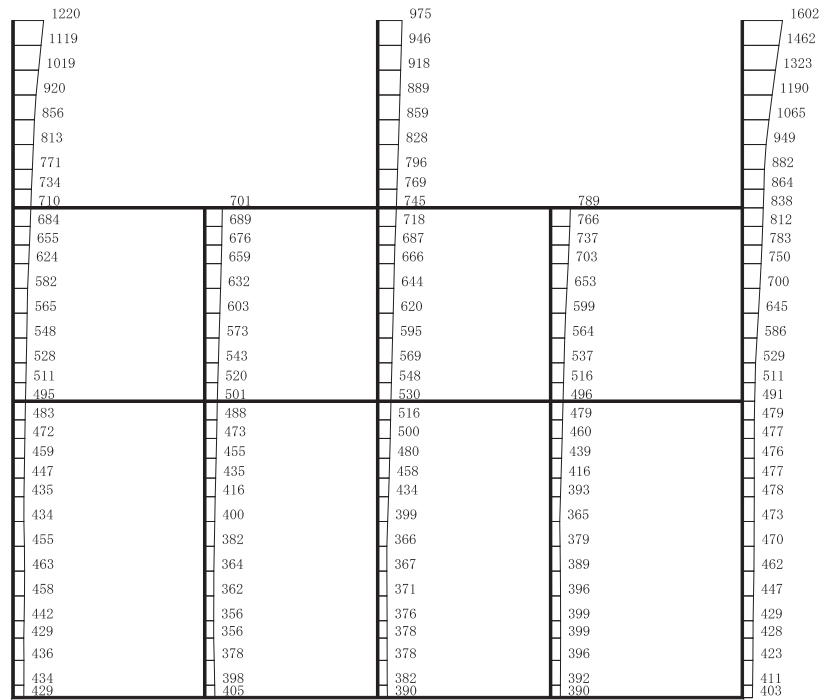
(a) S d - D 2 (++) 水平



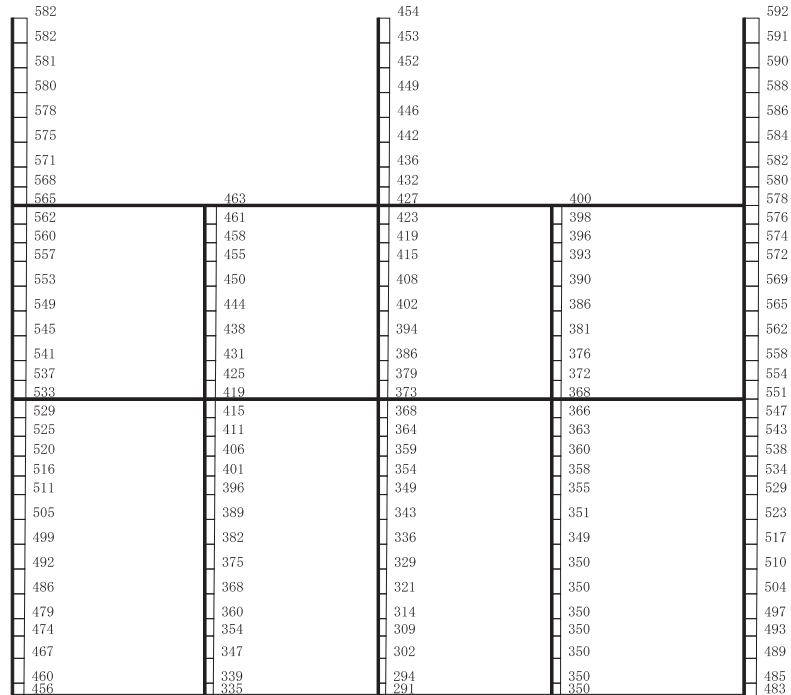
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

図 4-22 最大加速度分布図 (2/4) (解析ケース②)



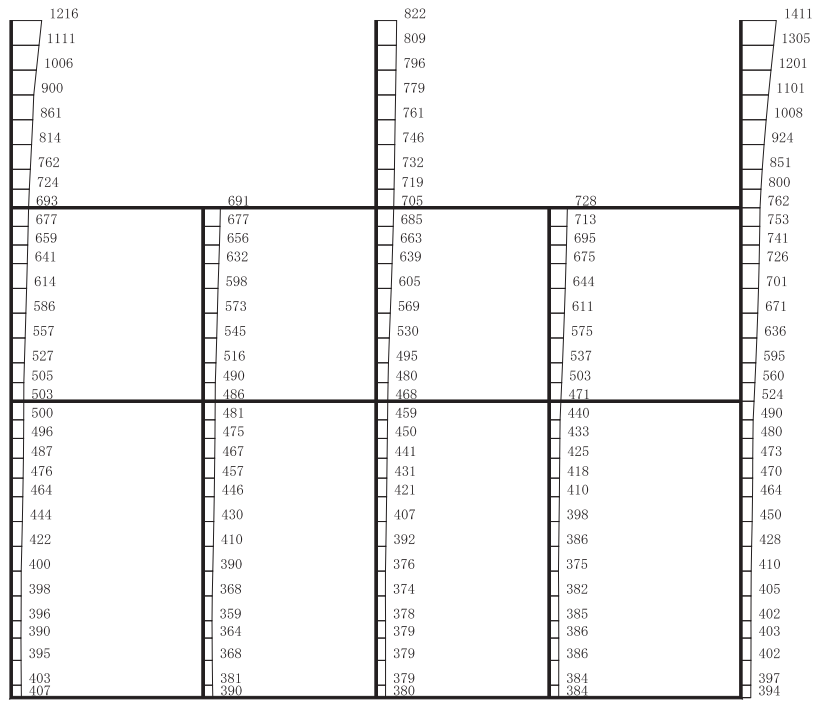
(a) Sd-D2 (++) 水平



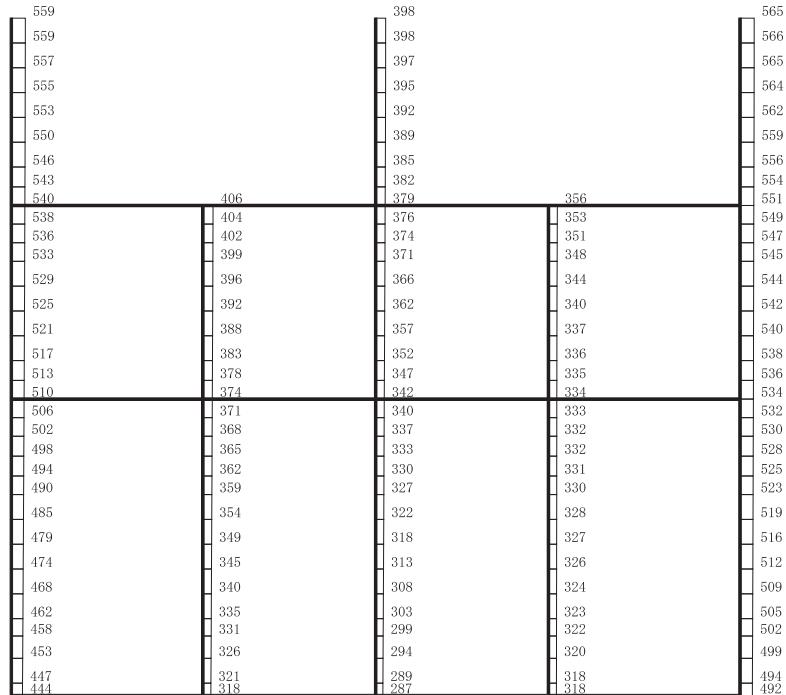
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) Sd-D2 (++) 鉛直

図 4-23 最大加速度分布図 (3/4) (解析ケース③)



(a) S d - D 2 (++) 水平



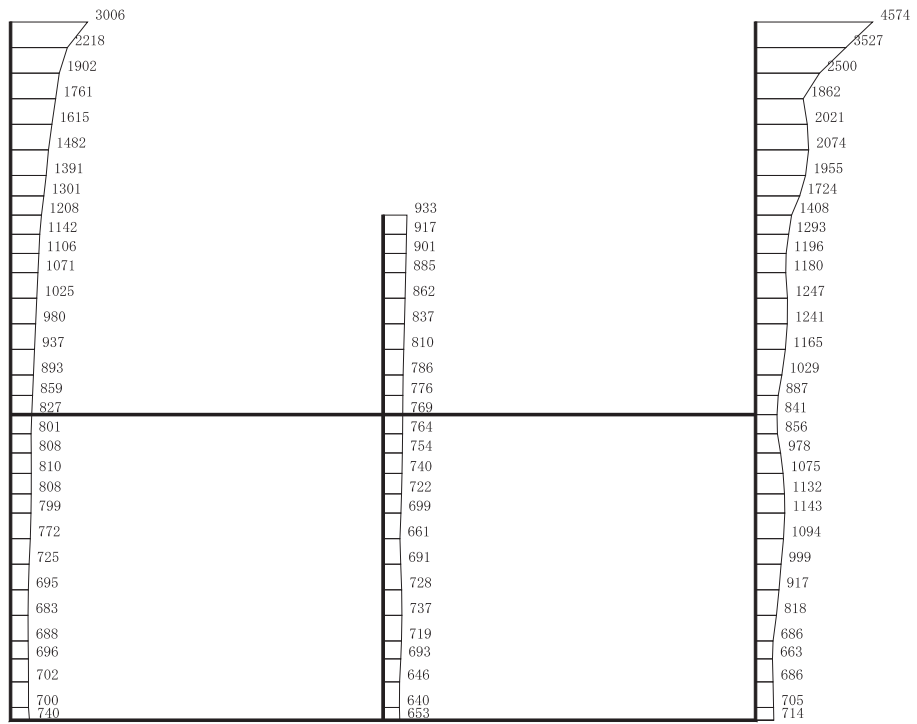
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S d - D 2 (++) 鉛直

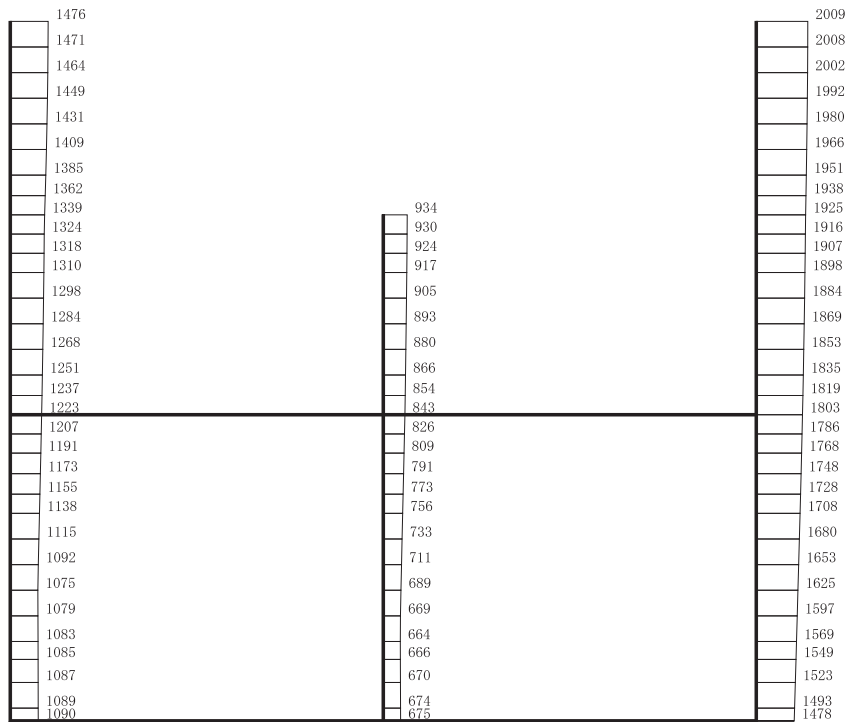
図 4-24 最大加速度分布図 (4/4) (解析ケース④)

4.2 南北方向（循環水ポンプエリア）の解析結果

耐震評価のために用いる応答加速度として、解析ケース①（基本ケース）について、すべての基準地震動 S_s に対する最大加速度分布図を図 4-25～図 4-38 に示す。また、解析ケース①において、照査項目ごとに照査値が 0.5 を超えるケースで照査値が最大となる地震動について、解析ケース②～④の最大加速度分布図を図 4-39～図 4-44 に示す。



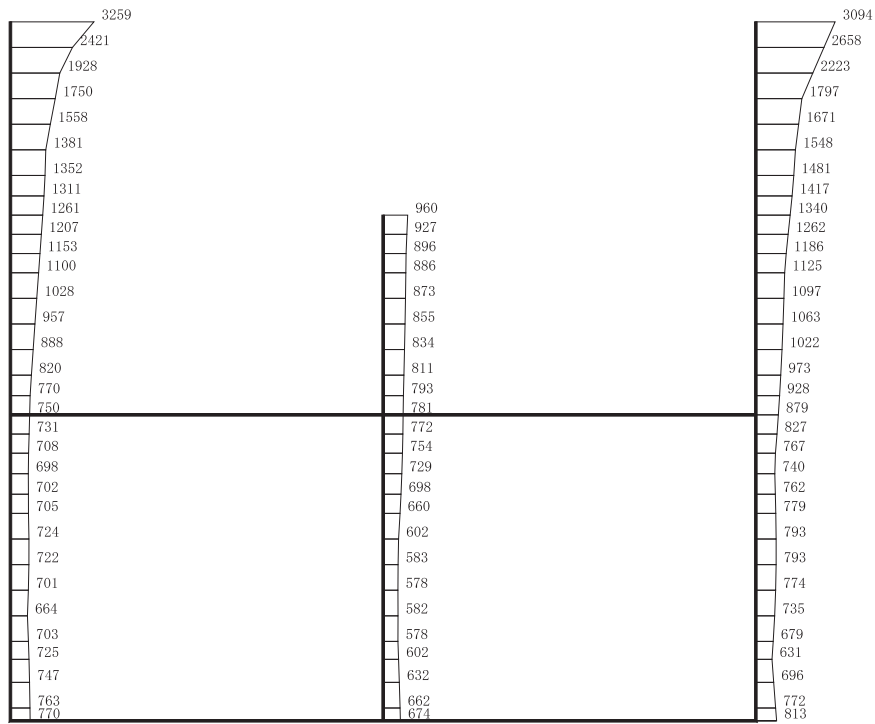
(a) S s - D 1 (++) 水平



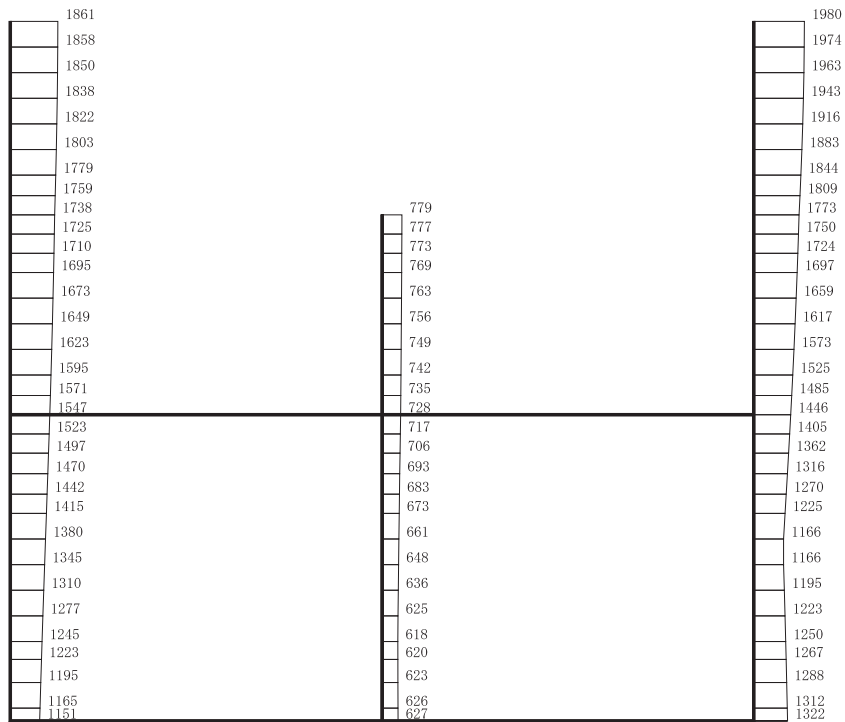
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 1 (++) 鉛直

図 4-25 最大加速度分布図 (1/20) (解析ケース①)



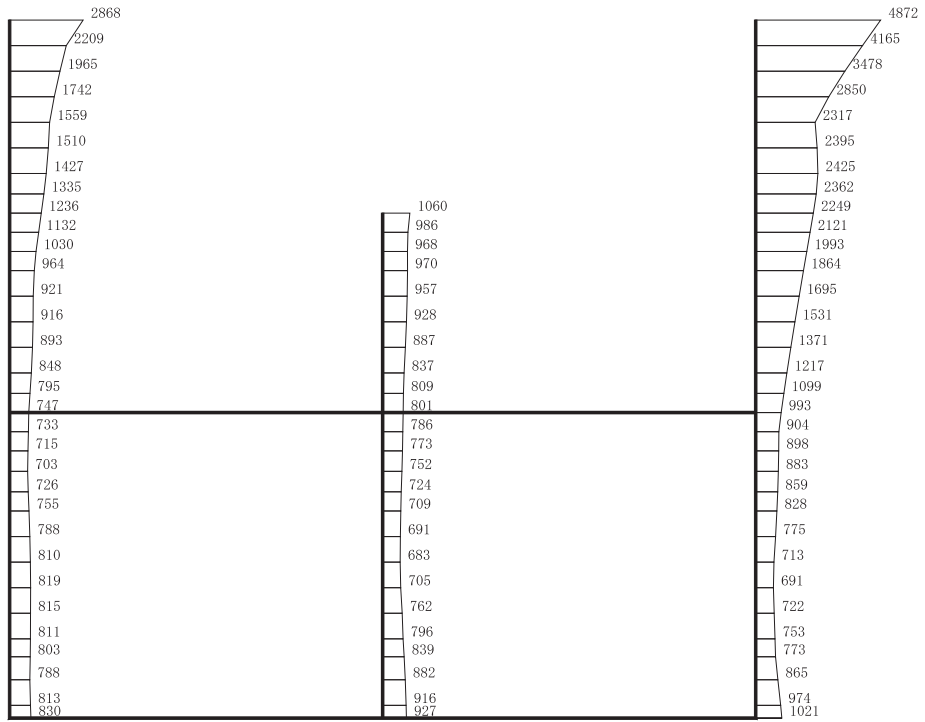
(a) S s - D 1 (- +) 水平



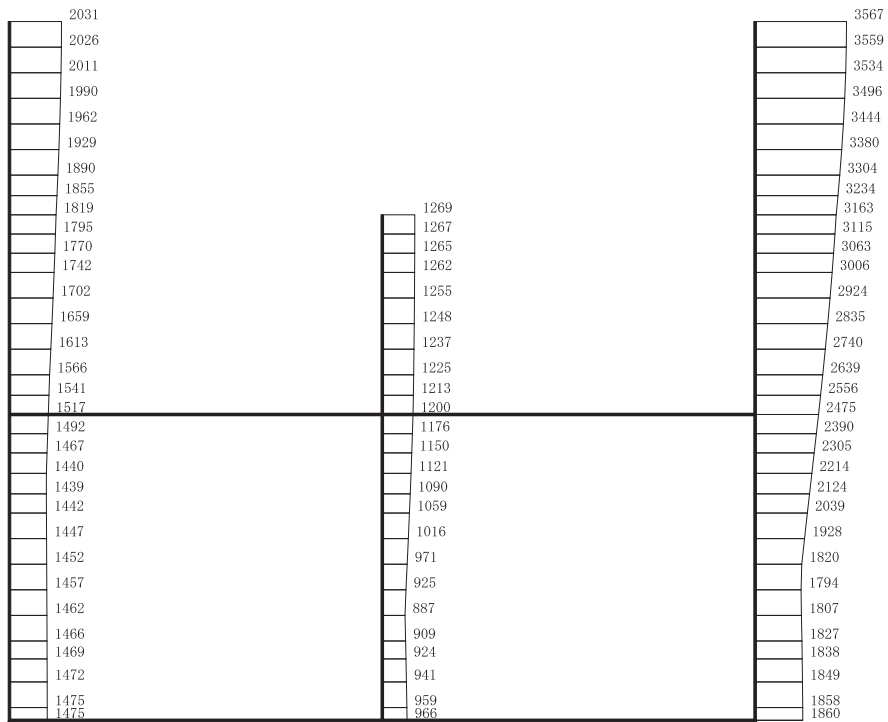
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 1 (- +) 鉛直

図 4-26 最大加速度分布図 (2/20) (解析ケース①)



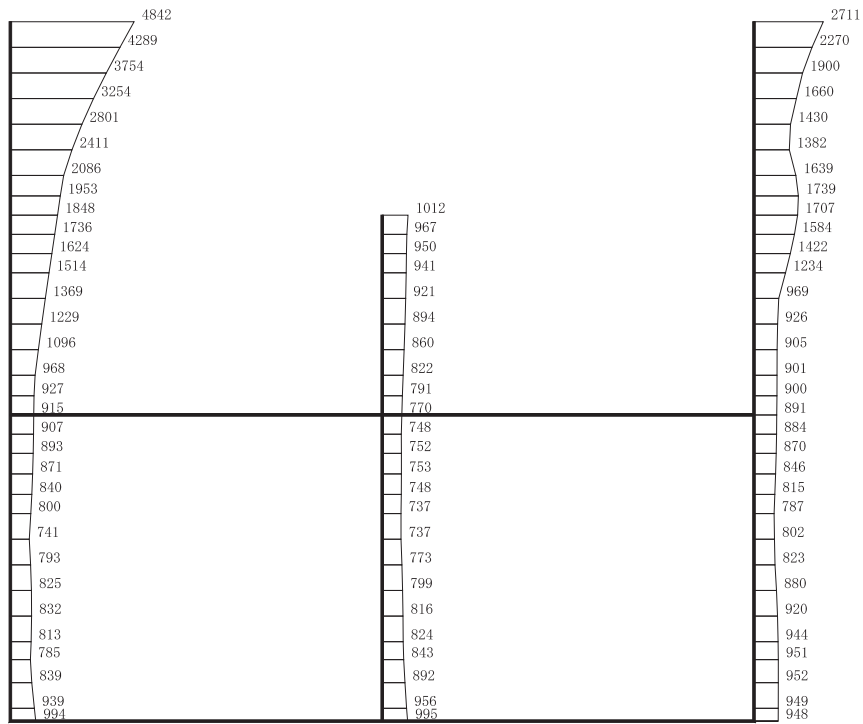
(a) S s - D 2 (++) 水平



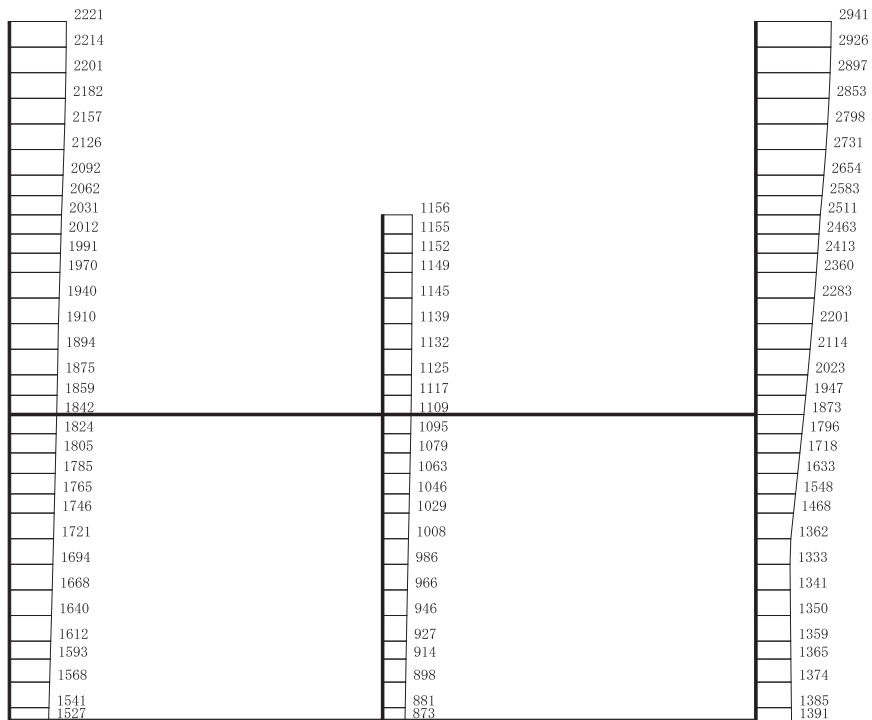
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 2 (++) 鉛直

図 4-27 最大加速度分布図 (3/20) (解析ケース①)



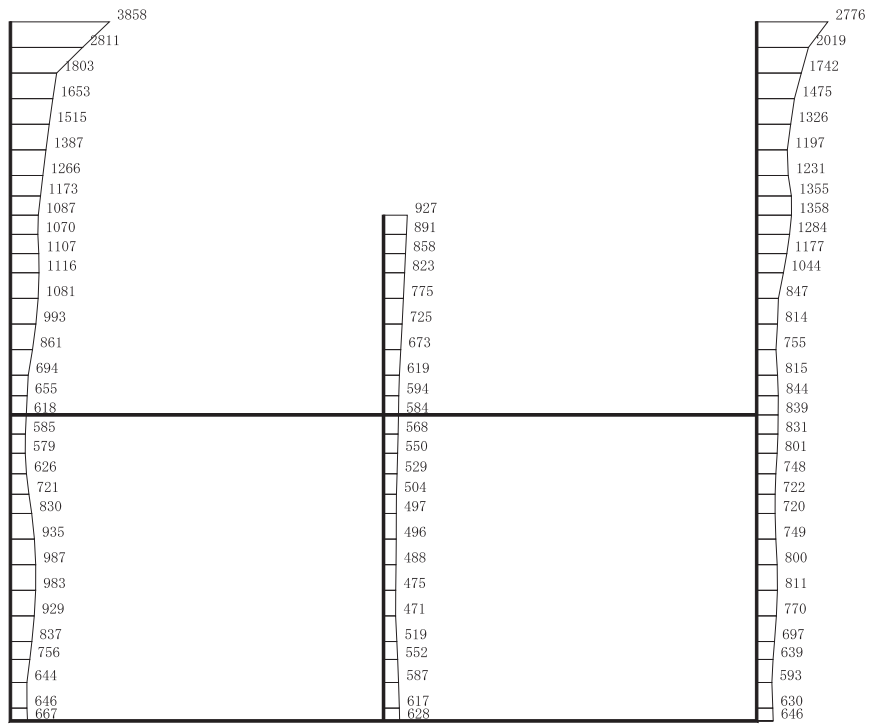
(a) S s - D 2 (- +) 水平



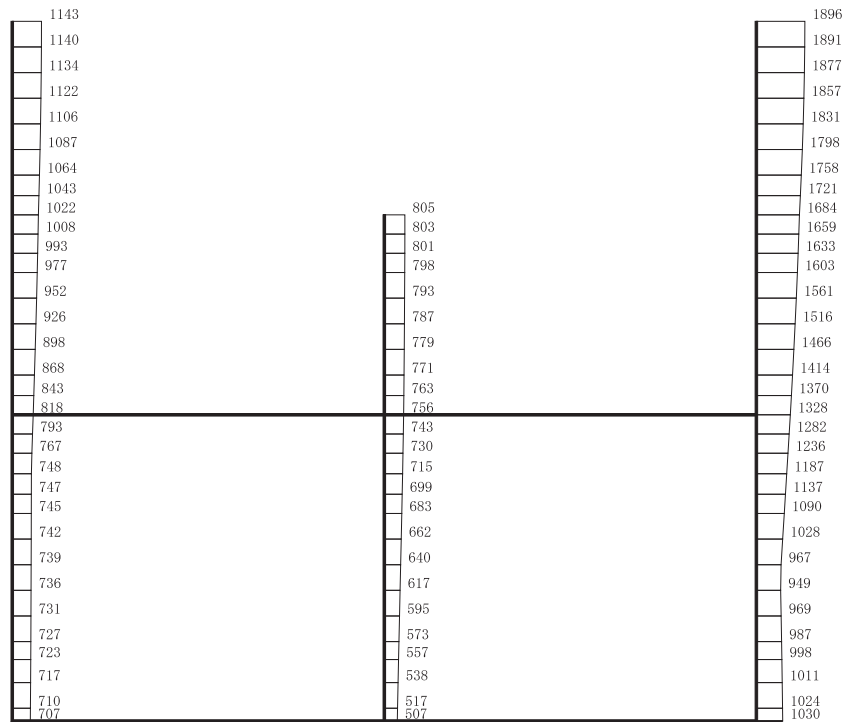
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 2 (- +) 鉛直

図 4-28 最大加速度分布図 (4/20) (解析ケース①)



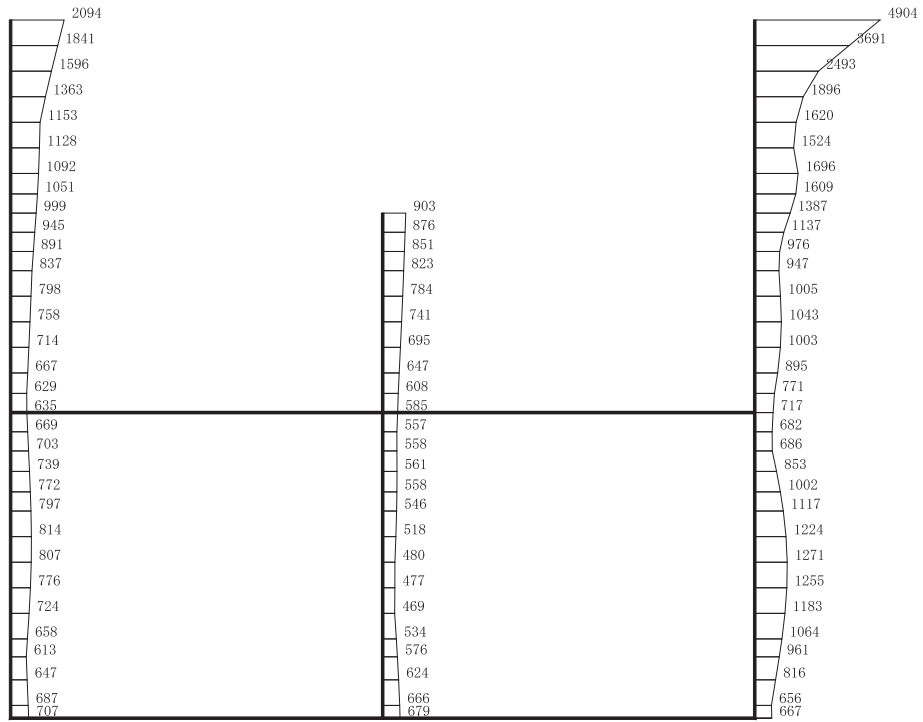
(a) S s - D 3 (++) 水平



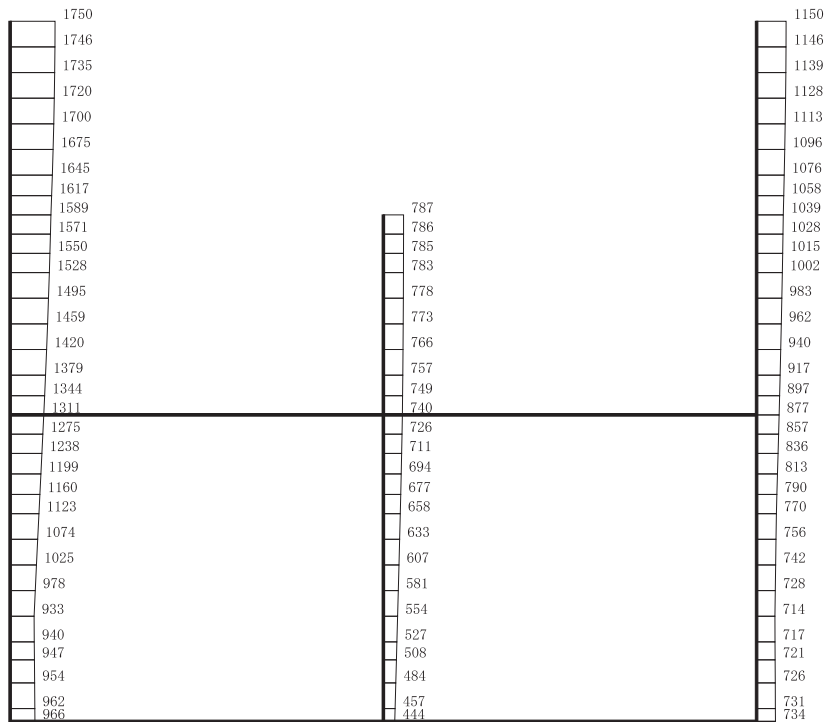
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 3 (++) 鉛直

図 4-29 最大加速度分布図 (5/20) (解析ケース①)



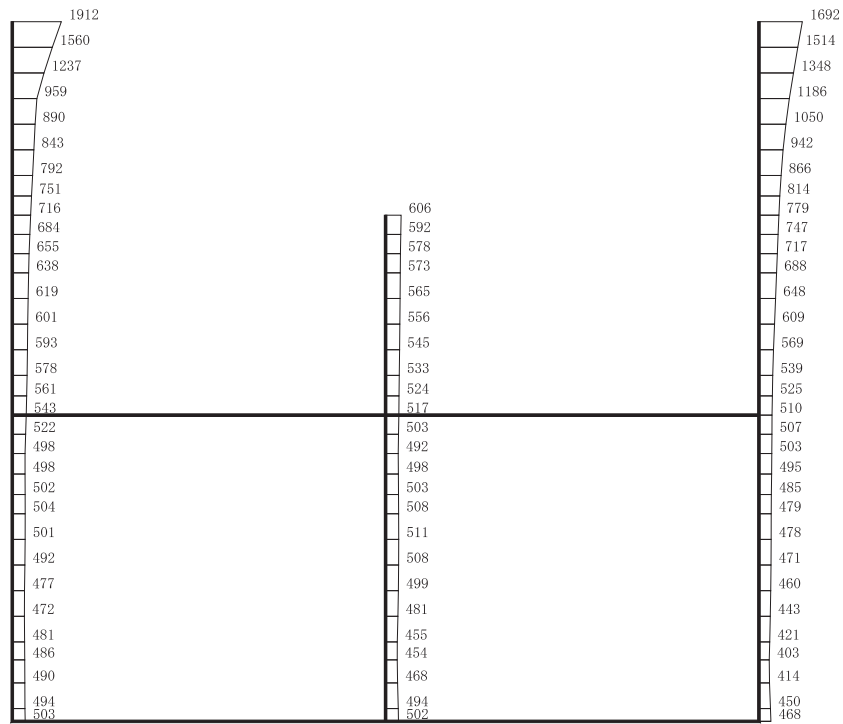
(a) S s - D 3 (- +) 水平



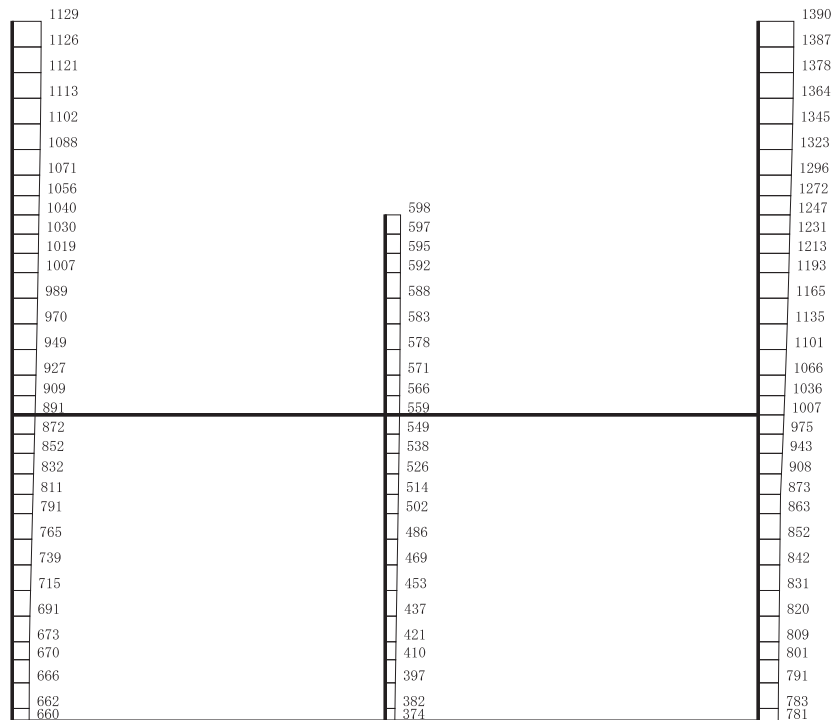
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - D 3 (- +) 鉛直

図 4-30 最大加速度分布図 (6/20) (解析ケース①)



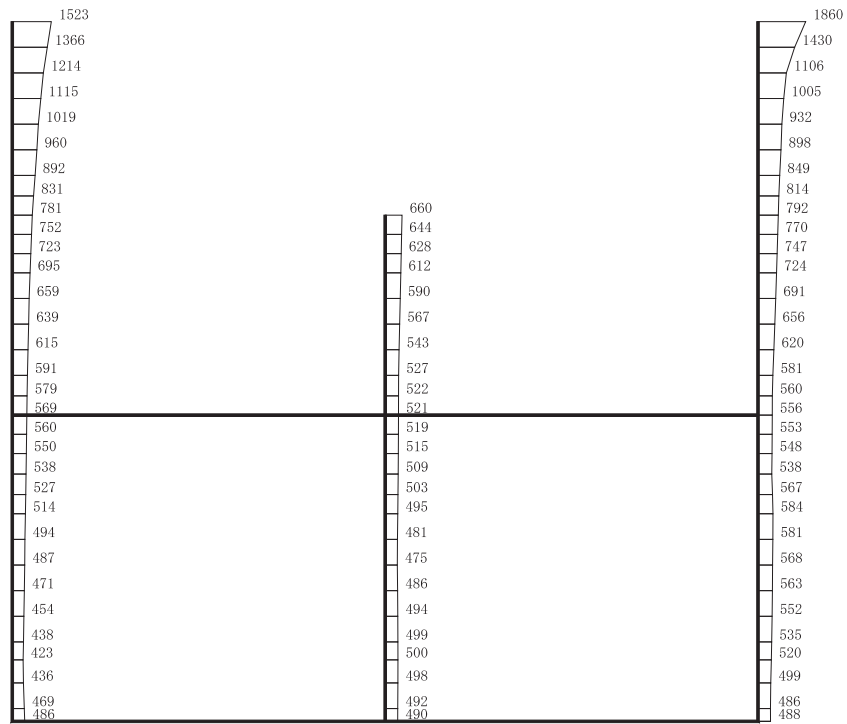
(a) S s - F 1 (++) 水平



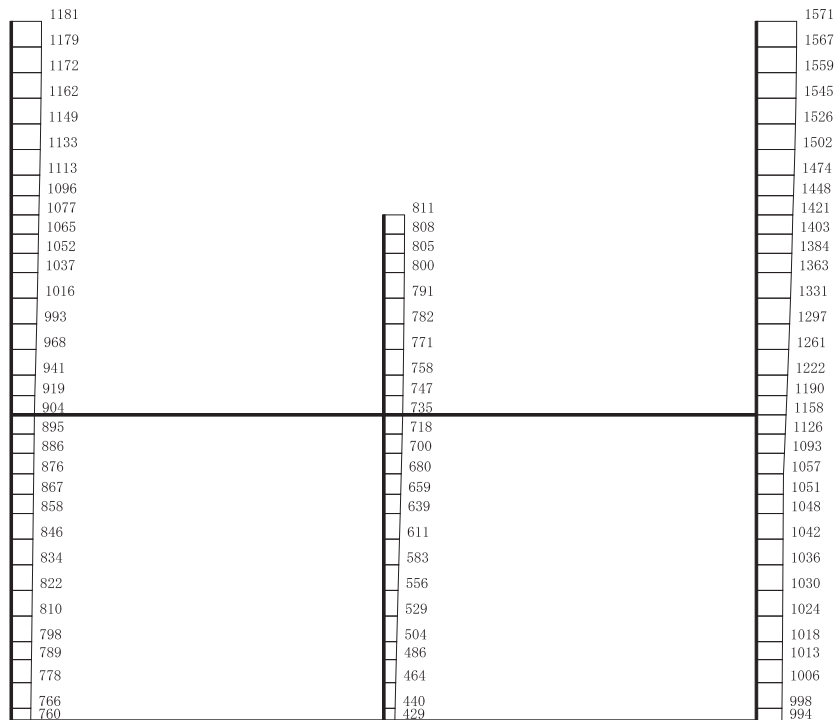
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 1 (++) 鉛直

図 4-31 最大加速度分布図 (7/20) (解析ケース①)



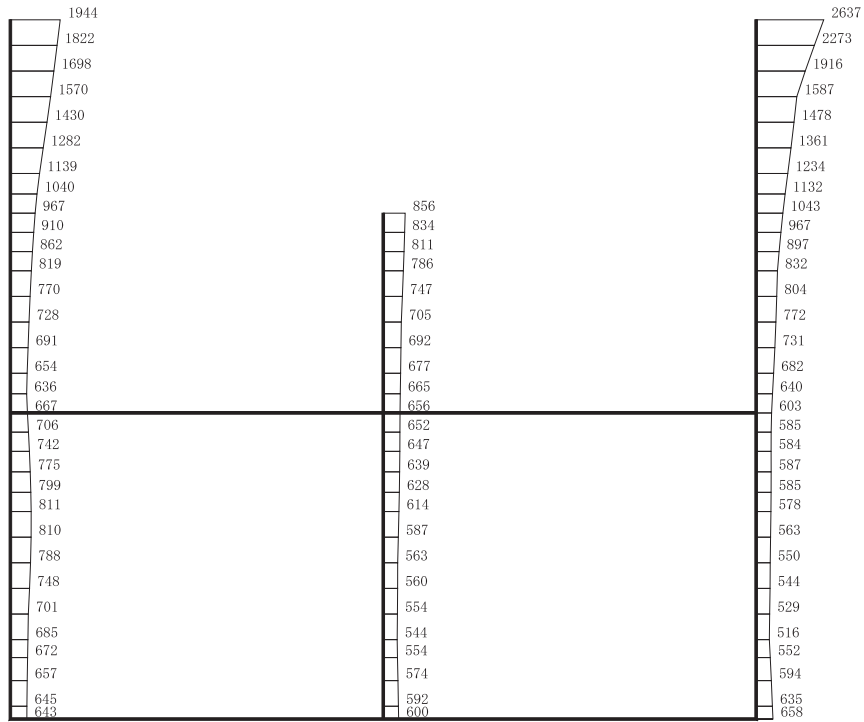
(a) S s - F 1 (-+) 水平



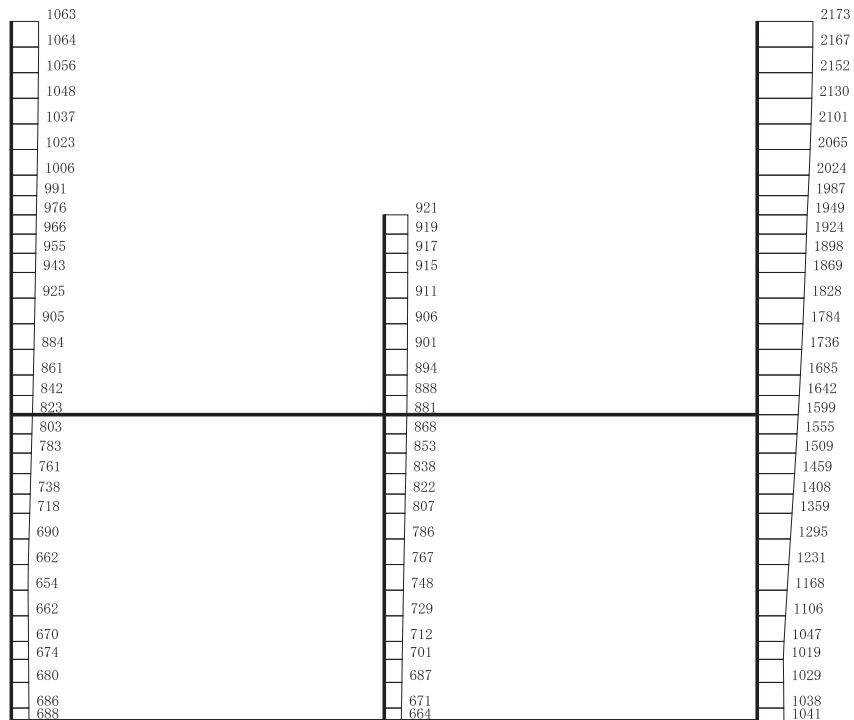
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 1 (-+) 鉛直

図 4-32 最大加速度分布図 (8/20) (解析ケース①)



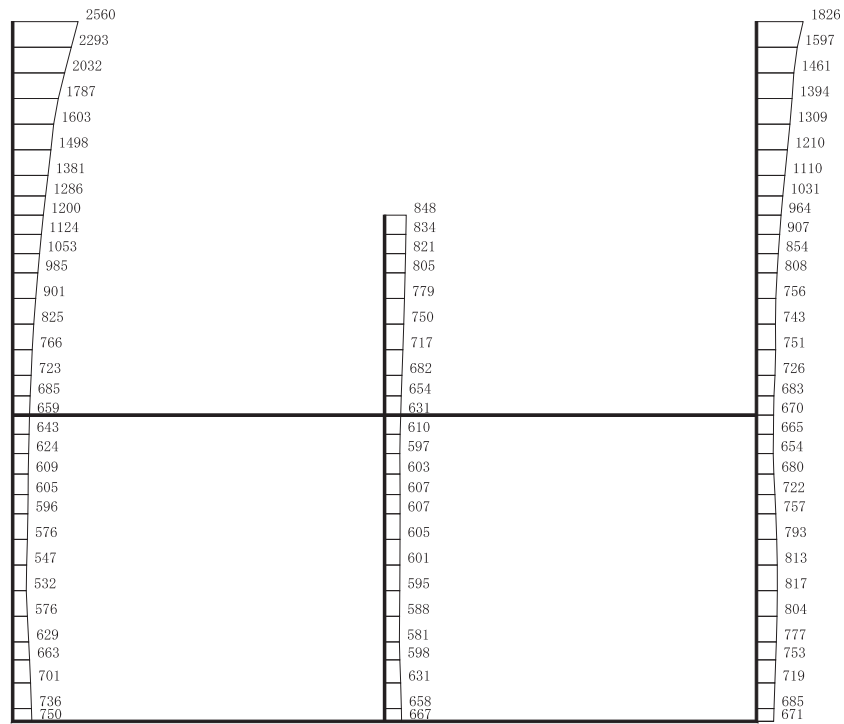
(a) S s - F 2 (++) 水平



構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 2 (++) 鉛直

図 4-33 最大加速度分布図 (9/20) (解析ケース①)



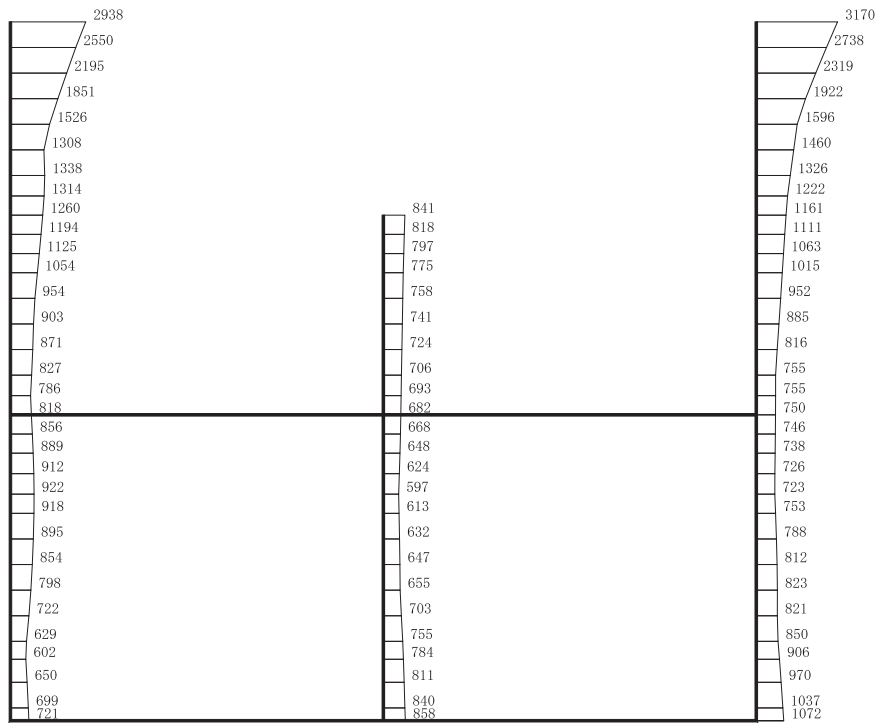
(a) S s - F 2 (-+) 水平



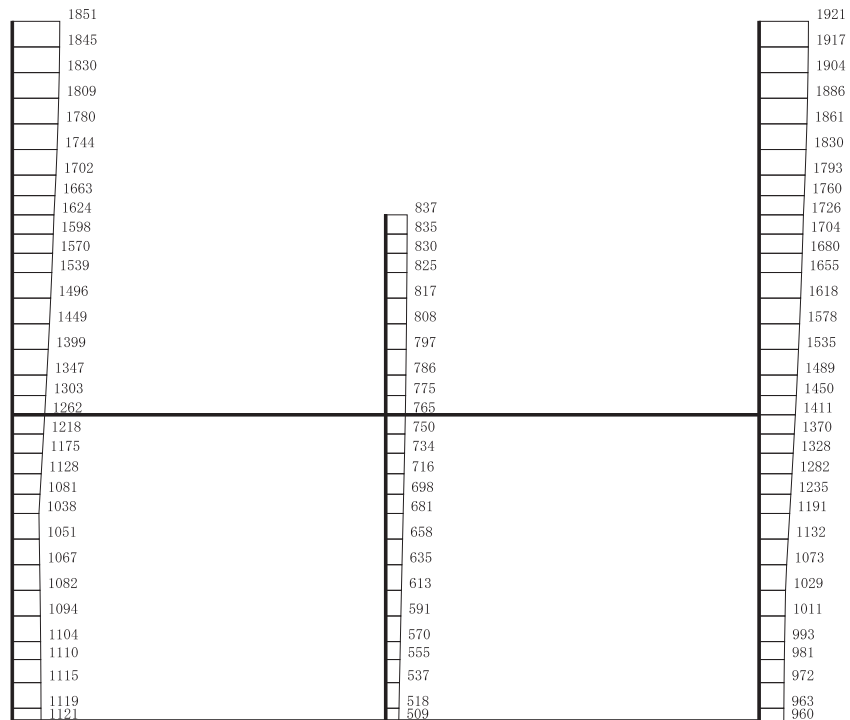
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 2 (-+) 鉛直

図 4-34 最大加速度分布図 (10/20) (解析ケース①)



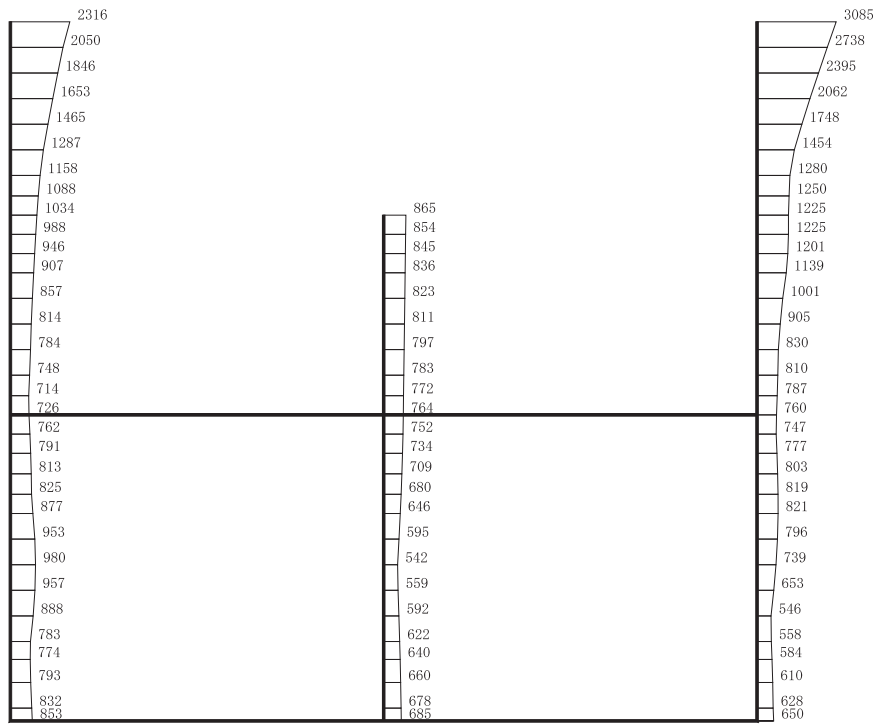
(a) S s - F 3 (++) 水平



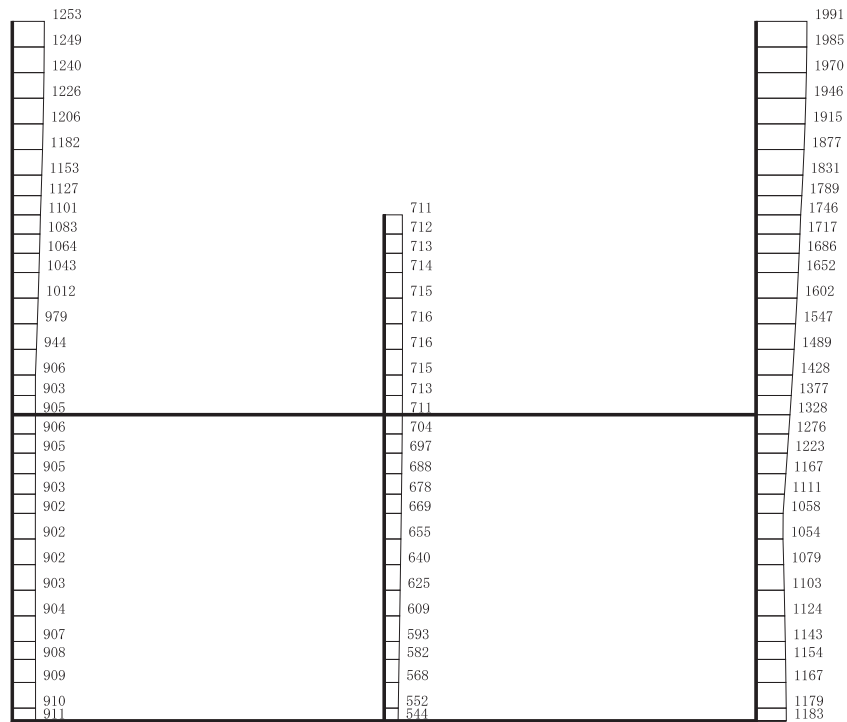
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 3 (++) 鉛直

図 4-35 最大加速度分布図 (11/20) (解析ケース①)



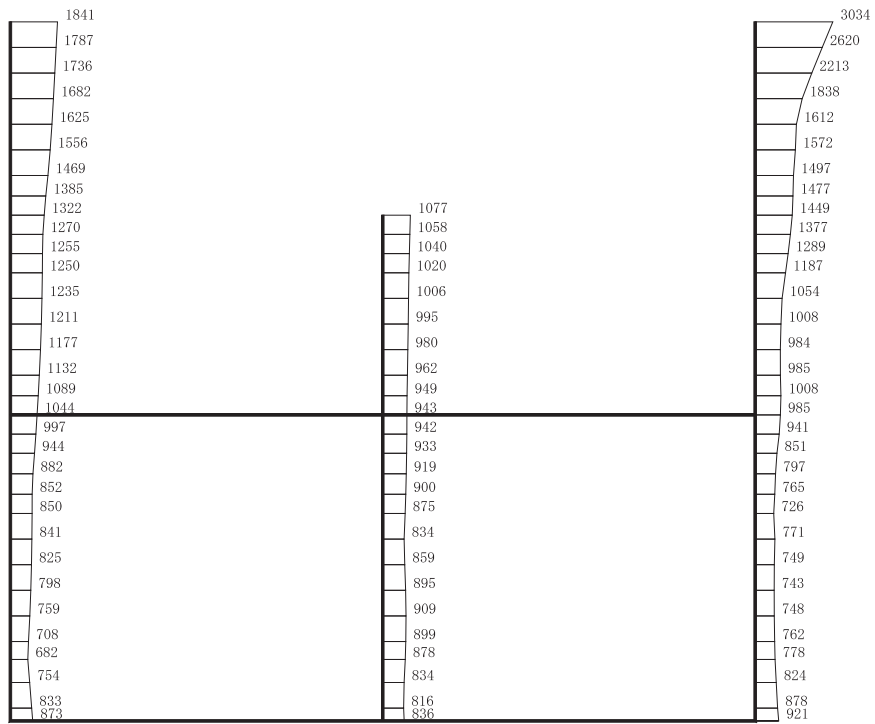
(a) S s - F 3 (-+) 水平



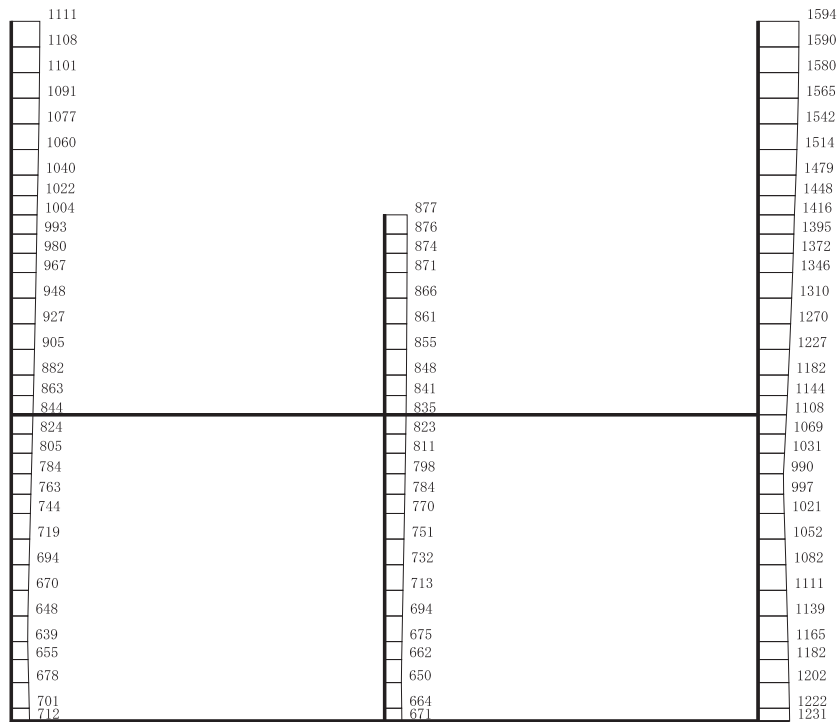
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - F 3 (-+) 鉛直

図 4-36 最大加速度分布図 (12/20) (解析ケース①)



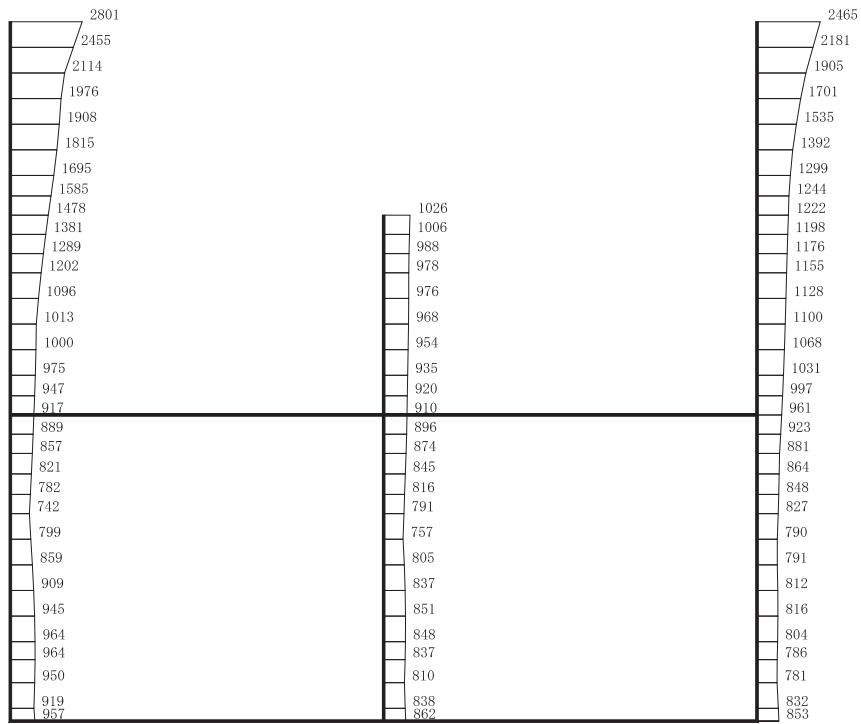
(a) S s - N 1 (++) 水平



構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-37 最大加速度分布図 (13/20) (解析ケース①)



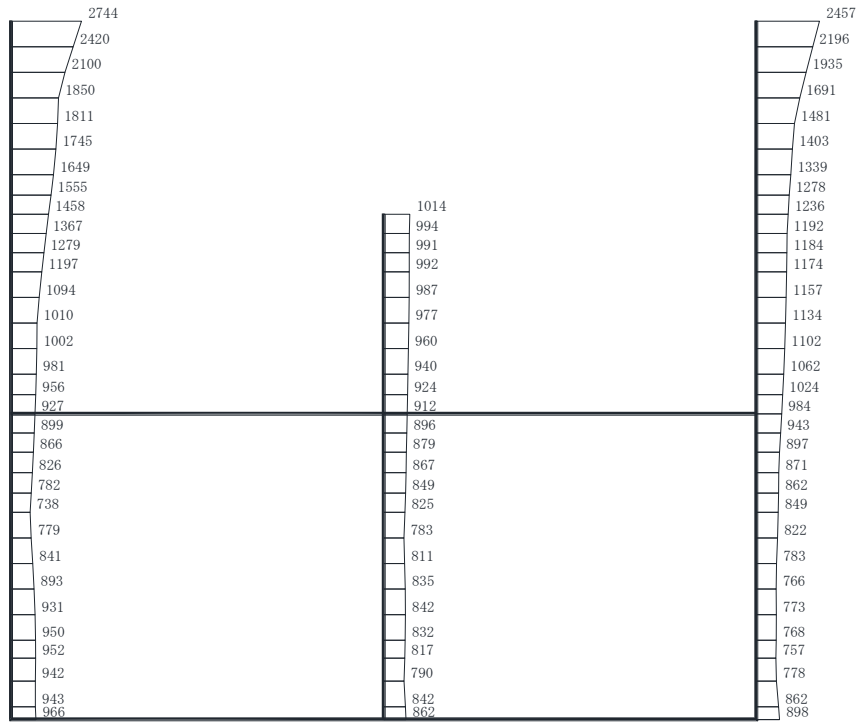
(a) S s - N 1 (- +) 水平



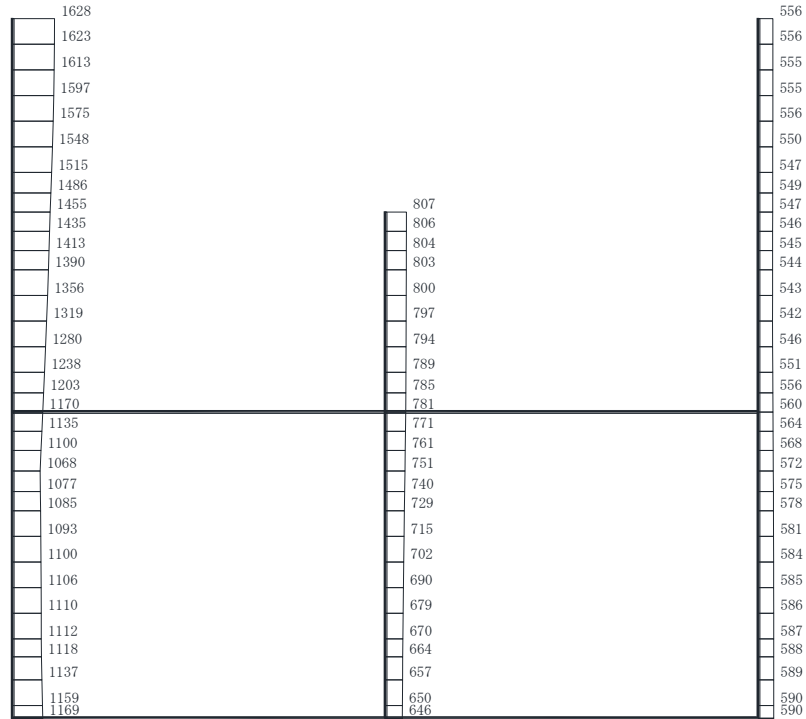
構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

図 4-38 最大加速度分布図 (14/20) (解析ケース①)



(a) S s - N 1 (-+) 水平

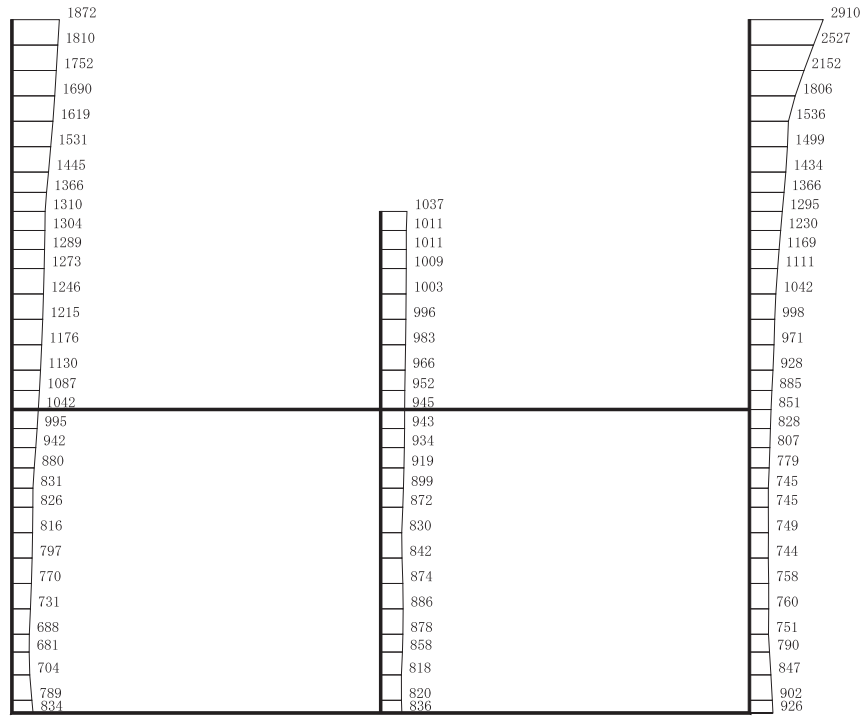


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

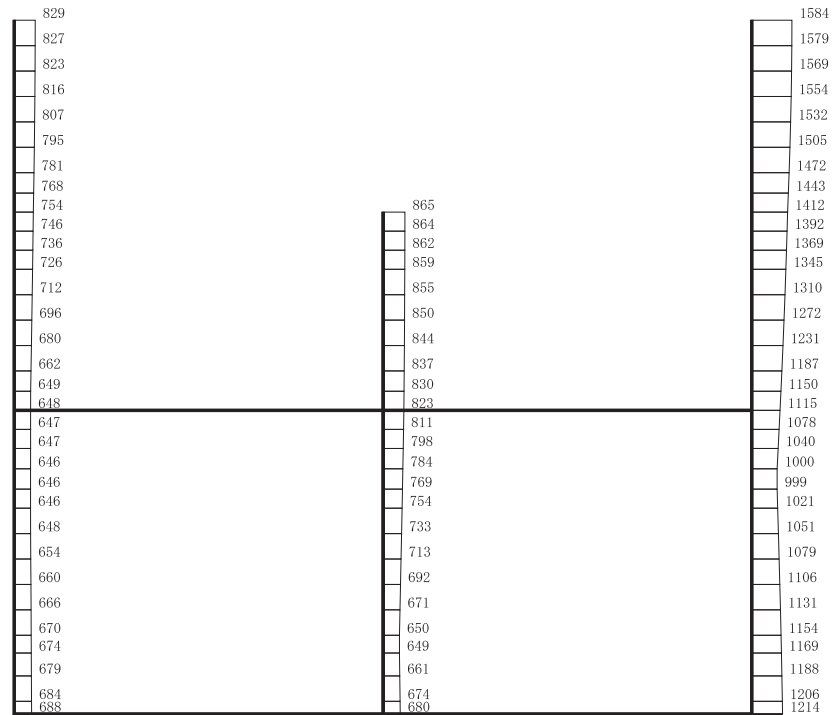
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

図 4-39 最大加速度分布図 (15/20)

(解析ケース②：せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平

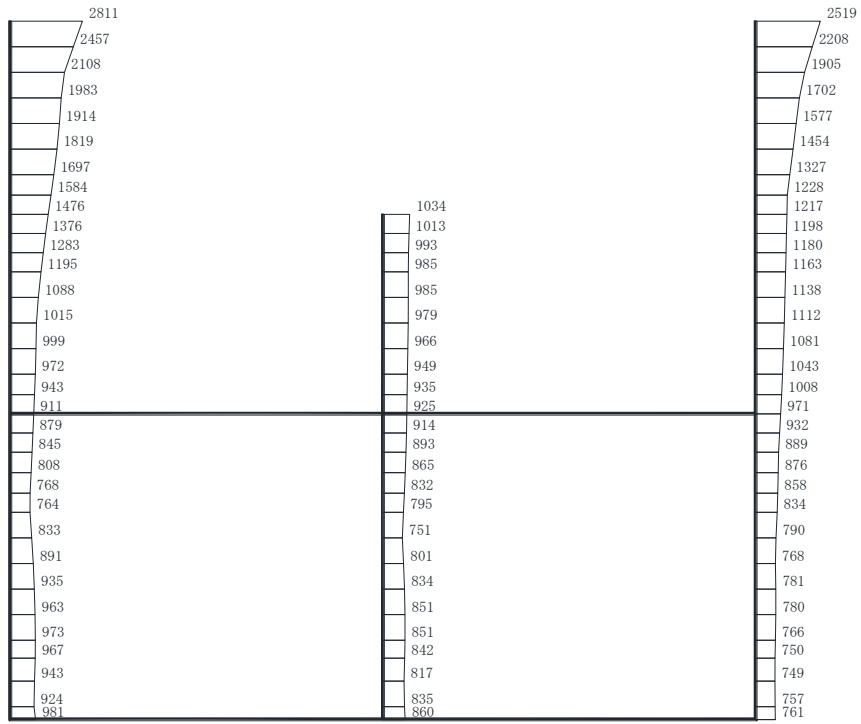


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

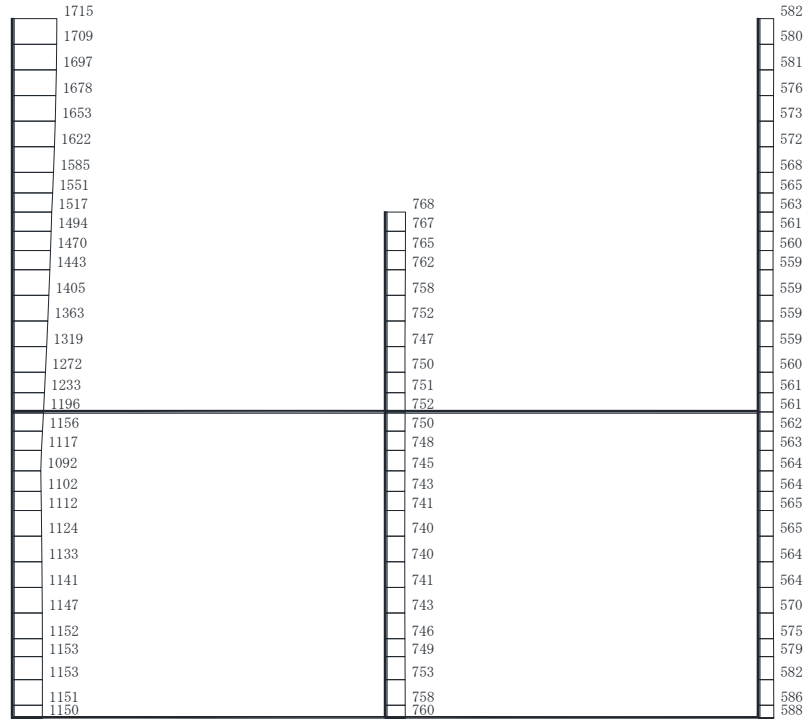
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-40 最大加速度分布図 (16/20)

(解析ケース②：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (- +) 水平

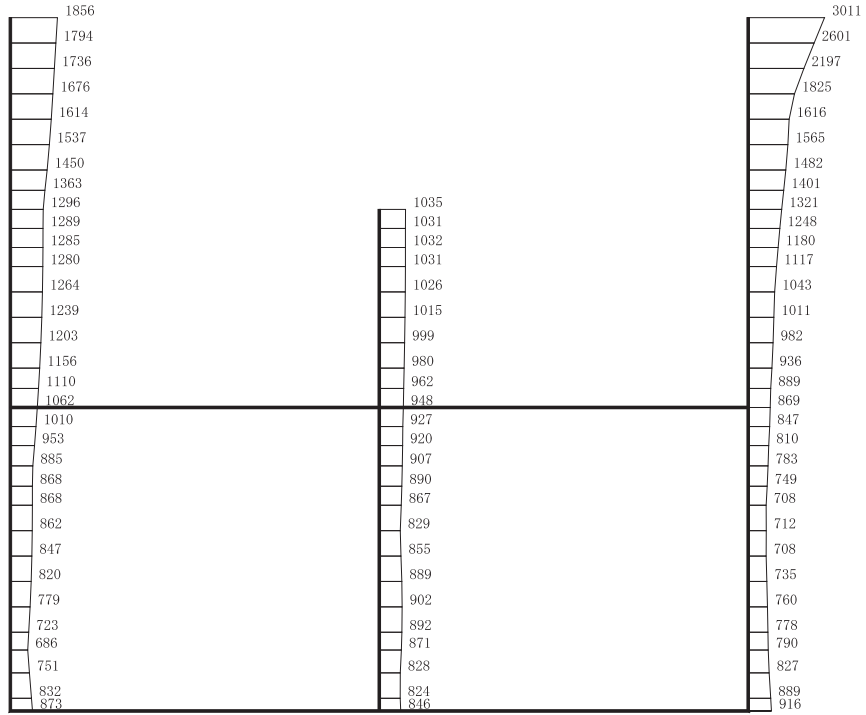


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

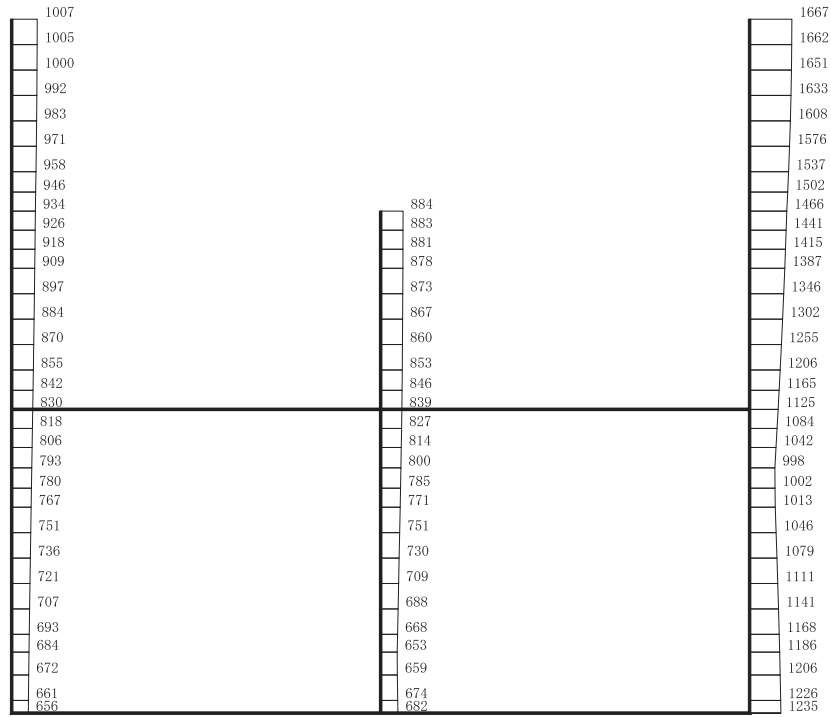
(b) S s - N 1 (- +) 鉛直

図 4-41 最大加速度分布図 (17/20)

(解析ケース③ : せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平

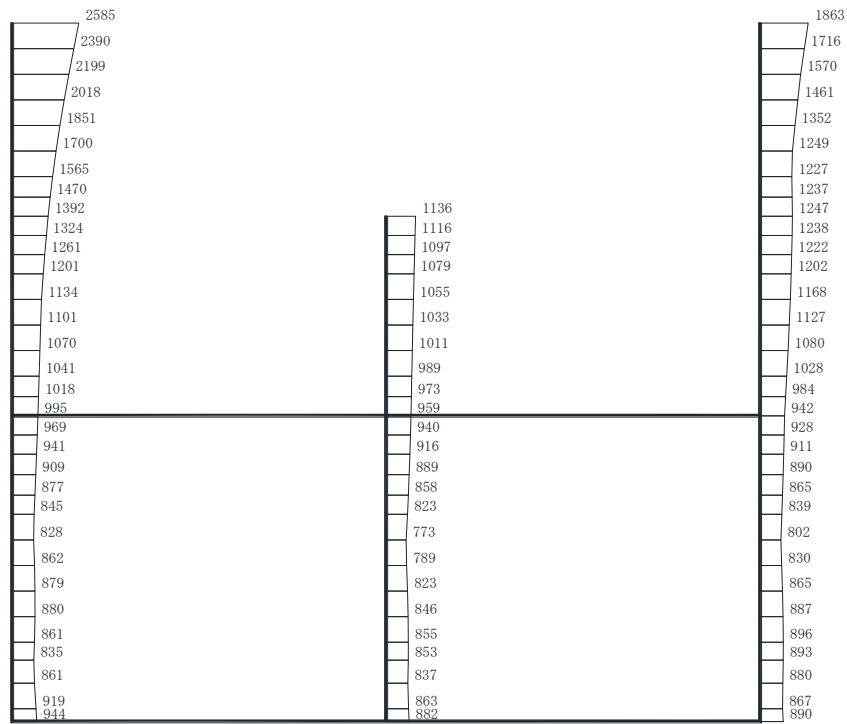


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

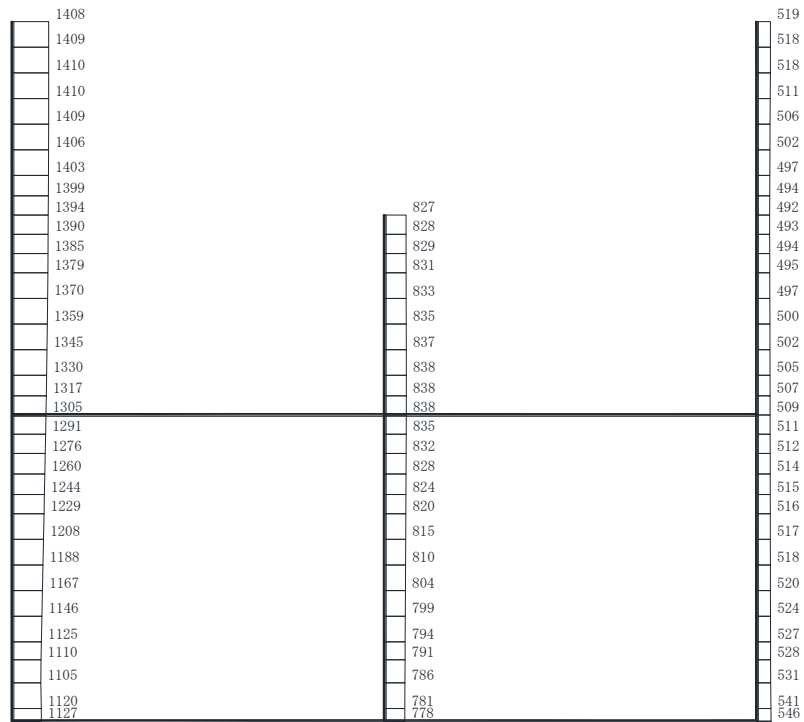
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-42 最大加速度分布図 (18/20)

(解析ケース③：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (-+) 水平

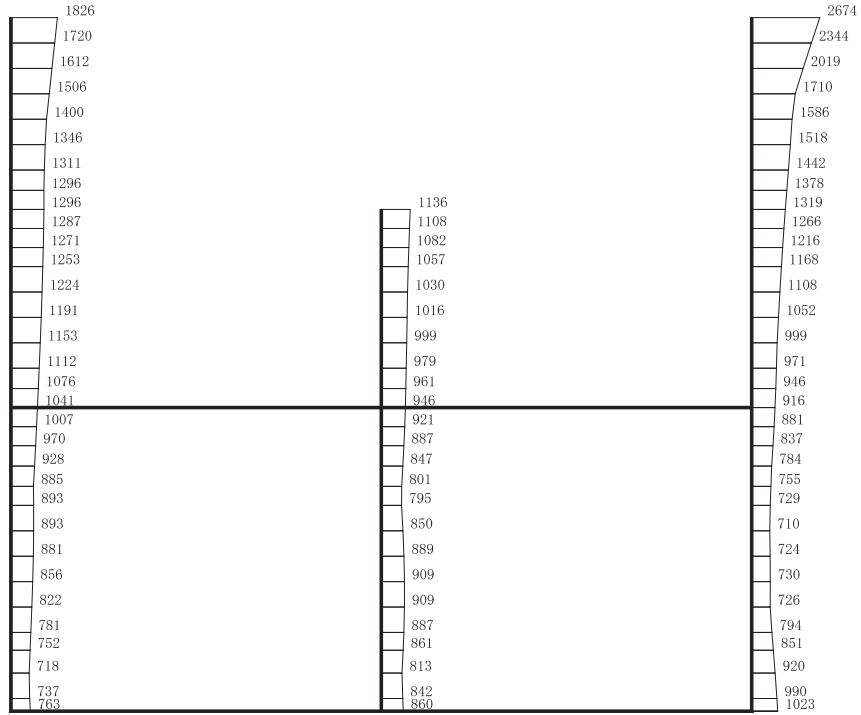


構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

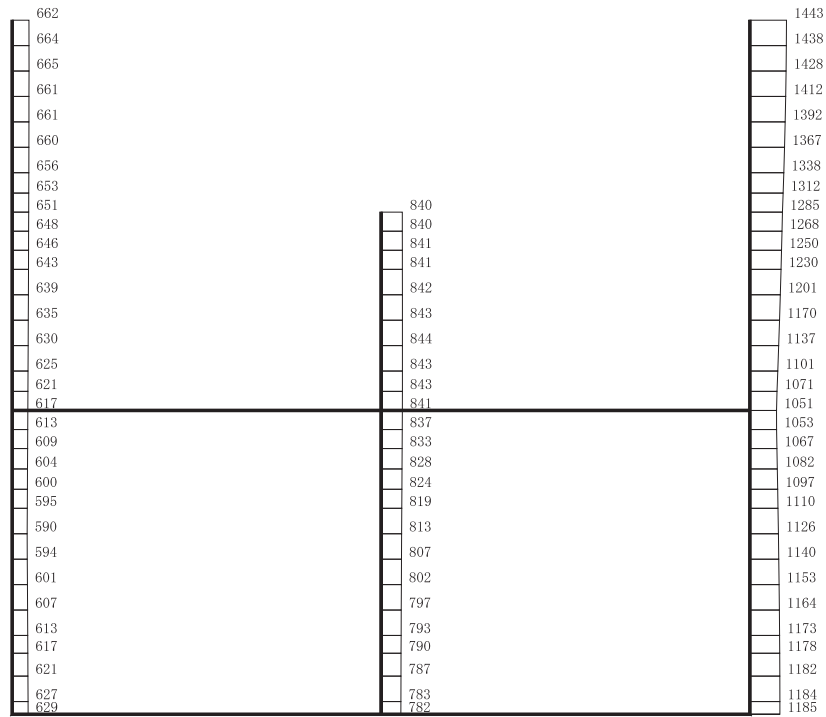
(b) S s - N 1 (-+) 鉛直

図 4-43 最大加速度分布図 (19/20)

(解析ケース④：せん断破壊に対する最大照査値ケース)



(a) S s - N 1 (++) 水平



構造スケール 0 2 (m) 応答値スケール 0 1000 (cm/s²)

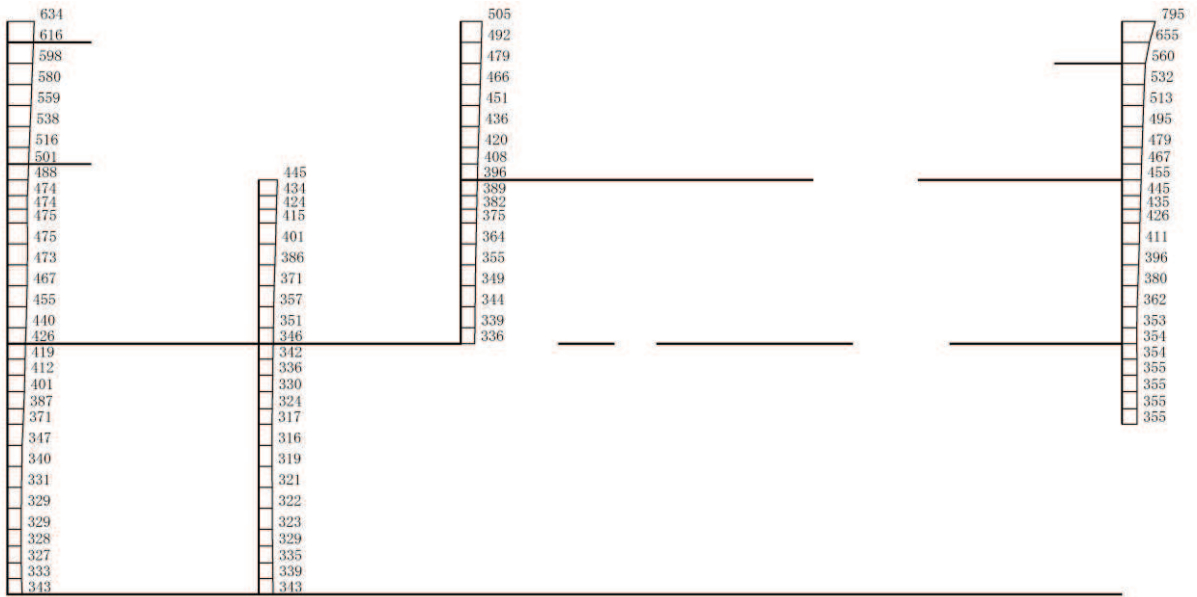
(b) S s - N 1 (++) 鉛直

図 4-44 最大加速度分布図 (20/20)

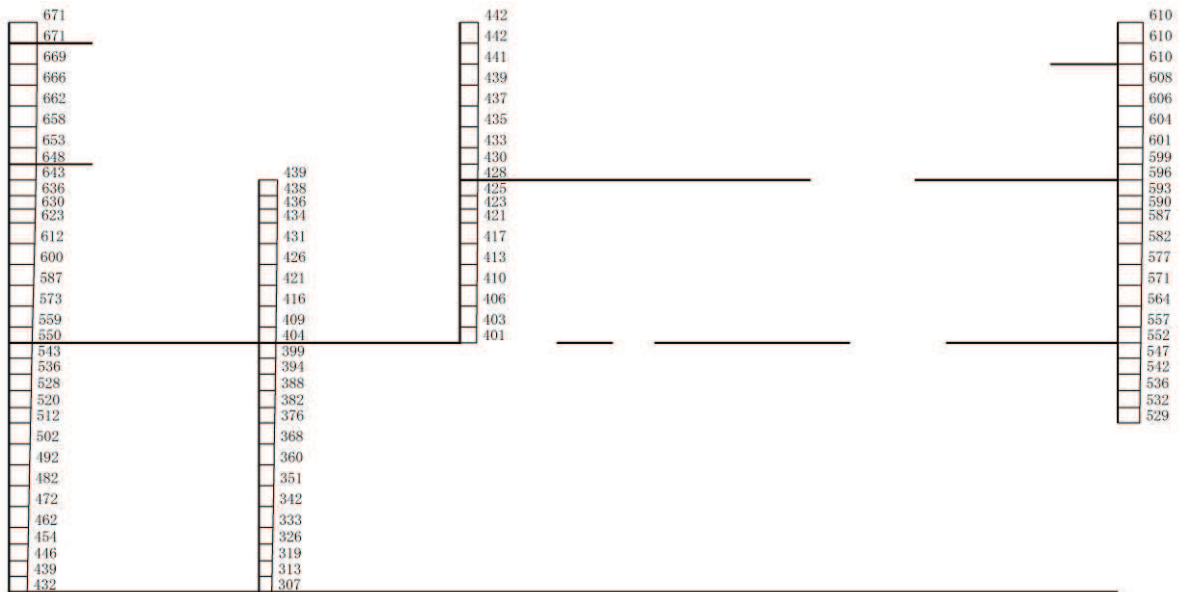
(解析ケース④：基礎地盤の支持性能に対する最大照査値ケース)

4.3 東西方向の解析結果

スクリーンエリアに設置される貫通部止水処置の津波重畳時の評価に用いる S d - D 2 に対する最大加速度分布図を図 4-45～図 4-48 に示す。



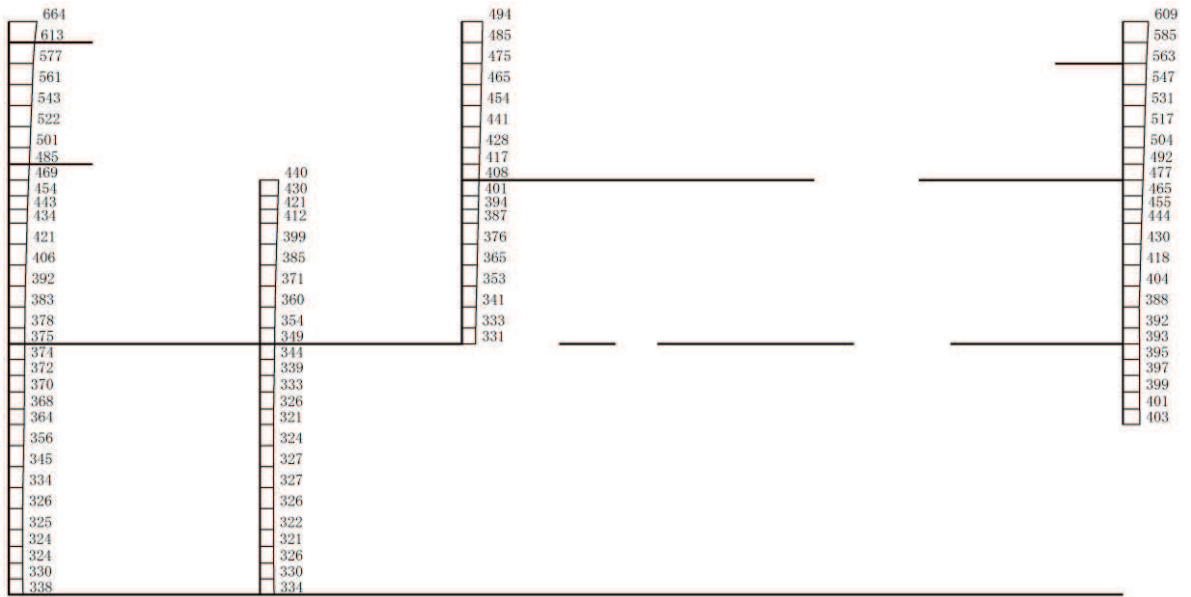
(a) S d - D 2 (++) 水平



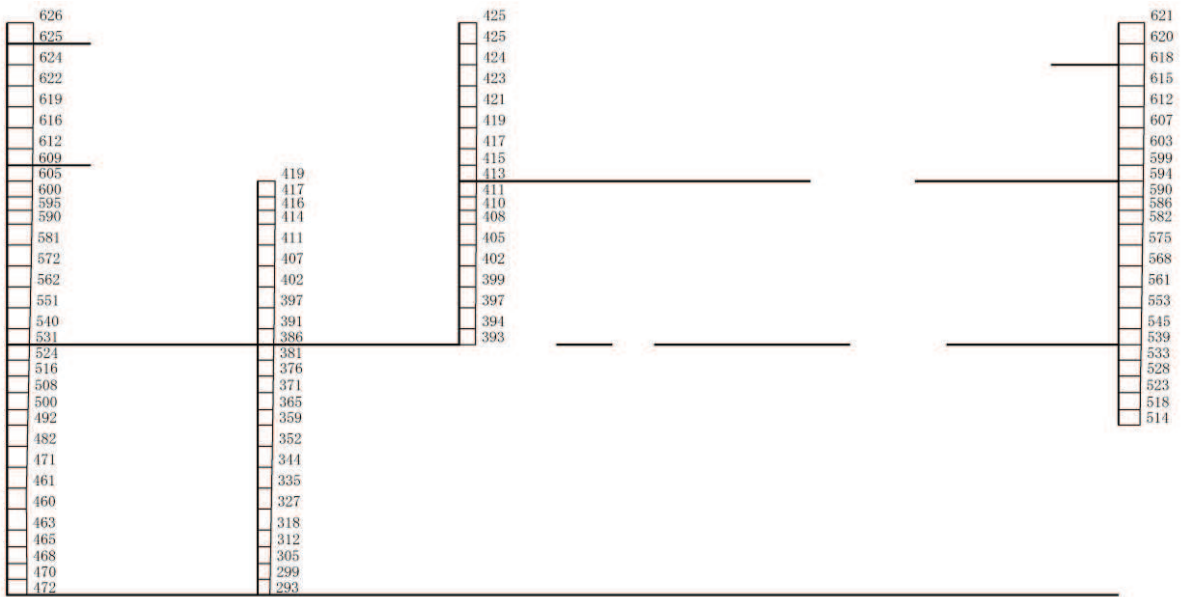
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2$ (m) 応答値スケール $0 \quad 1000$ (cm/s²)

図 4-45 最大加速度分布図 (1/4) (解析ケース①)



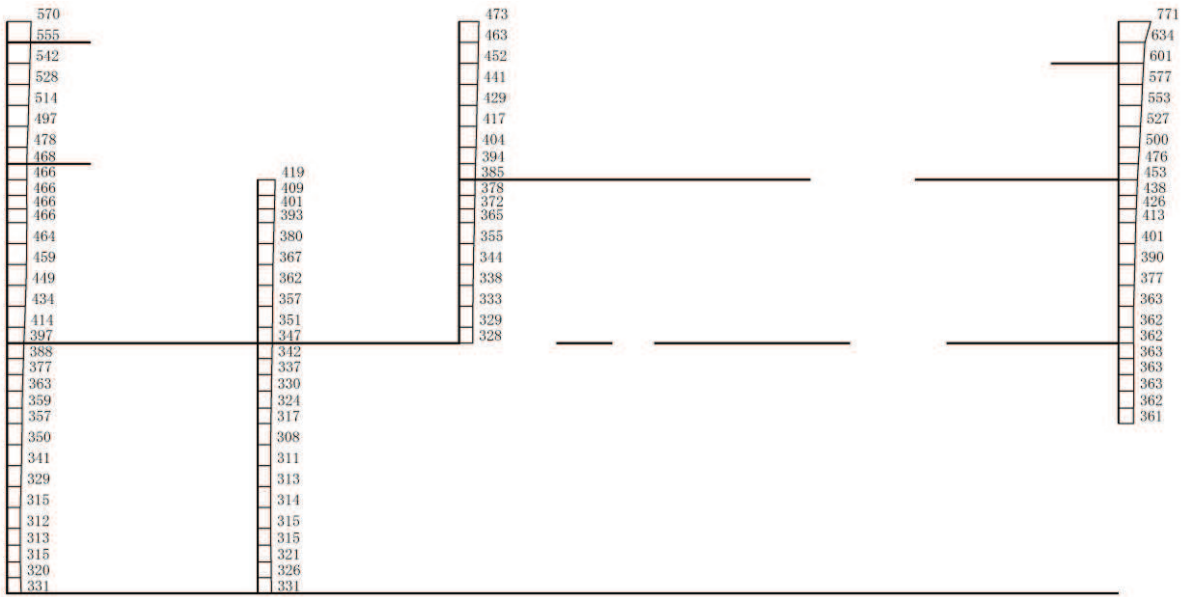
(a) S d - D 2 (++) 水平



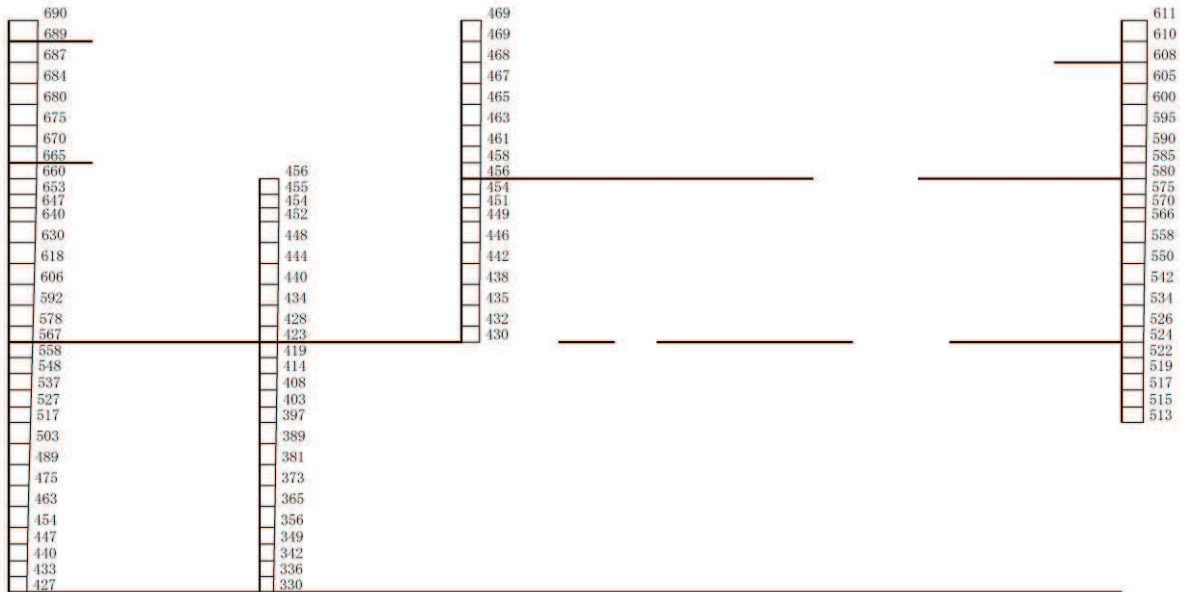
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

構造スケール $\frac{0}{2}$ (m) 応答値スケール $\frac{0}{1000}$ (cm/s²)

図 4-46 最大加速度分布図 (2/4) (解析ケース②)



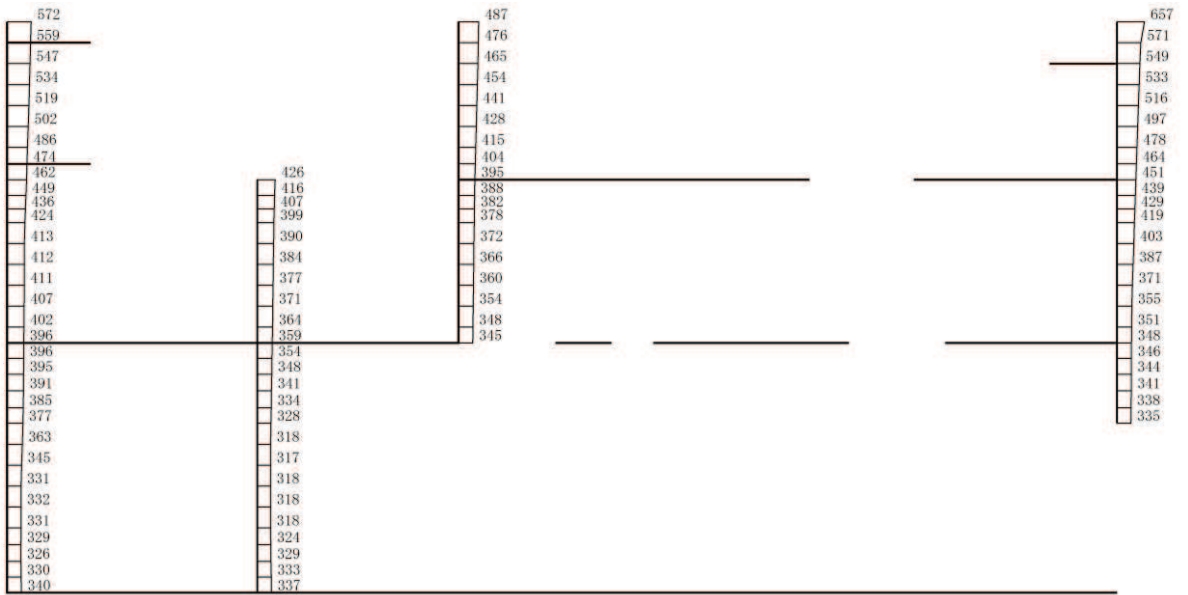
(a) S d - D 2 (++) 水平



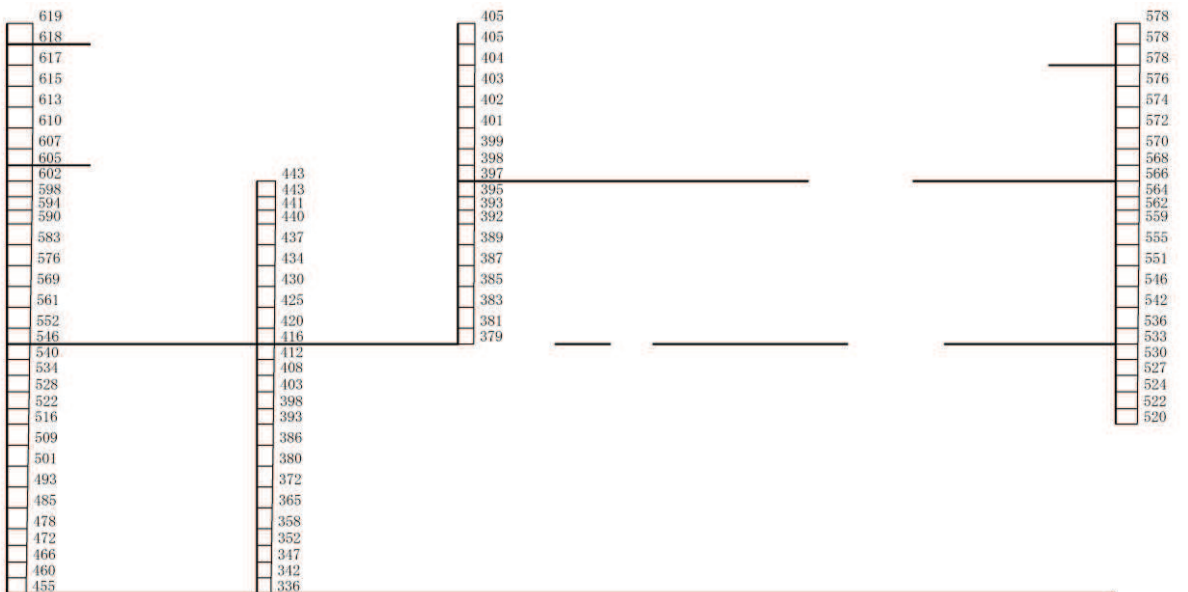
(b) S d - D 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2$ (m) 応答値スケール $0 \quad 1000$ (cm/s²)

図 4-47 最大加速度分布図 (3/4) (解析ケース③)



(a) S d - D 2 (++) 水平



(b) S d - D 2 (++) 鉛直

構造スケール $0 \quad 2$ (m) 応答値スケール $0 \quad 1000$ (cm/s²)

図 4-48 最大加速度分布図 (4/4) (解析ケース④)

VI-2-2-10 第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用基準	10
3. 耐震評価	11
3.1 地震時荷重算出断面	11
3.2 使用材料及び材料の物性値	14
3.3 許容限界	15
3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界	15
3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界	17
3.4 評価方法	18
3.4.1 構造部材の健全性評価	18
3.4.2 基礎地盤の支持性能評価	26
4. 構造部材の地震時応答	27
5. 耐震評価結果	49
5.1 構造部材の健全性に対する評価結果	49
5.2 各要求機能に対する評価結果	54
5.2.1 止水機能	54
5.3 Sクラスの施設等を支持する機能に対する評価結果	56
5.4 基礎地盤の支持性能に対する評価結果	59
5.4.1 基礎地盤（牧の浜部層）	59
5.4.2 MMR（既設）	60

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、第3号機海水ポンプ室が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

第3号機海水ポンプ室に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析により算定した荷重を三次元構造解析モデルに作用させて、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

第3号機海水ポンプ室の位置を図2-1に示す。

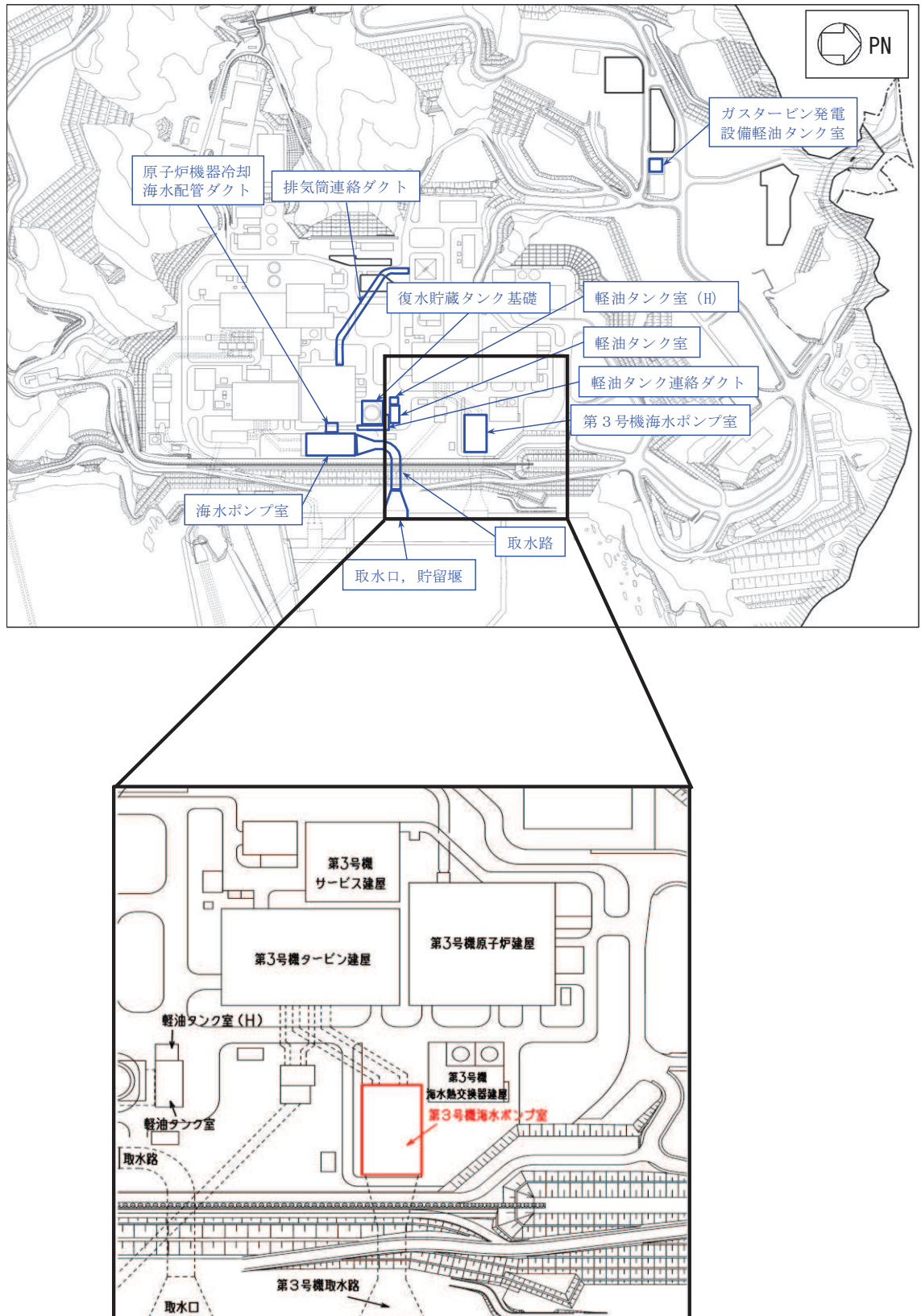


図2-1 第3号機海水ポンプ室の位置図

2.2 構造概要

第3号機海水ポンプ室の平面図を図2-2に、断面図を図2-3～図2-5に、概略配筋図を図2-6～図2-8に示す。

第3号機海水ポンプ室は、浸水防護設備である防潮壁を間接支持する支持機能及び浸水防止のための止水機能が要求される。

第3号機海水ポンプ室は、地下2階または地下3階構造となっており、上部はスクリーンエリア、循環水ポンプエリアの2エリアに分かれている。下部は水路となっており、スクリーンエリアの下部は四連のボックスカルバート構造、循環水ポンプエリアの下部は二連のボックスカルバート構造となっている。また、上部は各エリアが隔壁により仕切られ、各エリアによって開口部の存在や中床版の設置レベルが異なる等、複雑な構造となっている。

第3号機海水ポンプ室は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮する箱形構造物である。

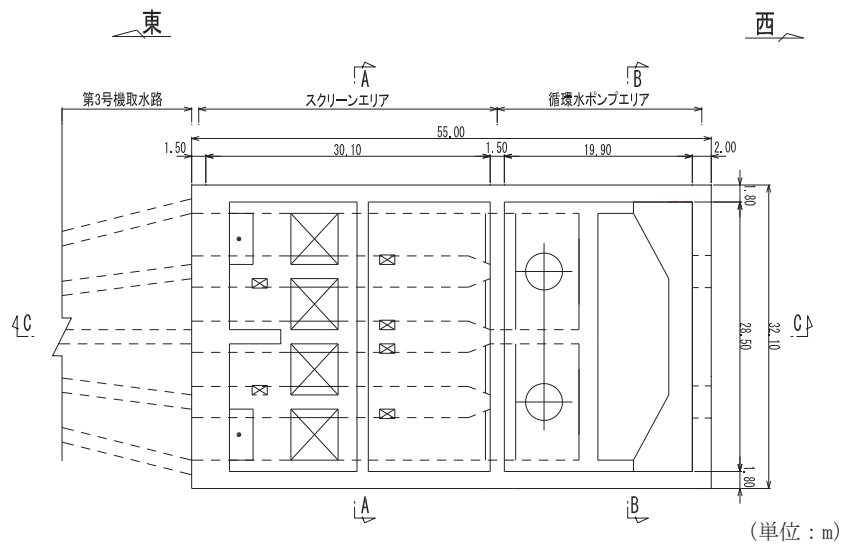


図2-2 第3号機海水ポンプ室平面図

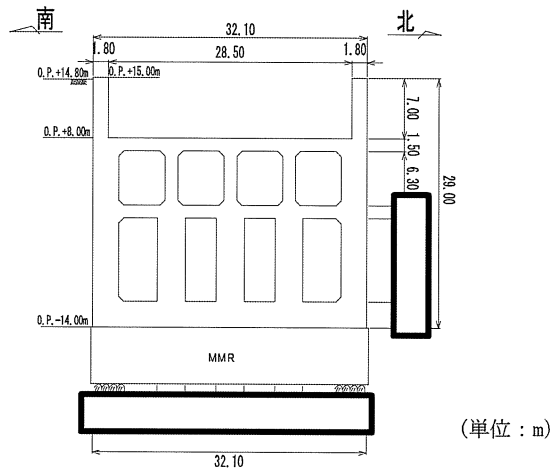


図 2-3 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (A-A 断面)

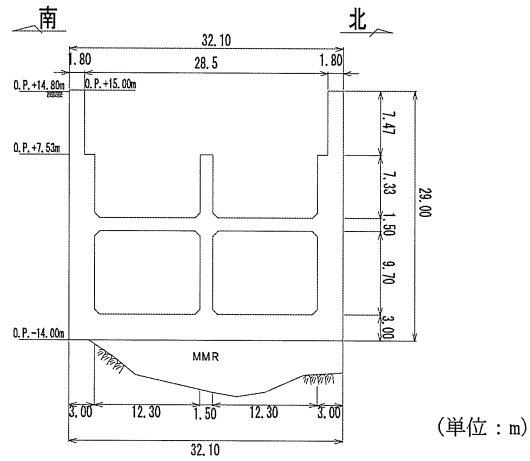


図 2-4 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B 断面)

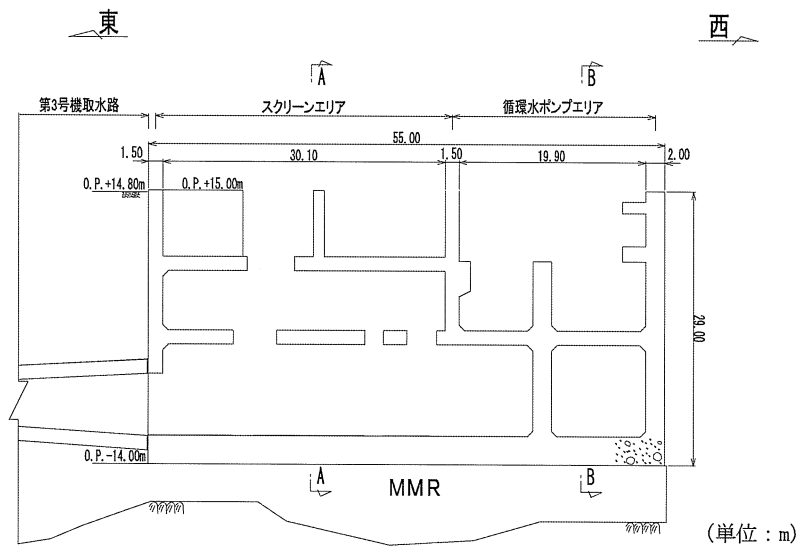


図 2-5 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (C-C 断面)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

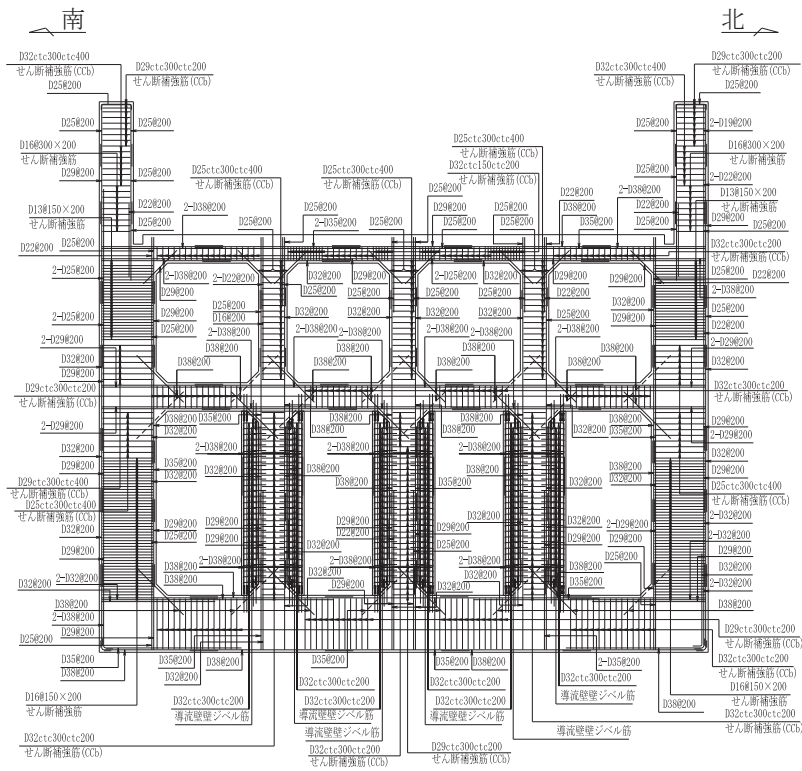


図 2-6 第 3 号機海水ポンプ室概略配筋図 (A-A 断面)

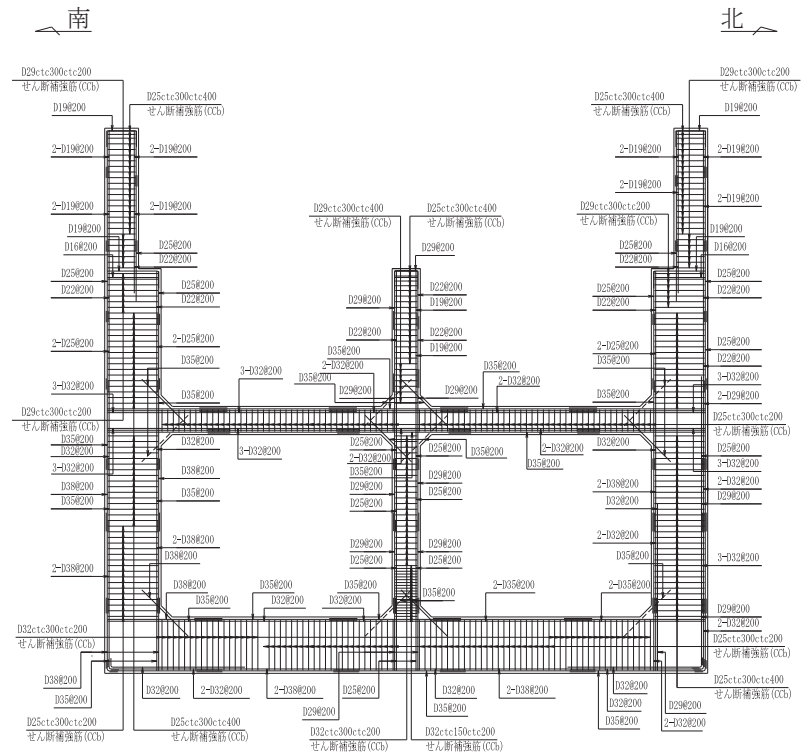


図 2-7 第 3 号機海水ポンプ室概略配筋図 (B-B 断面)

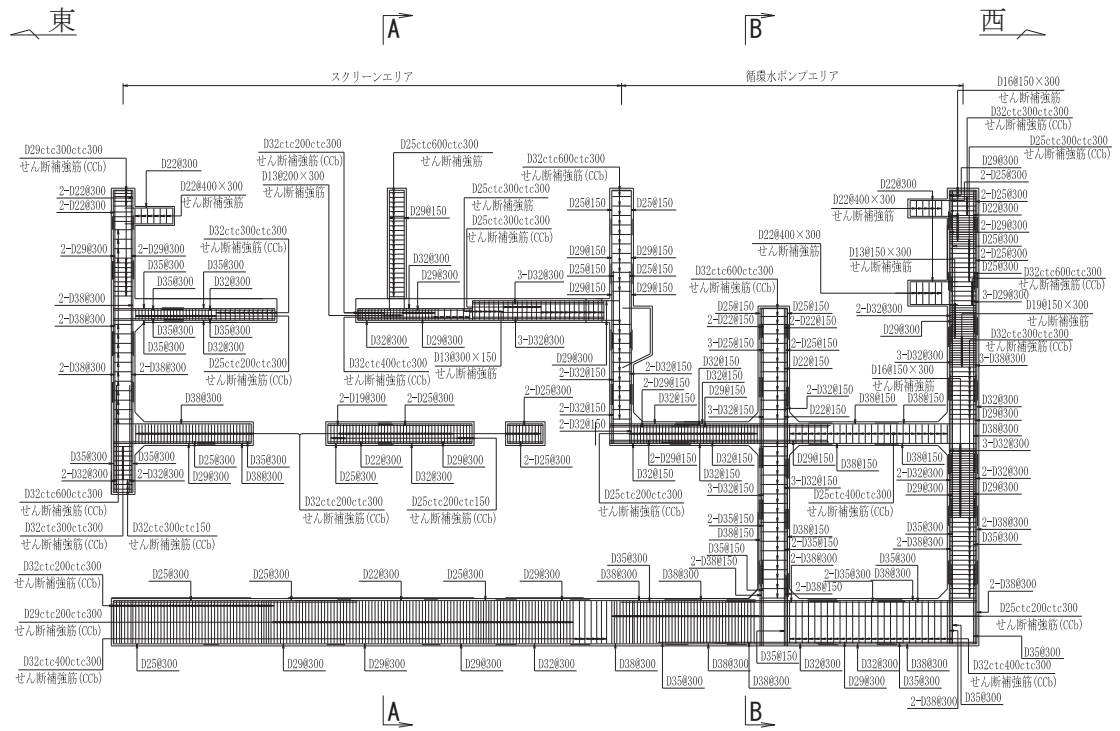


図 2-8 第 3 号機海水ポンプ室概略配筋図 (C-C 断面)

2.3 評価方針

第3号機海水ポンプ室は、設計基準対象施設においては、Sクラス施設の間接支持構造物である屋外重要土木構造物に分類される。

第3号機海水ポンプ室の耐震評価フローを図2-9に示す。

第3号機海水ポンプ室の耐震評価は、添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」より得られた地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設の評価として、表2-1に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及びSクラスの施設等を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」より得られた、水平方向及び鉛直方向の荷重を用いた、非線形ソリッド要素による三次元静的材料非線形解析（以下「三次元構造解析」という。）により応答値を算定し、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊については構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを、せん断破壊に対しては照査用せん断力及び照査用面内せん断ひずみが許容限界を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価においては、添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」より得られた基礎地盤の接地圧が、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを確認する。

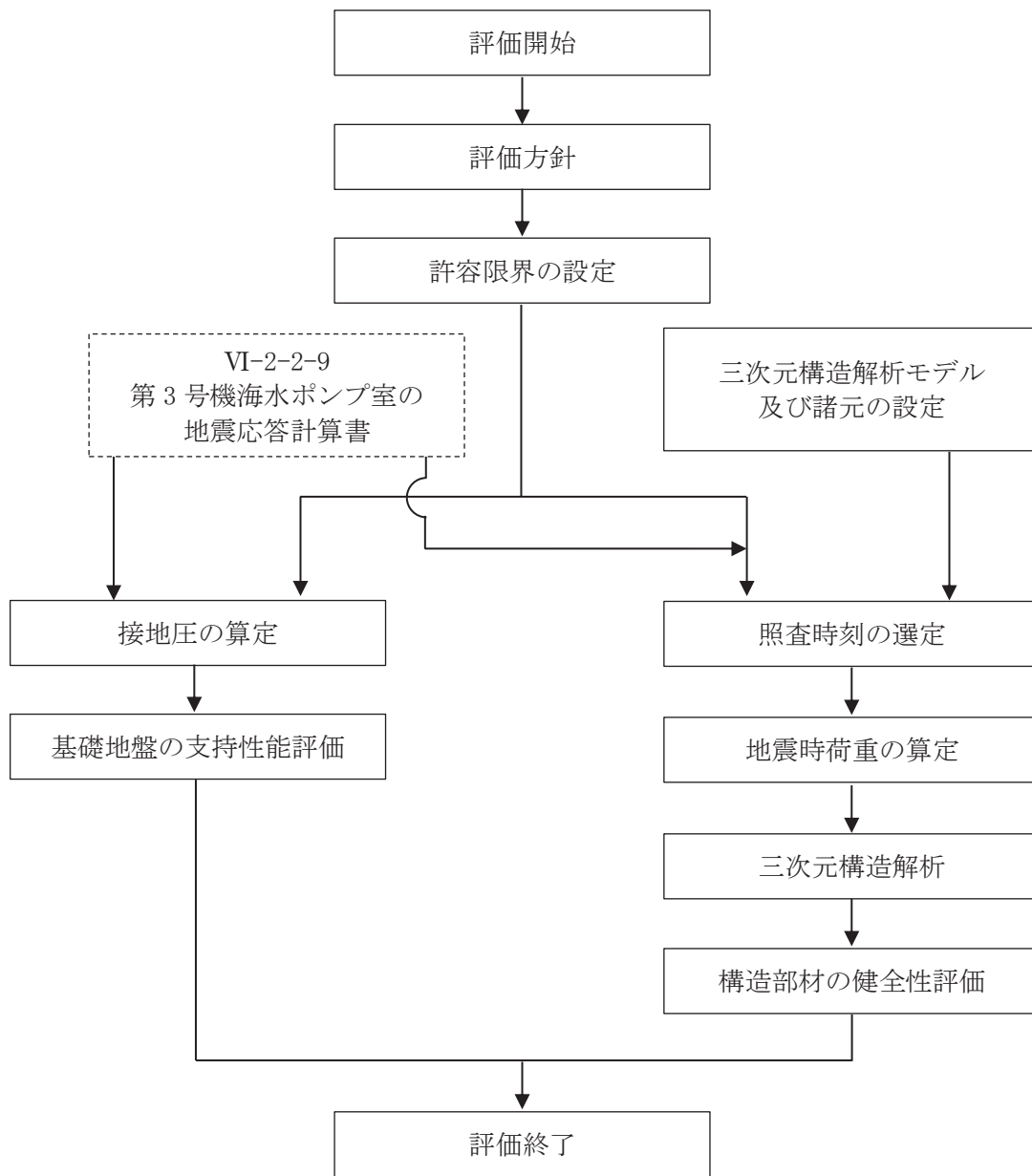


図 2-9 第 3 号機海水ポンプ室の耐震評価フロー

表 2-1 第 3 号機海水ポンプ室の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界		
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ, 照査用せん断力及び照査用面内せん断ひずみが許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*
					面内	限界せん断ひずみ*
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	岩盤の極限支持力*		
MMR		MMR の支圧強度*				
S クラスの施設を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ, 照査用せん断力及び照査用面内せん断ひずみが許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力		限界ひずみ*
				せん断力	面外	せん断耐力*
					面内	限界せん断ひずみ*

注記* : 妥当な安全余裕を考慮する。

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 土木学会 2002年 コンクリート標準示方書[構造性能照査編]
- 土木学会 2012年 コンクリート標準示方書[設計編]
- 土木学会 2017年 コンクリート標準示方書[設計編]
- 土木学会 2016年 トンネル標準示方書[開削工法編]・同解説
- 土木学会 2005年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル
- 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）
- 日本道路協会 平成14年3月 道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV下部構造編

3. 耐震評価

3.1 地震時荷重算出断面

第3号機海水ポンプ室の地震時荷重算出断面位置を図3-1に示す。地震時荷重算出断面は、構造的特徴や周辺地質状況を踏まえ、南北方向では妻壁や隔壁の配置が異なることによる剛性差を考慮し、スクリーンエリア(A-A断面)及び循環水ポンプエリア(B-B断面)を通る断面とし、南北方向では構造物中心を通る東西断面(C-C断面)とする。地震時荷重算出用地質断面図を図3-2～図3-4に示す。

なお、加振方向に平行に配置され耐震上見込むことができる面部材の配置から、東西方向(C-C断面)が強軸方向となり、南北方向(A-A断面及びB-B断面)が弱軸方向となることから、耐震評価は弱軸方向である南北方向(A-A断面及びB-B断面)に対して実施する。

また、第3号機海水ポンプ室は、加振方向に平行に配置される面部材(妻壁や隔壁)を有する箱形構造物であり、かつ、止水機能が要求される構造物であることから、ひび割れ状態を評価できるソリッド要素を用いた三次元構造解析により耐震評価を行う。

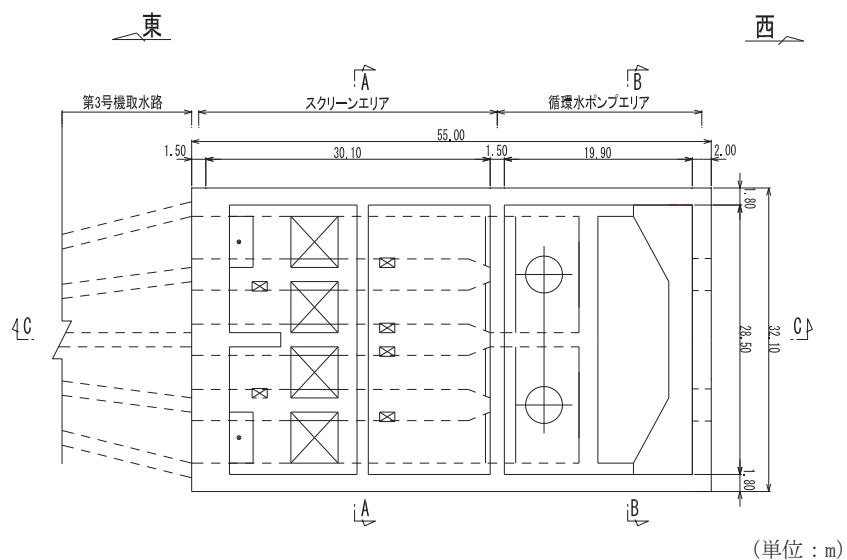


図3-1 第3号機海水ポンプ室の地震時荷重算出断面位置図

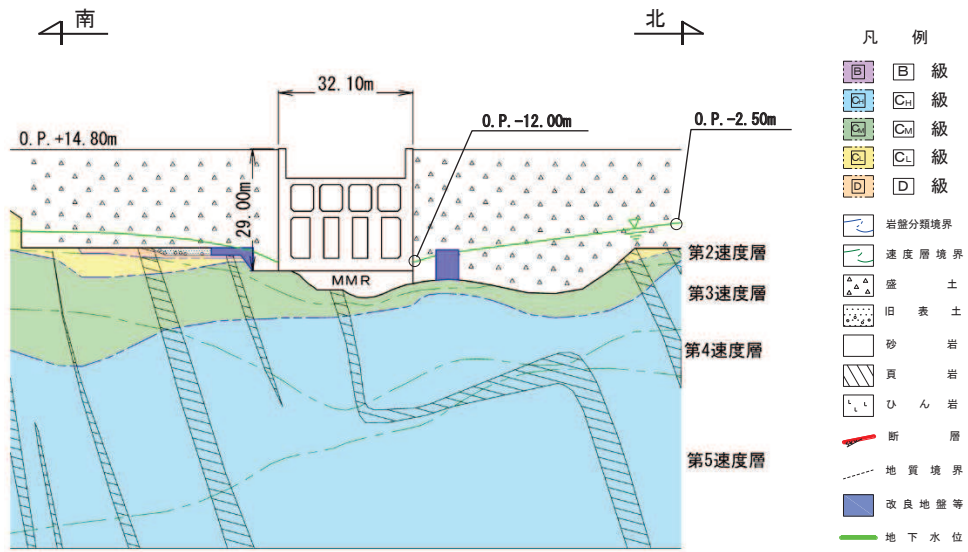


図 3-2 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図
(A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

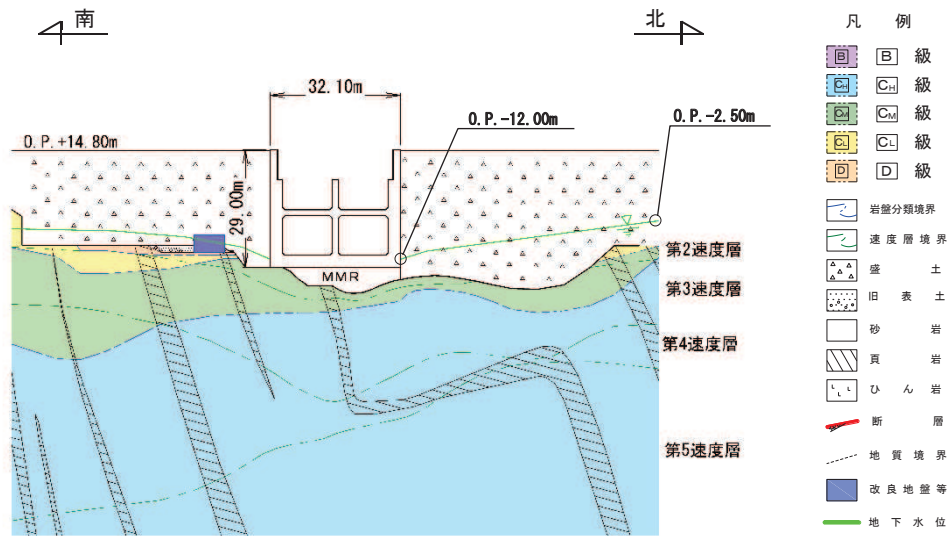


図 3-3 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図
(B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

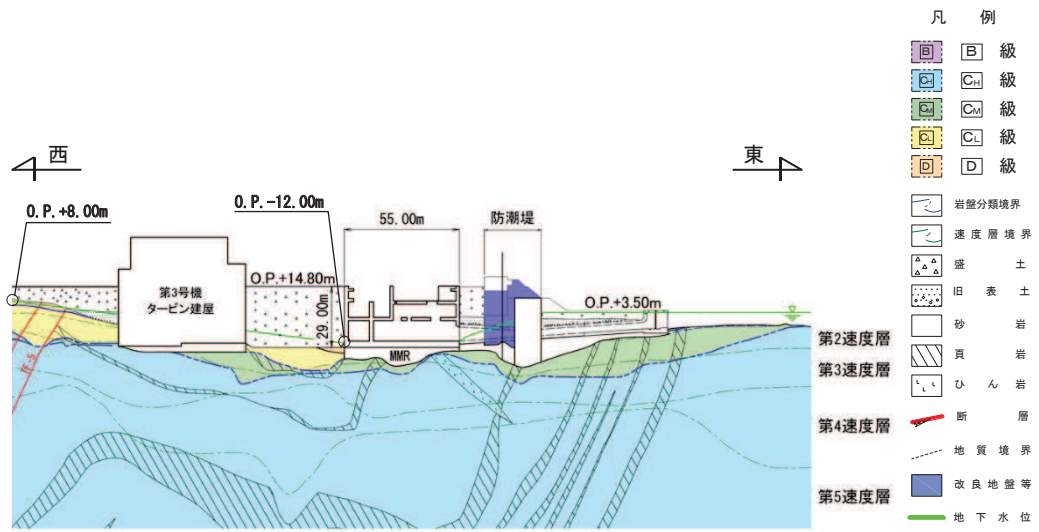


図 3-4 第 3 号機海水ポンプ室 地震時荷重算出用地質断面図 (C-C 断面, 東西)

3.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-1 に、材料の物性値を表 3-2 に示す。

表 3-1 使用材料

材料	仕様
コンクリート	設計基準強度 23.5N/mm ²
鉄筋	SD345

表 3-2 材料の物性値（構造部材）

材料	項目		材料諸元	備考
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)		24.0	
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	実強度*	3.46×10 ⁴	解析ケース④
		設計基準強度	2.48×10 ⁴	解析ケース①, ②, ③
	ポアソン比		0.2	

注記*：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.3 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 構造部材の健全性に対する許容限界

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005年6月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、土木学会マニュアルではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性等が確保できるとして設定されたものである。

各要求機能について、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、コンクリート標準示方書に基づき、主筋ひずみ及びコンクリートの圧縮ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（主筋ひずみ 1725μ 、コンクリート圧縮ひずみ 2000μ ）とする。

鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-3に示す。

表3-3 第3号機海水ポンプ室の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

確認項目	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	止水機能：主鉄筋(SD345)： 1725μ コンクリート： 2000μ
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと		支持機能：主鉄筋(SD345)： 1725μ コンクリート： 2000μ

(2) せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づくせん断耐力とする。

各要求機能に対する確認について、止水機能及び支持機能のいずれも、せん断破壊に対しては、終局状態に至らないことを目標性能とすることからせん断耐力を許容限界とする。

壁部材の面内せん断に対する許容限界は、限界せん断ひずみ 2000μ (2/1000) とする。限界せん断ひずみ 2000μ (2/1000) は、J E A G 4 6 0 1-1987 において、耐震壁の終局耐力に相当する面内せん断ひずみ 4000μ (4/1000) に余裕を見込んだ許容限界かつ耐震壁の支持機能に対する許容限界として規定されている。

3.3.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

(1) 基礎地盤（牧の浜部層）

基礎地盤（牧の浜部層）に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤（牧の浜部層）の許容限界を表 3-4 に示す。

表 3-4 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力	牧の浜部層	11.4

(2) MMR（既設）

MMR（既設）に発生する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMR（既設）の許容限界を表 3-5 に示す。

表 3-5 MMR（既設）の支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR（既設）	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	コンクリート ($f'_{ck} = 15.6 \text{ N/mm}^2$)	$f'_a = 15.6$

3.4 評価方法

3.4.1 構造部材の健全性評価

第3号機海水ポンプ室の耐震評価は、非線形ソリッド要素を用いた三次元構造解析により実施する。三次元構造解析には、解析コード「COM3 Ver. 9.15」を用いる。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

三次元構造解析への入力荷重は、添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」に基づく地震応答解析において、第3号機海水ポンプ室の耐震評価に支配的な荷重が最大となる時刻を選定し、当該時刻における地震時応答から設定する。

添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」に基づく地震応答解析により算定した地震時荷重（地震時土圧及び慣性力）を用いて、三次元構造解析により算定した照査用応答値が、「3.3 許容限界」において設定した許容限界を下回ることを確認する。

(1) 解析モデル

材料の非線形特性を考慮した非線形ソリッド要素でモデル化する。三次元構造解析モデルを図3-5及び図3-6に示す。

また、構造部材（鉄筋コンクリート）の非線形特性を図3-7及び図3-8に示す。

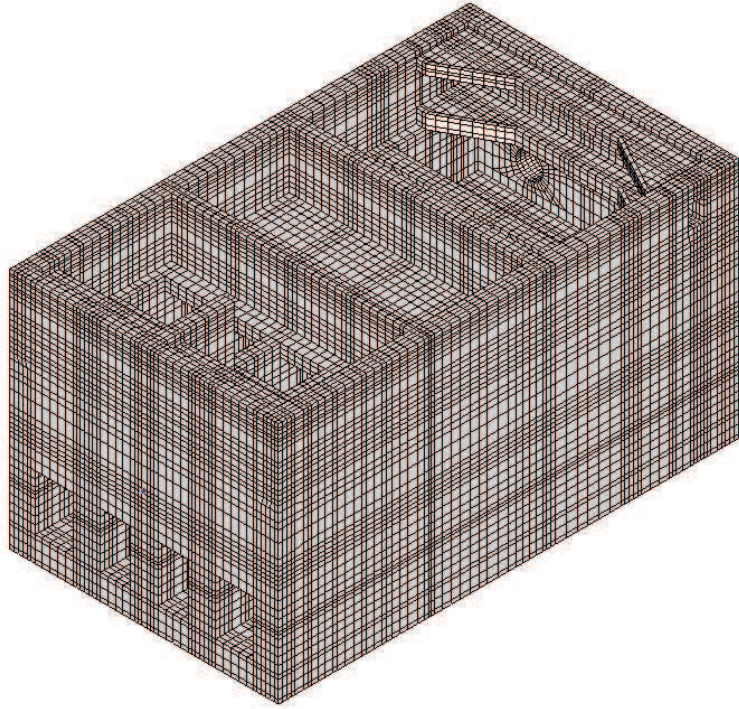
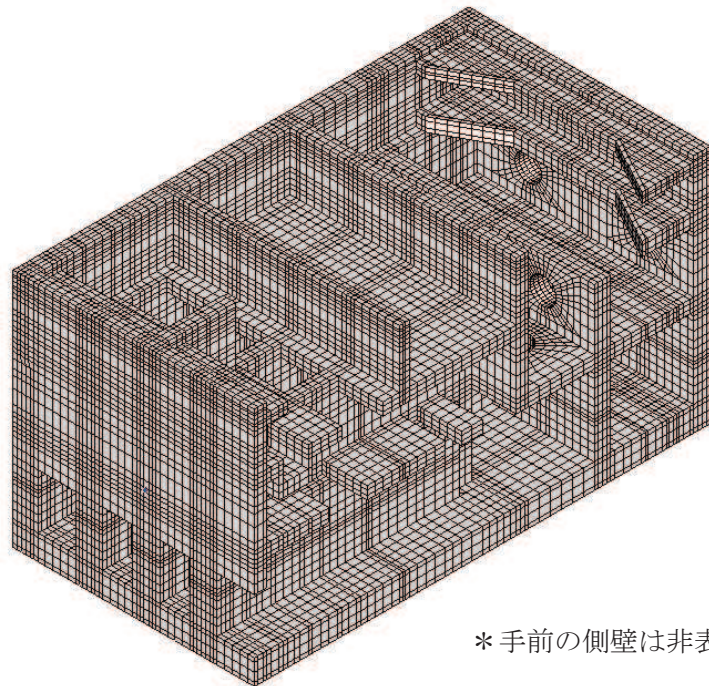


図3-5 三次元構造解析モデル図（鳥瞰図）



*手前の側壁は非表示としている。

図3-6 三次元構造解析モデル図（鳥瞰図）

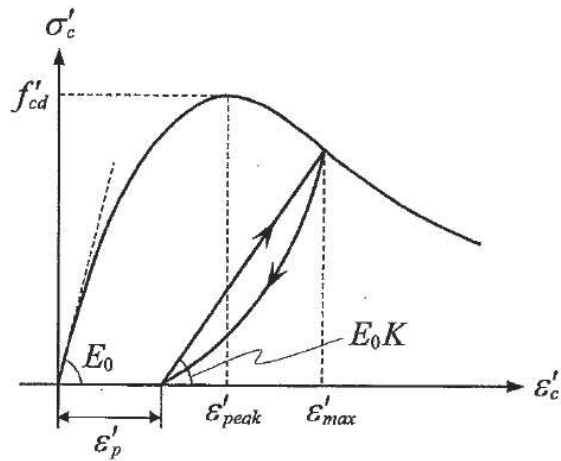


図3-7 構造部材の非線形特性（コンクリートの応力-ひずみ関係）
 （コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2017年制定）より引用）

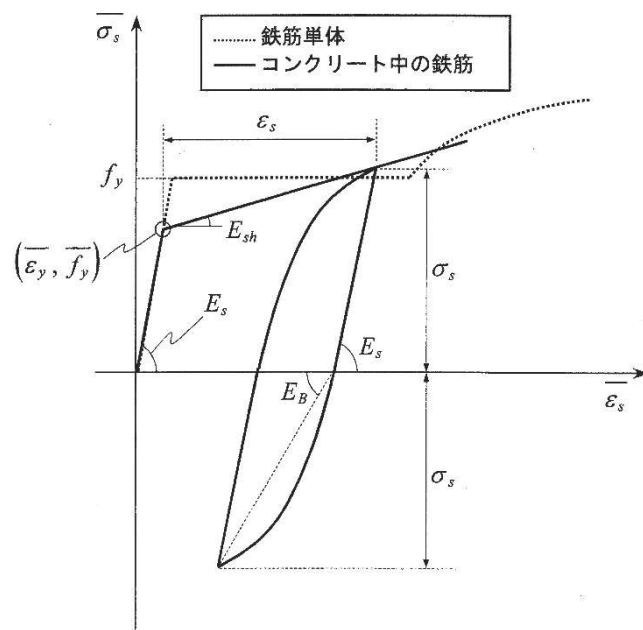


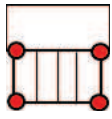
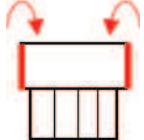


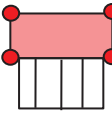
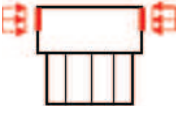
図3-8 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）
 （コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2012年制定）より引用）

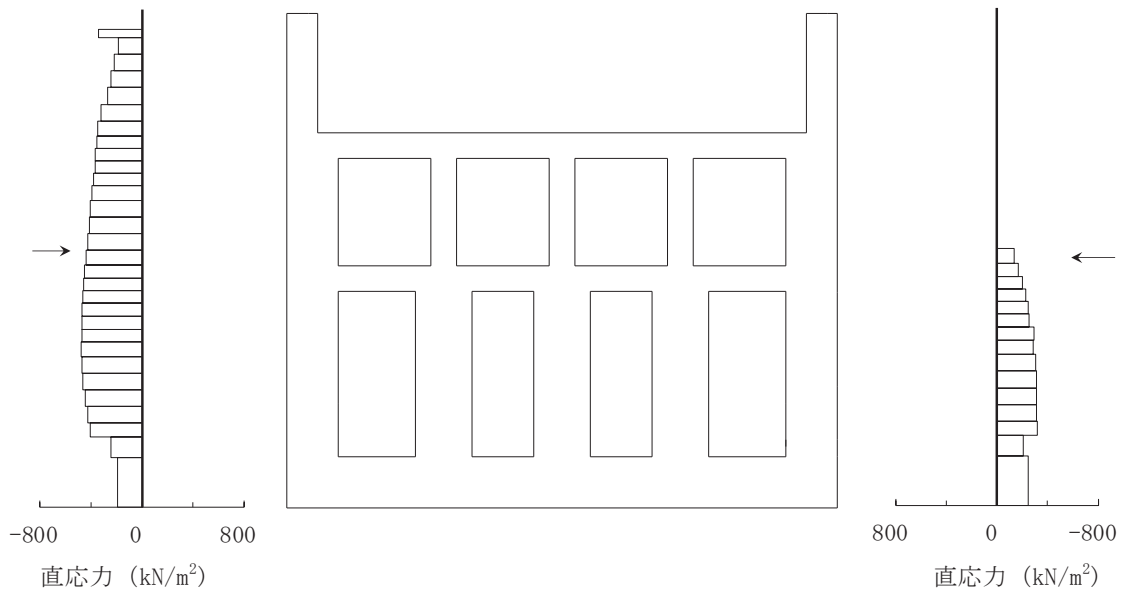
(2) 照査時刻

構造部材の健全性評価において、照査時刻は構造的特徴を踏まえ、損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなる時刻を地震応答解析の結果から複数選定する。表 3-6 に照査時刻の選定の考え方を示す。

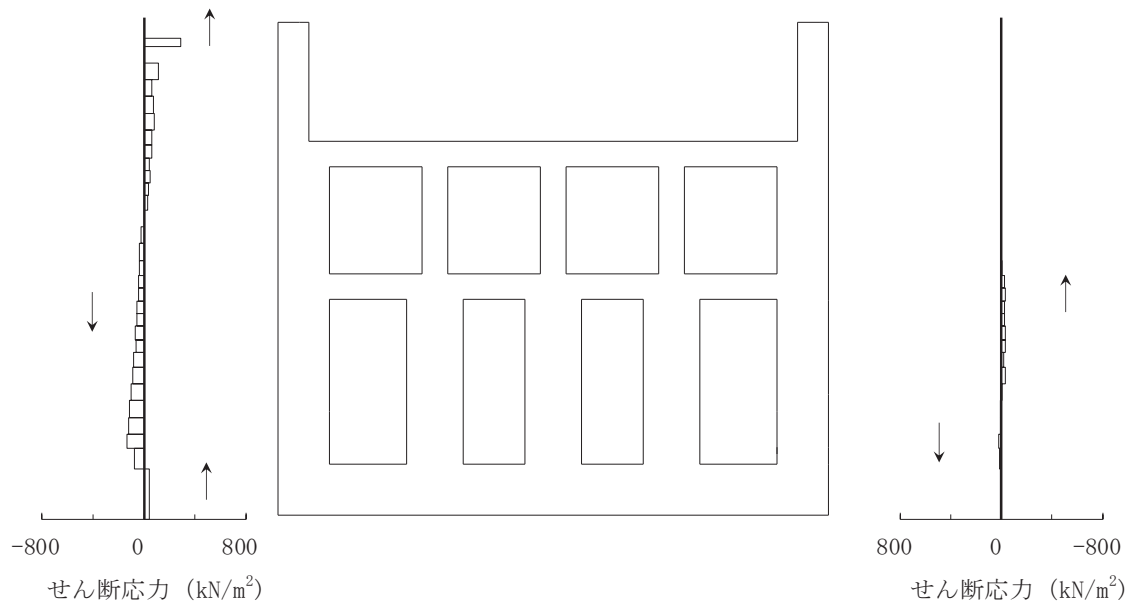
なお、照査値が最大となるせん断破壊に対する照査時における作用荷重分布図を図 3-9～図 3-12 に示す。

表 3-6 照査時刻の考え方

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		下部構造（水路）における頂底板間の層間変位が最大となる時刻
時刻 2, 3	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		上部構造における各側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻
時刻 4	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻
時刻 5, 6	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の水平荷重が最大となる時刻
時刻 7	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻
時刻 8, 9	曲げ・軸力系の破壊 及び せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の上部荷重が最大となる時刻



直応力



せん断応力

図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図 3-9 作用荷重分布図 (直応力及びせん断応力)
(解析ケース④, S s - N 1 (++) , A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

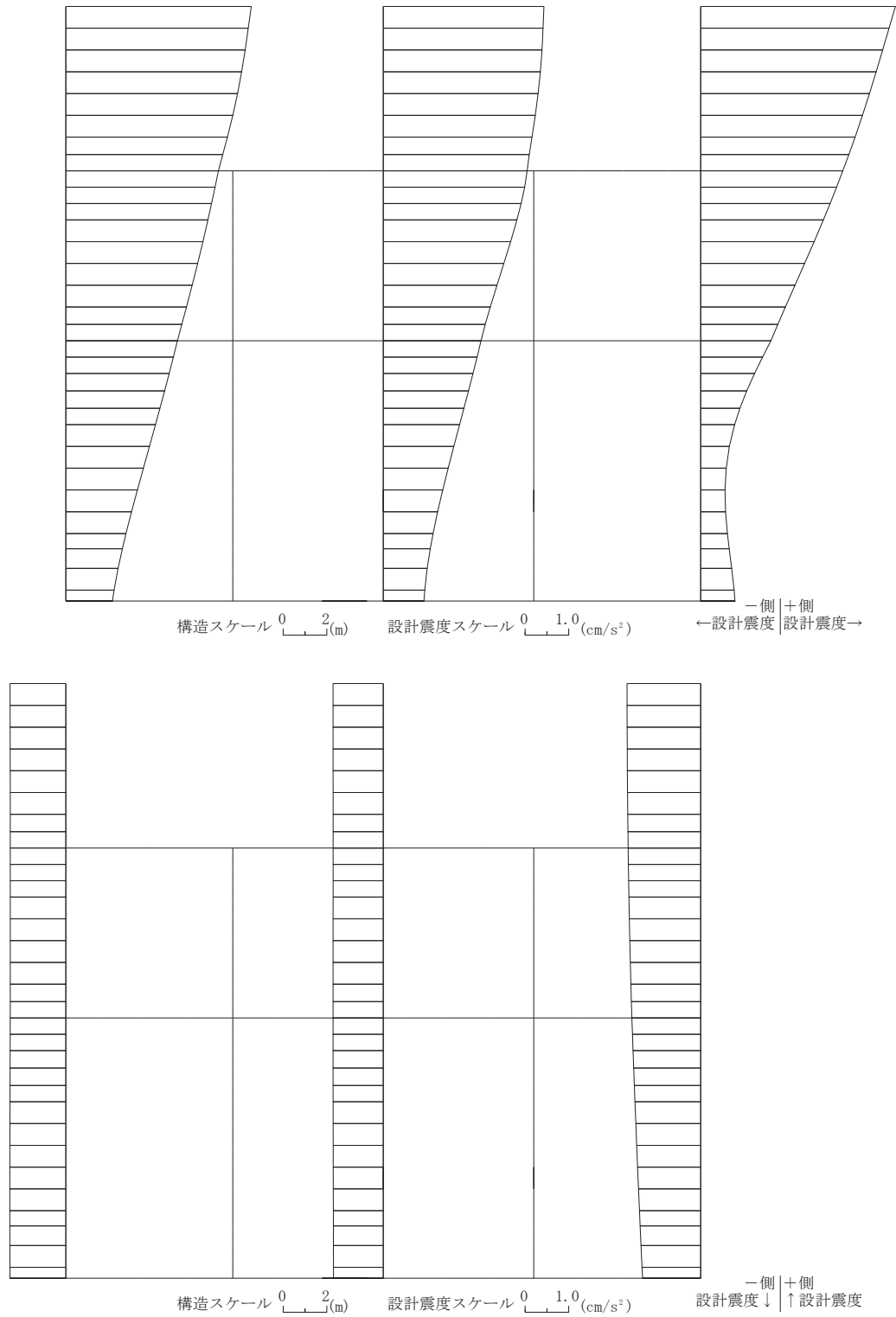
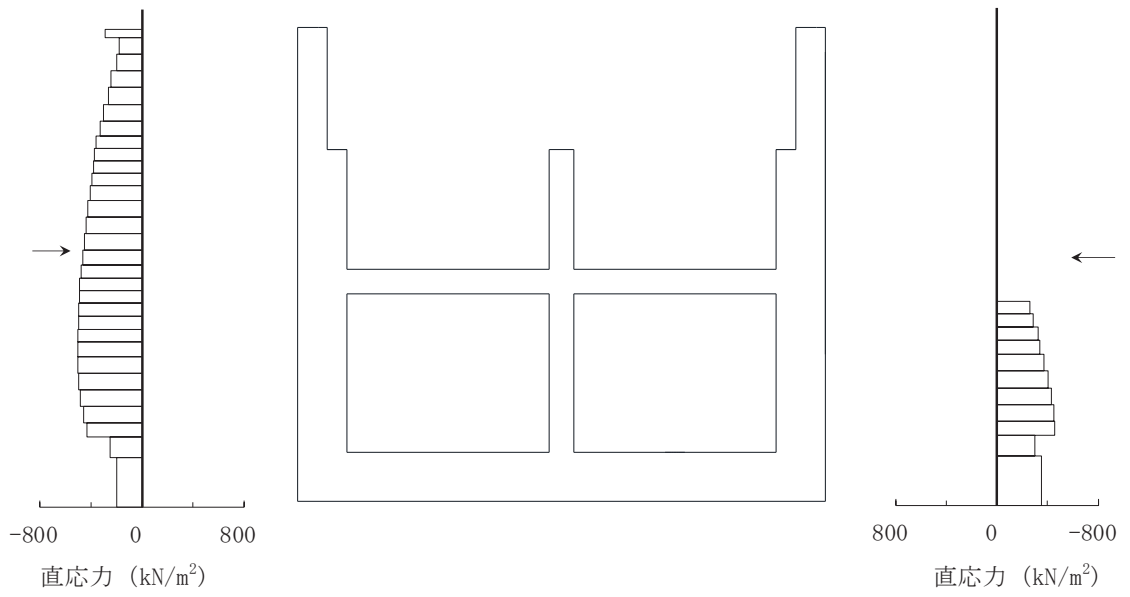
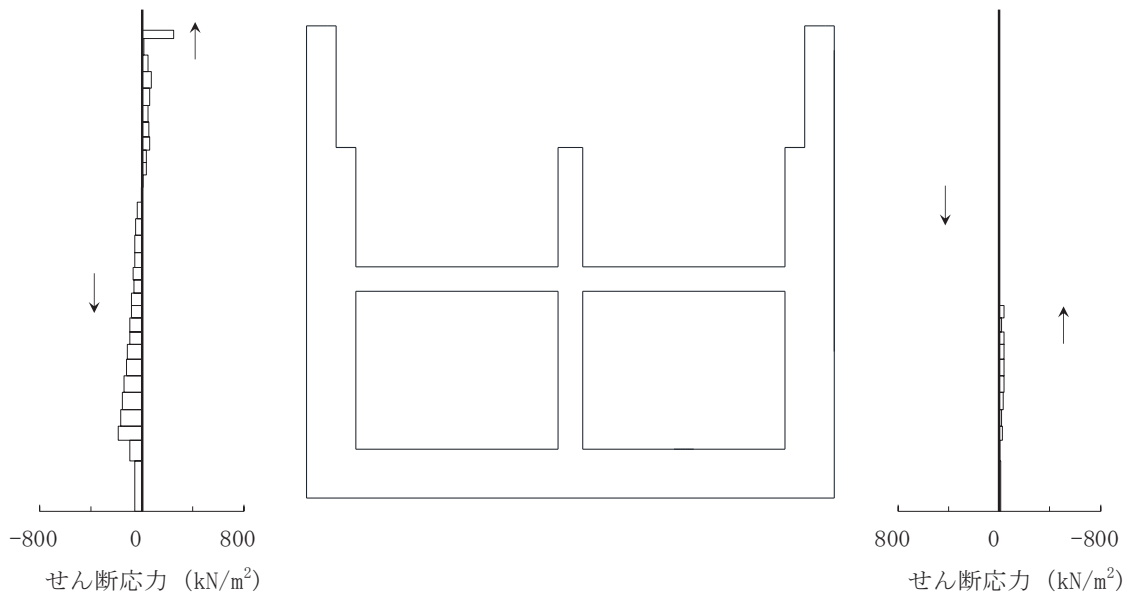


図 3-10 作用荷重分布図 (設計震度分布)
 (解析ケース④, S s - N 1 (++) , A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))



直応力



せん断応力

図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図 3-11 作用荷重分布図 (直応力及びせん断応力)
(解析ケース④, S s - N 1 (++) , B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

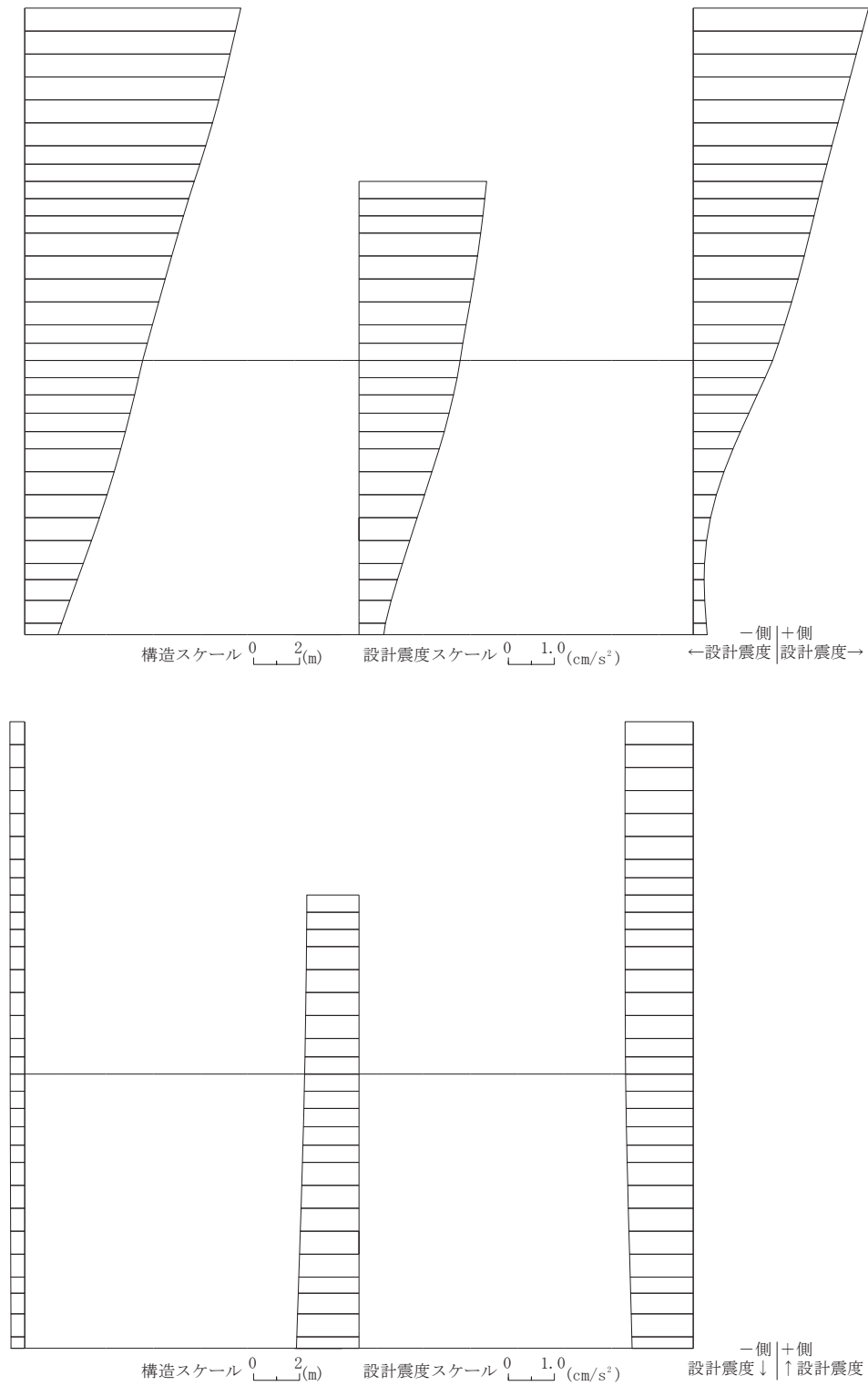


図 3-12 作用荷重分布図 (設計震度分布)
(解析ケース④, S s - N 1 (++) , B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

(3) 入力荷重

三次元構造解析の入力荷重は、設計値及び添付書類「VI-2-2-9 第3号機海水ポンプ室の地震応答計算書」より得られた地震応答解析に基づく「(2) 照査時刻」で選定した照査時刻における応答値を用いて算定する。地震時荷重は地震応答解析から抽出した荷重を各エリア奥行方向に一様に載荷する。入力荷重の一覧を表3-7に示す。

表3-7 三次元構造解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
常時荷重	固定荷重	躯体自重, 機器・配管荷重
	積載荷重	躯体に作用する積載荷重
	常時土圧	躯体側面に作用する常時土圧
	内水圧	躯体に作用する静水圧
	外水圧	躯体に作用する静水圧
地震時荷重	慣性力	躯体に作用する慣性力
	機器反力	機器・配管反力
	動水圧 (内水)	躯体に作用する動水圧*
	地震時土圧	躯体側面に作用する地震時土圧
	地震時水圧	躯体側面に作用する地震時水圧

注記*：動水圧は、地震応答解析から抽出した側壁及び導流壁の応答加速度に基づき算定する。

3.4.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては、構造部材を支持する基礎地盤に発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

4. 構造部材の地震時応答

三次元構造解析に基づく、各構造部材の地震時応答結果を示す。各部材位置を図4-1に、各部材の要素座標系を図4-2及び図4-3に、ソリッド要素における各要素の断面力の方向を図4-4に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査のうち、各部材のコンクリートの圧縮縁ひずみ、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋のひずみに対して最大照査値となる評価時刻でのひずみ分布を図4-5～図4-10に、せん断破壊に対して最大照査値となる評価時刻での断面力分布を図4-11～図4-22に示す。

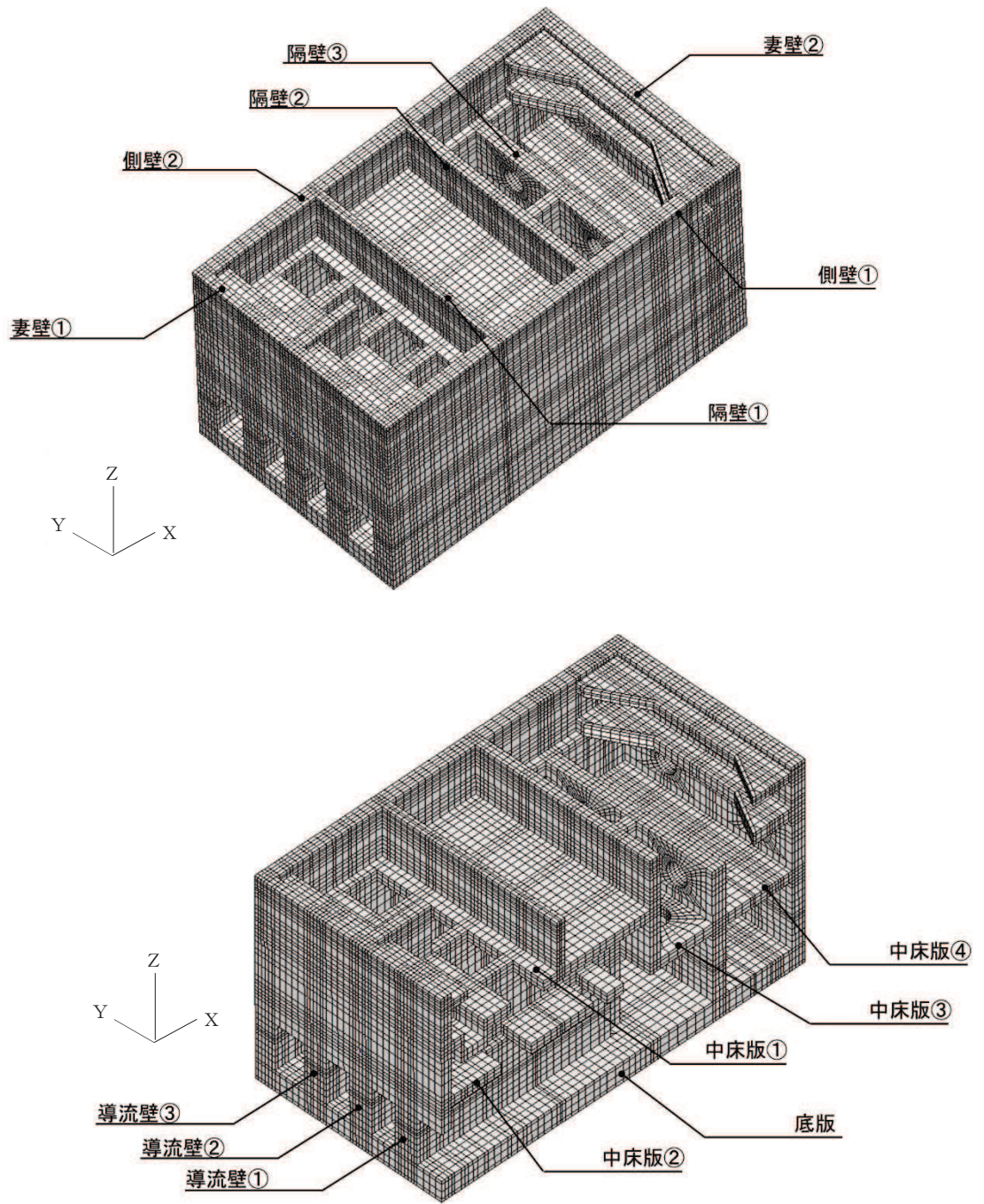


図4-1 各部材位置

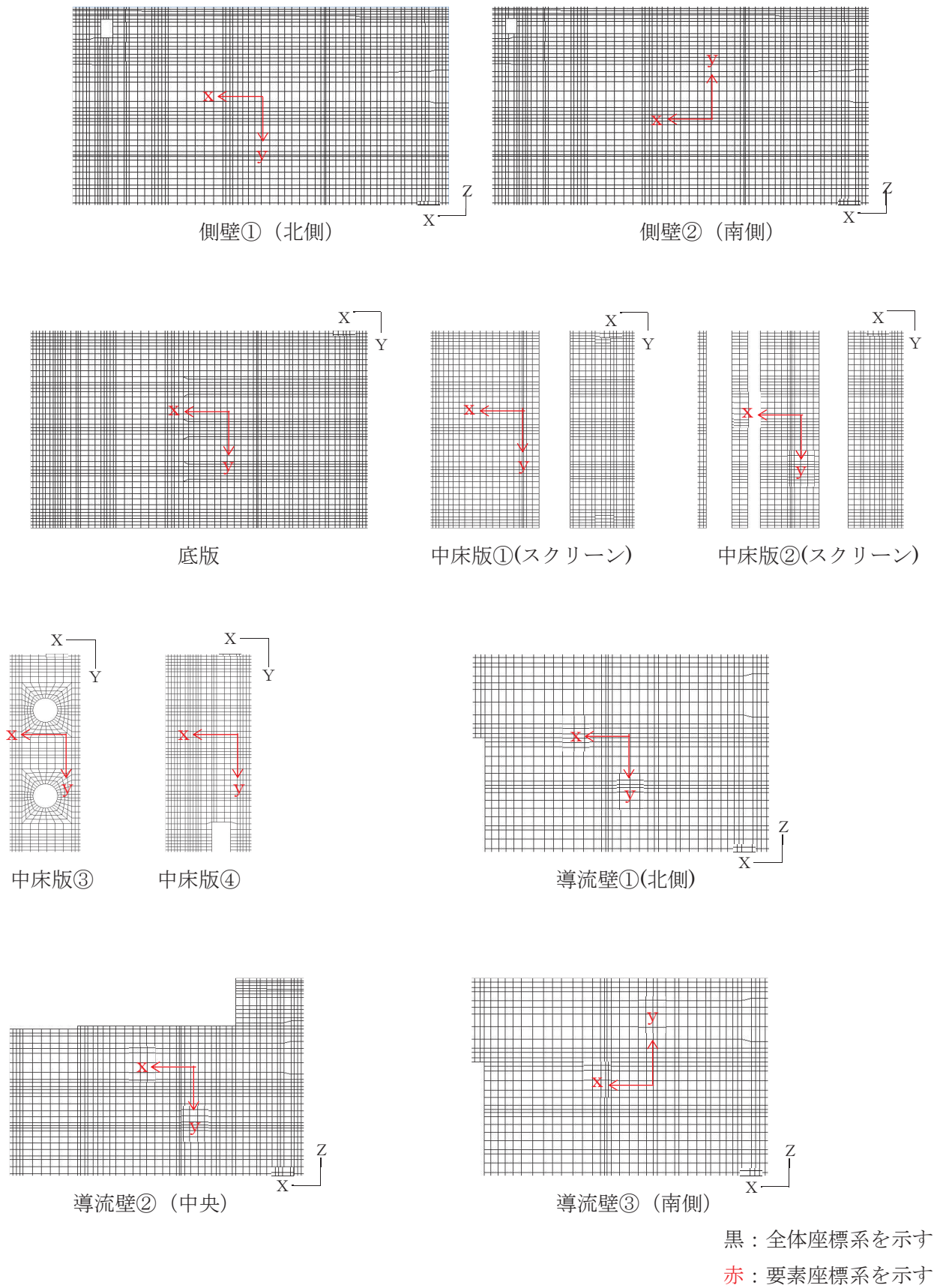


図 4-2 各部材の要素座標系 (1/2)

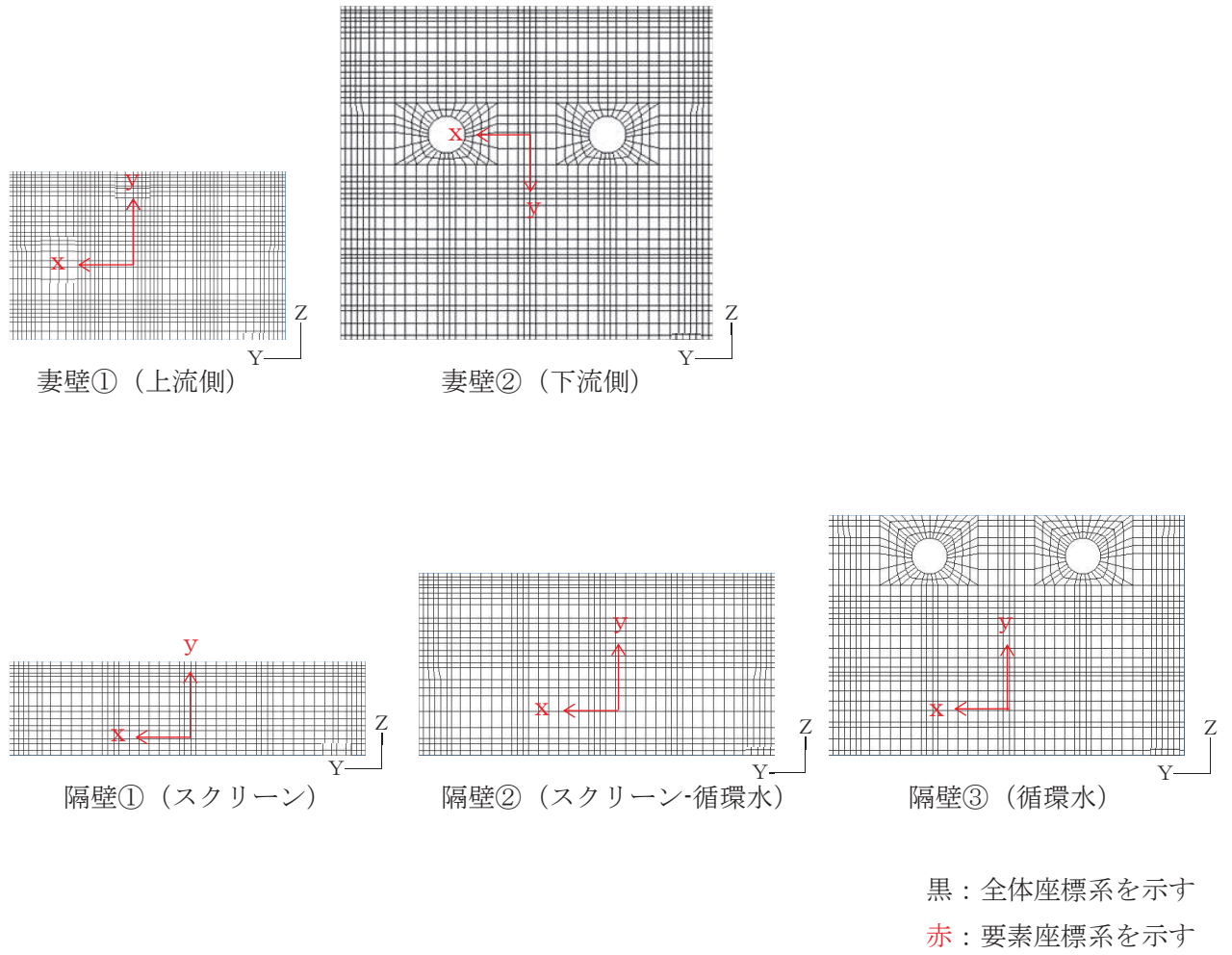
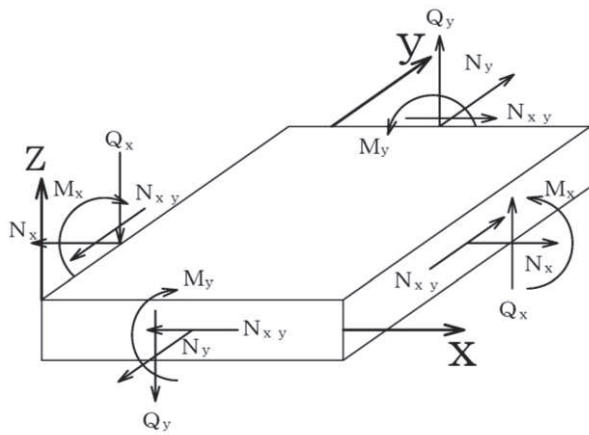


図 4-3 各部材の要素座標系 (2/2)



M_x, M_y : 曲げモーメント
 Q_x, Q_y : せん断力
 N_x, N_y : 軸力
 $N_{x y}$: 面内せん断力

図 4-4 ソリッド要素における断面力の方向

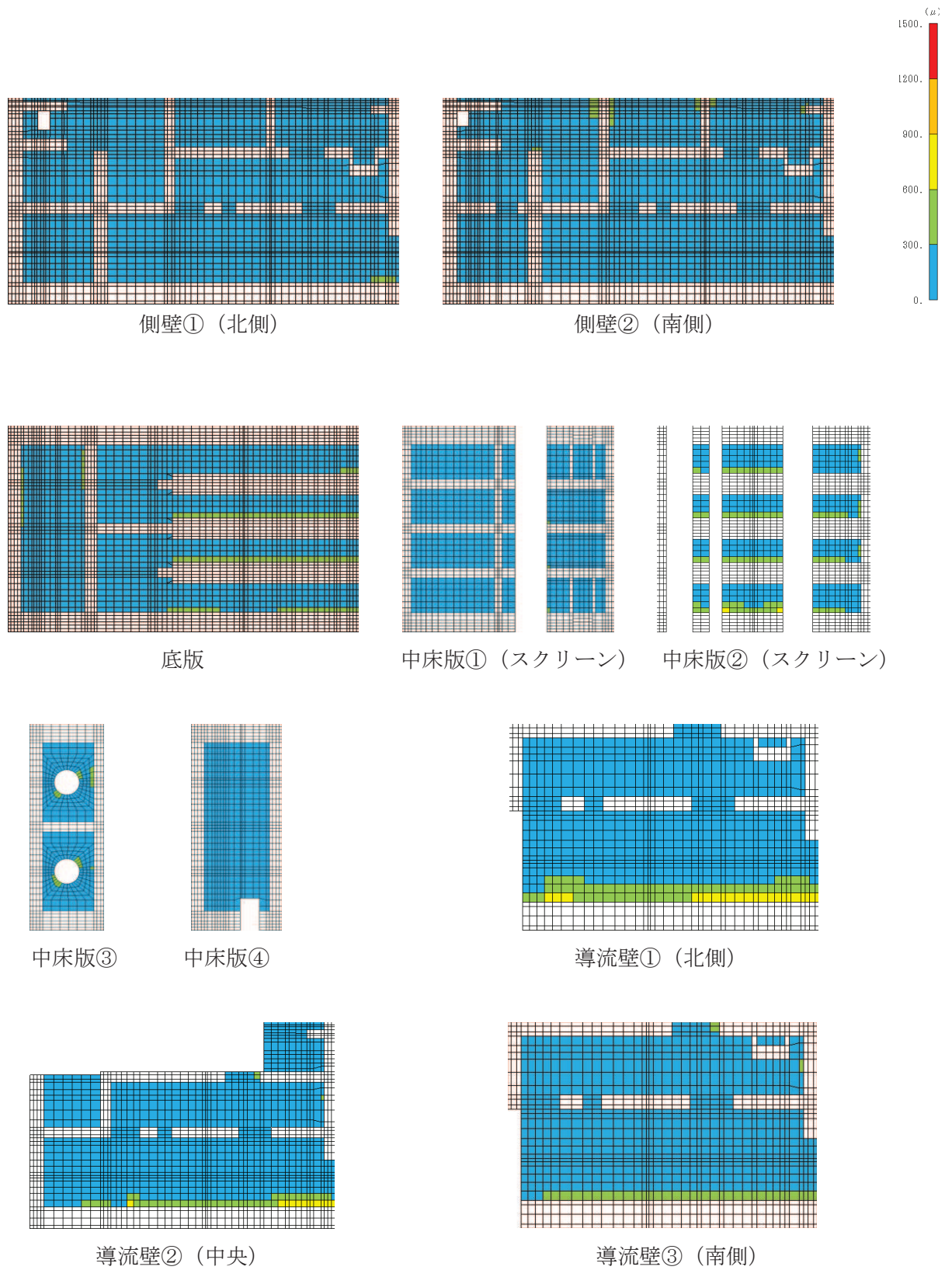


図 4-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (妻壁①, 解析ケース②, S_s-N1 (++)) (1/2)

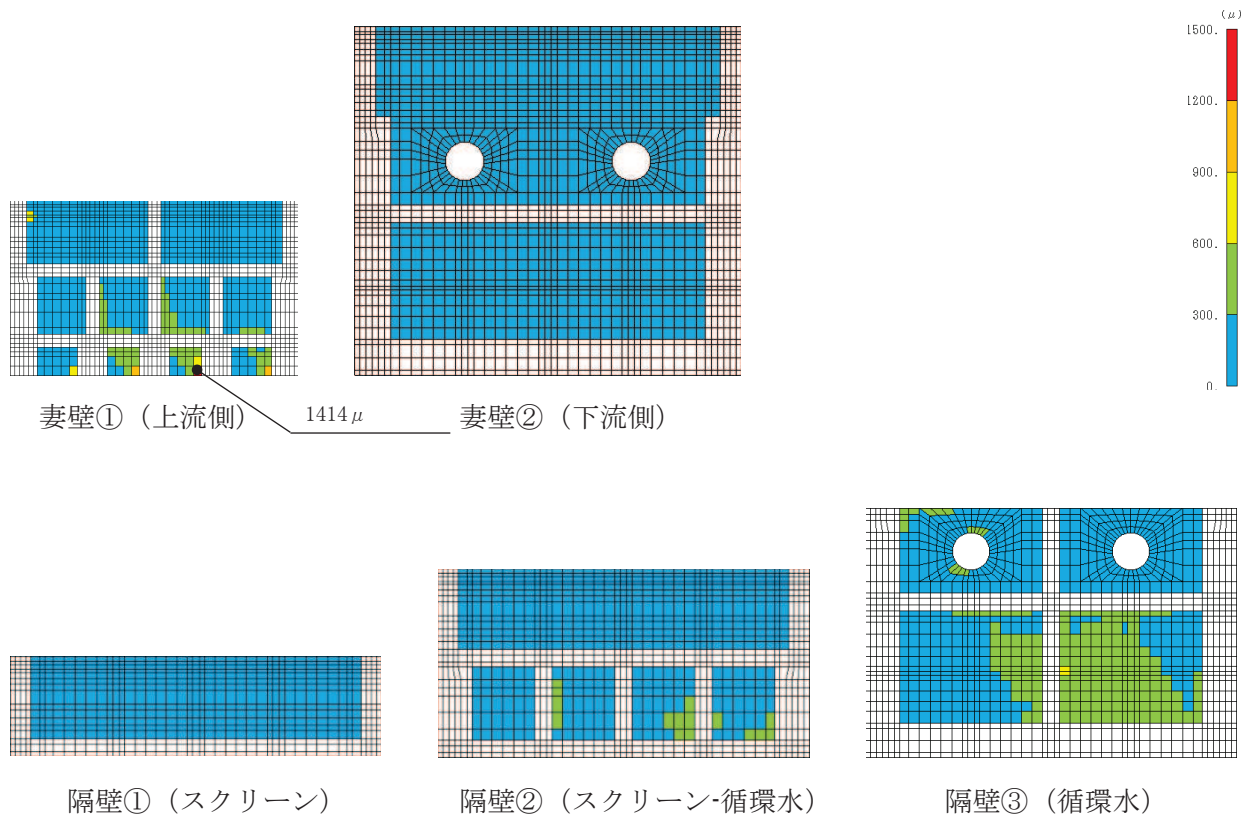


図 4-6 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (妻壁①, 解析ケース②, S s - N 1 (++)) (2/2)

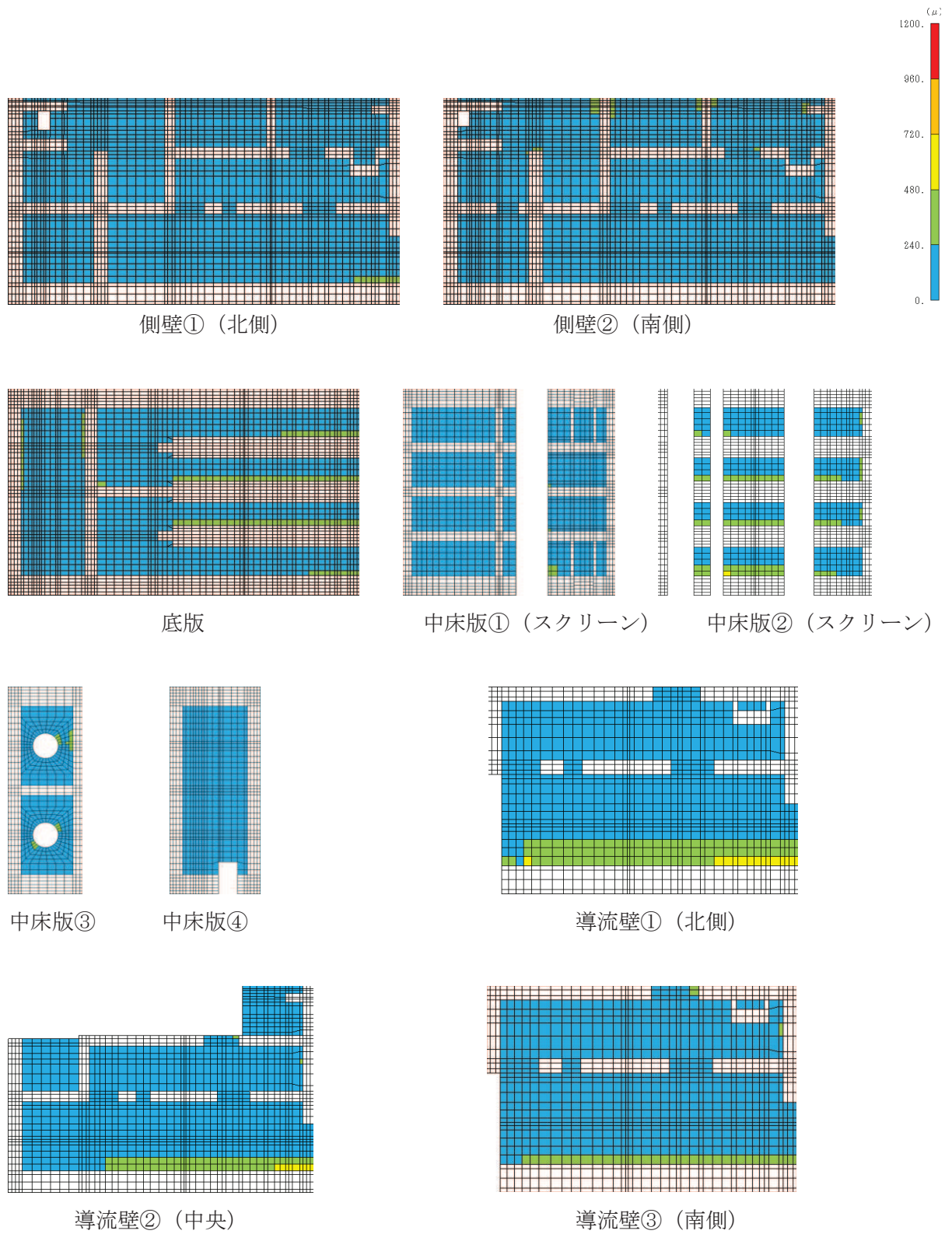


図 4-7 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (隔壁③, 解析ケース②, S s - N 1 (++)) (1/2)

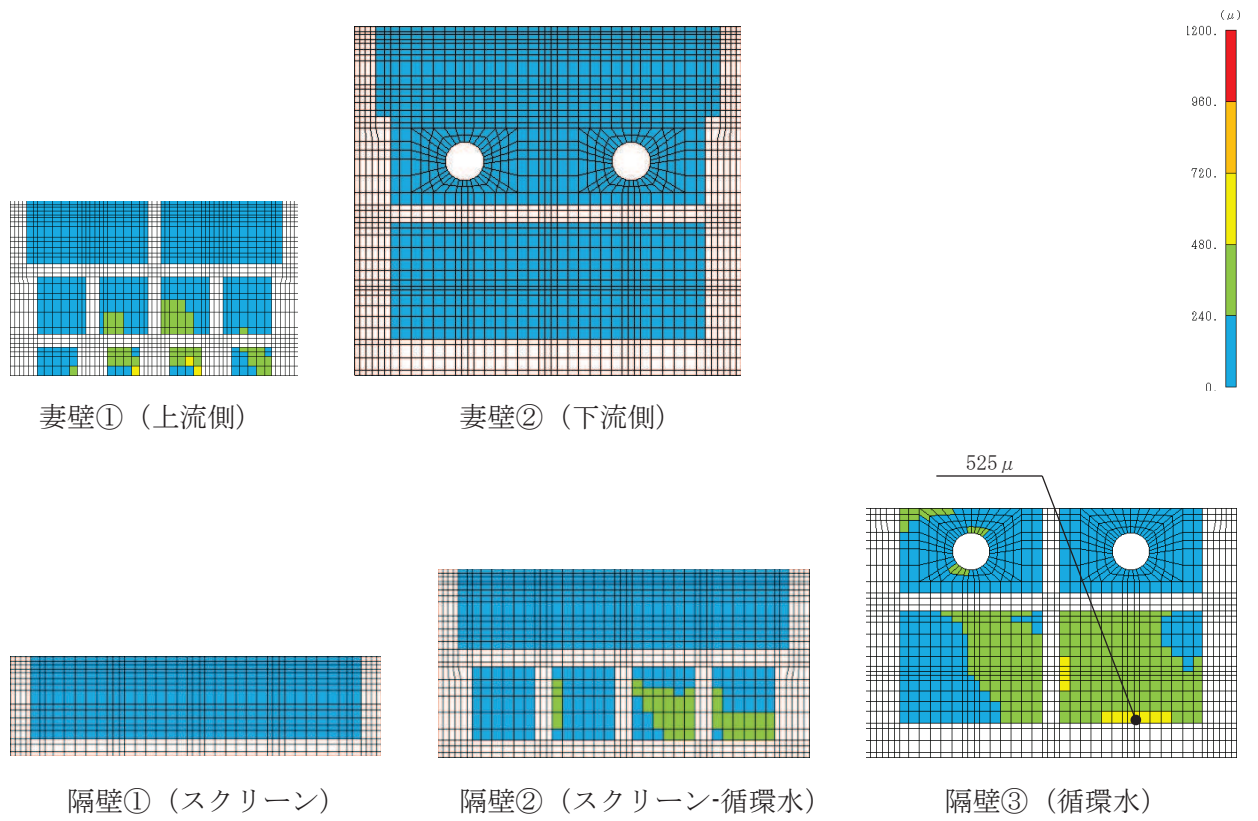


図 4-8 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (隔壁③, 解析ケース②, S s - N 1 (++)) (2/2)

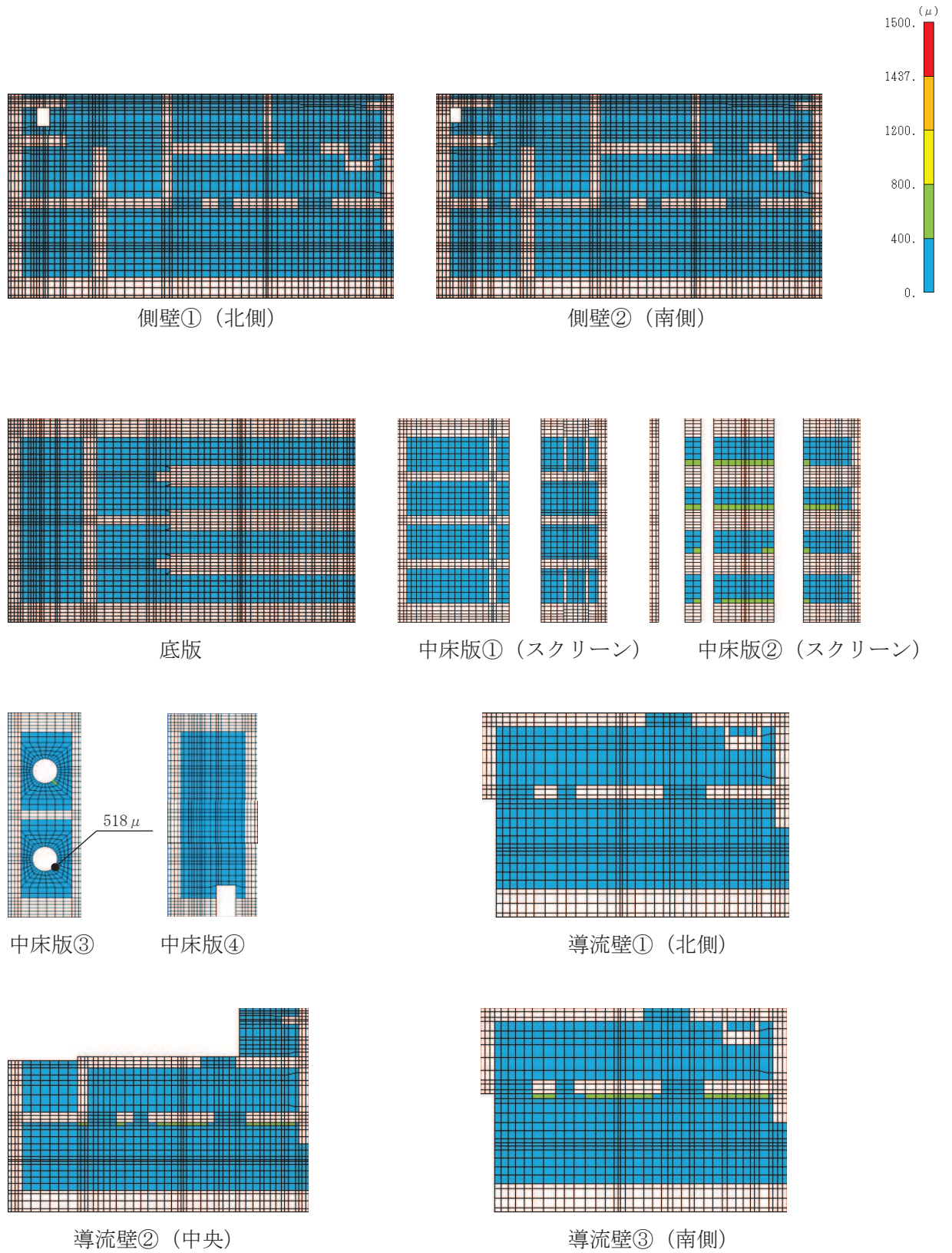


図 4-9 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (鉄筋)
 (中床版③, 解析ケース①, S s - D 2 (++)) (1/2)

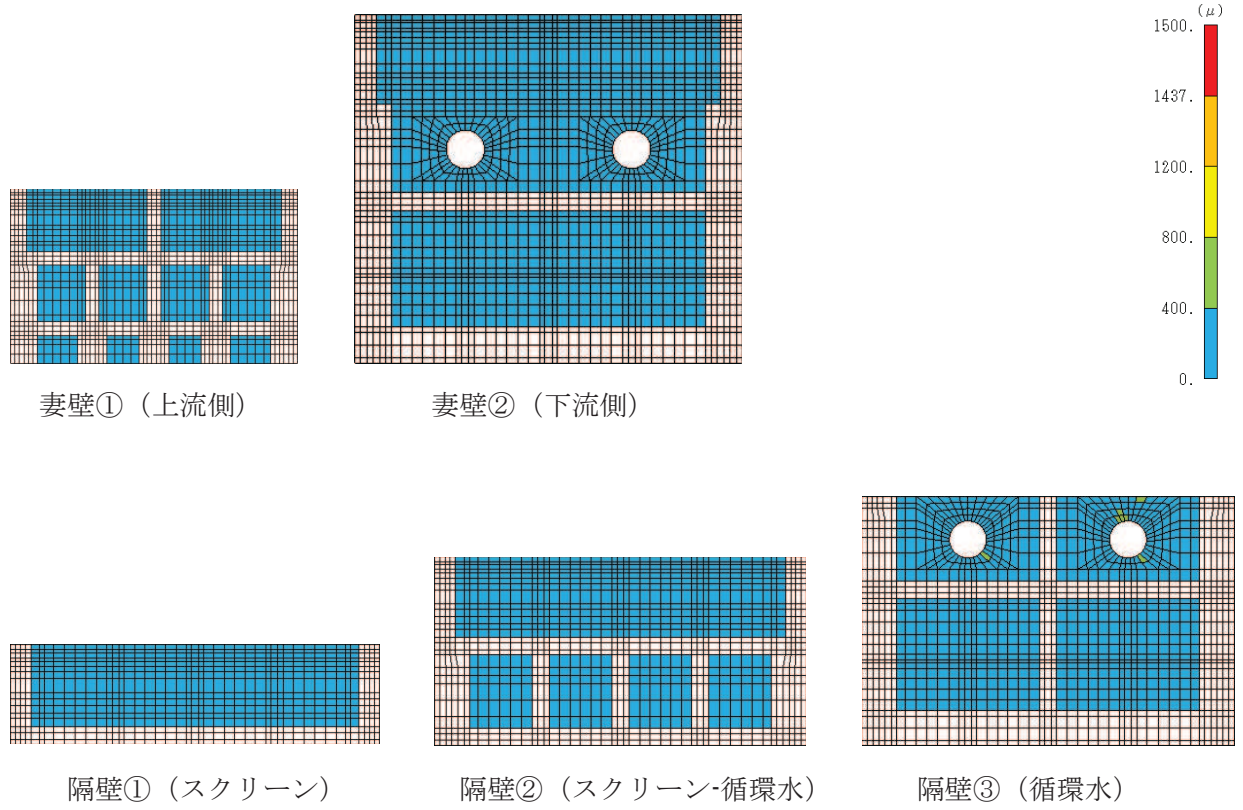


図 4-10 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図 (鉄筋)
 (中床版③, 解析ケース①, $S_s - D 2 (+ +)$) (2/2)

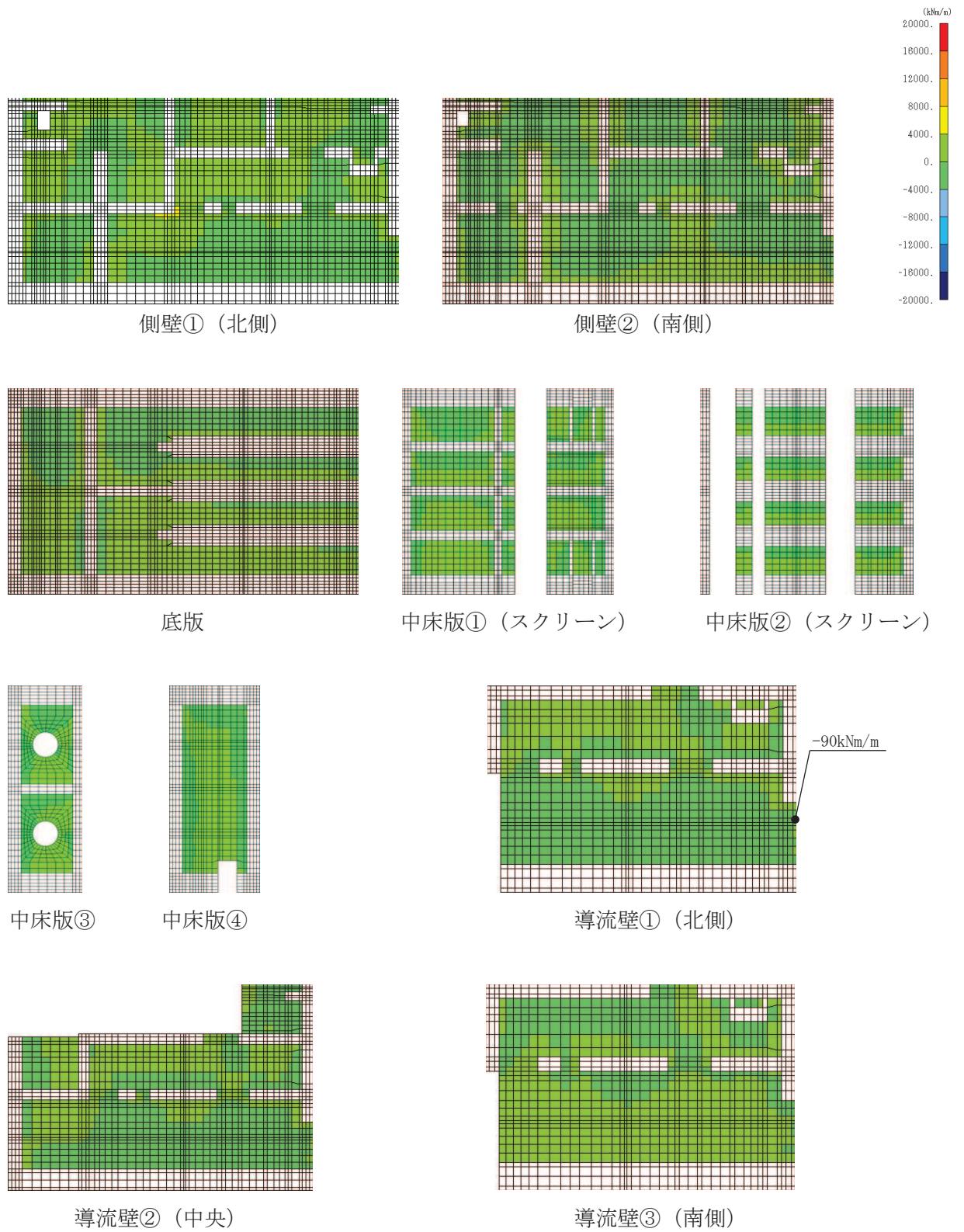


図 4-11 セン断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m/m) : M_x)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++) (1/2))

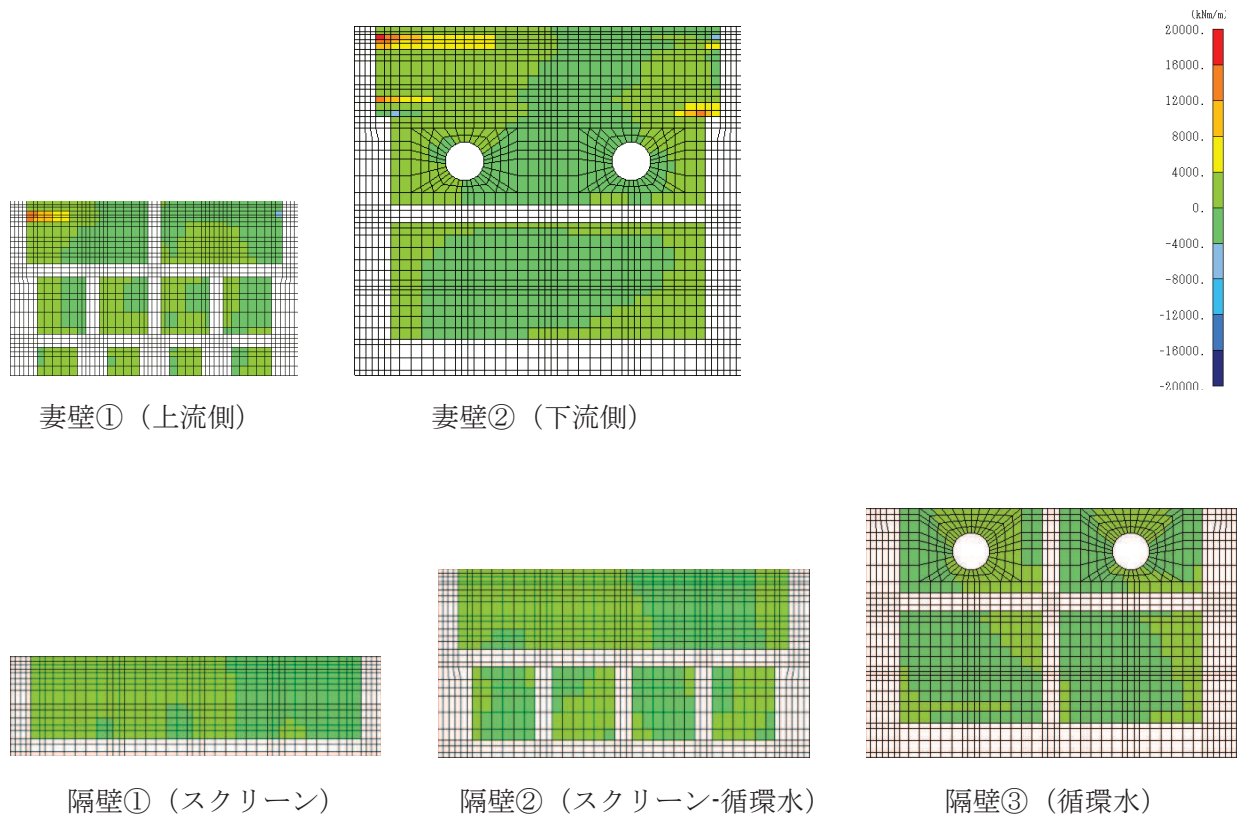


図 4-12 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m/m) : M_x)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++)) (2/2)

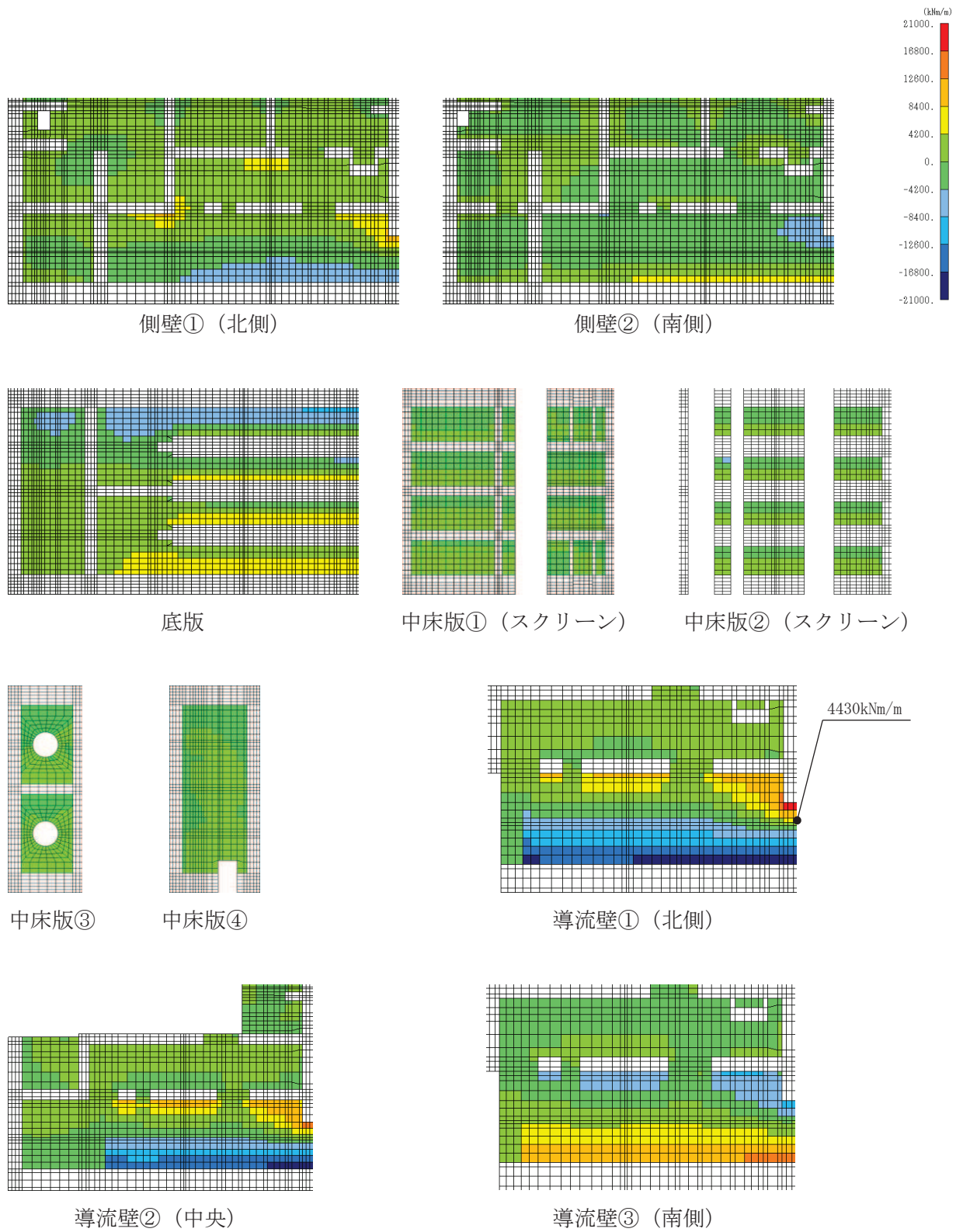


図 4-13 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m/m) : M_y)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++) (1/2))

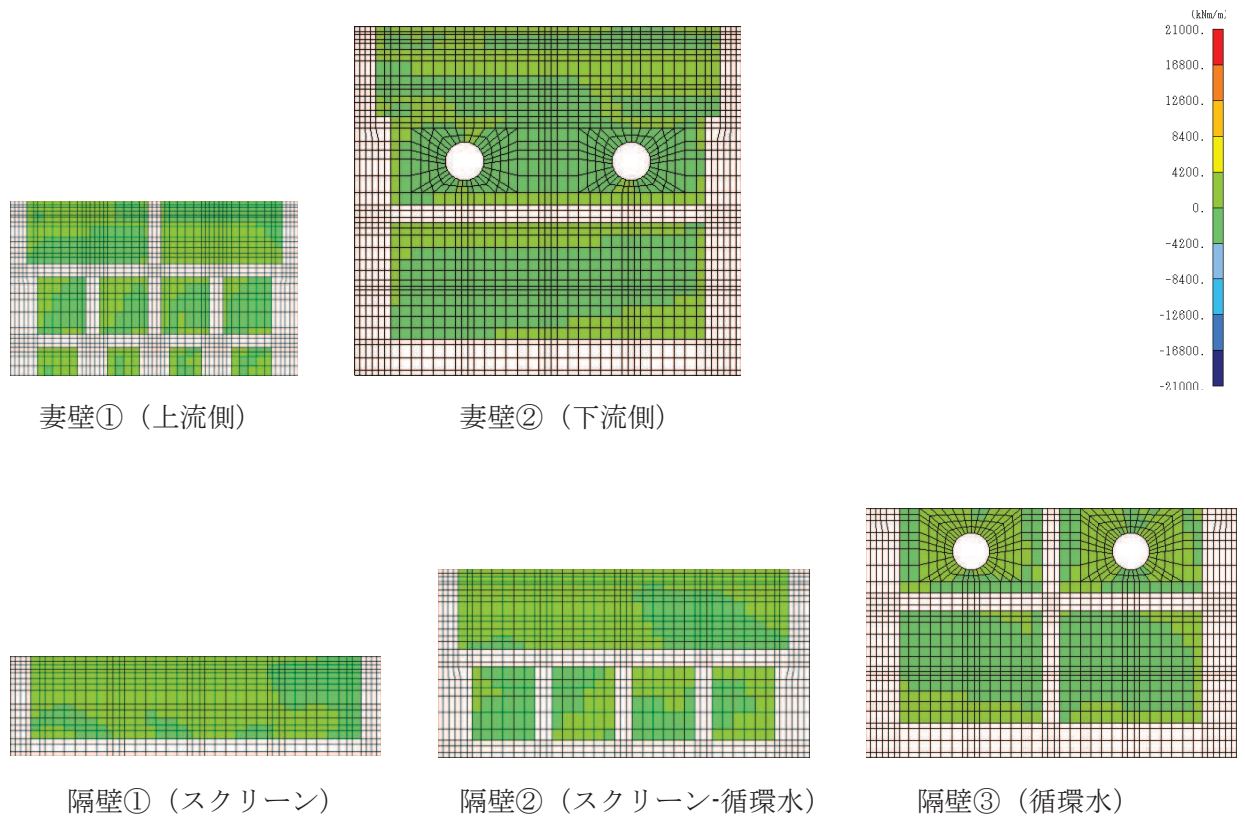


図 4-14 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m/m) : M_y)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++)) (2/2)

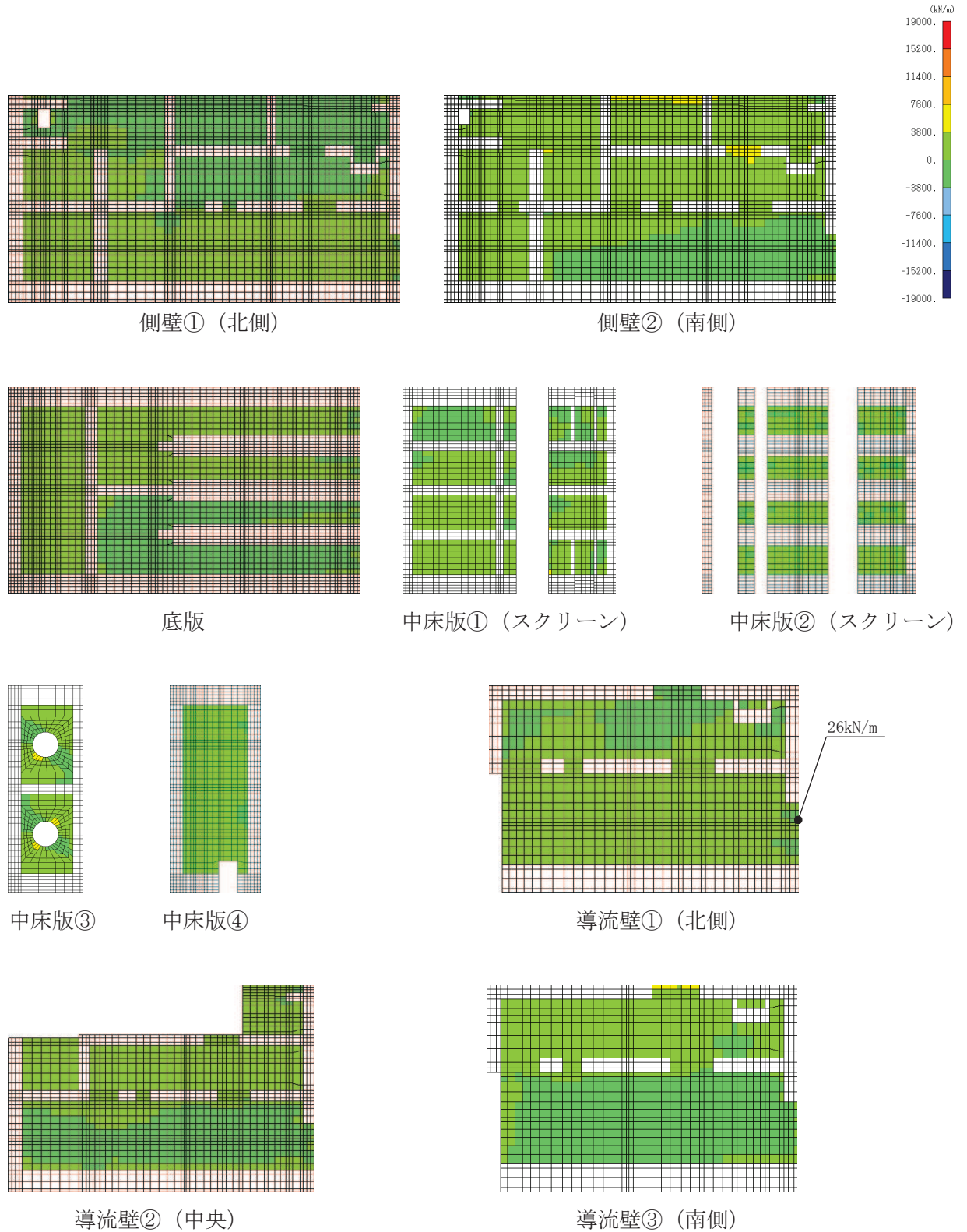


図 4-15 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N1(++)$) (1/2)

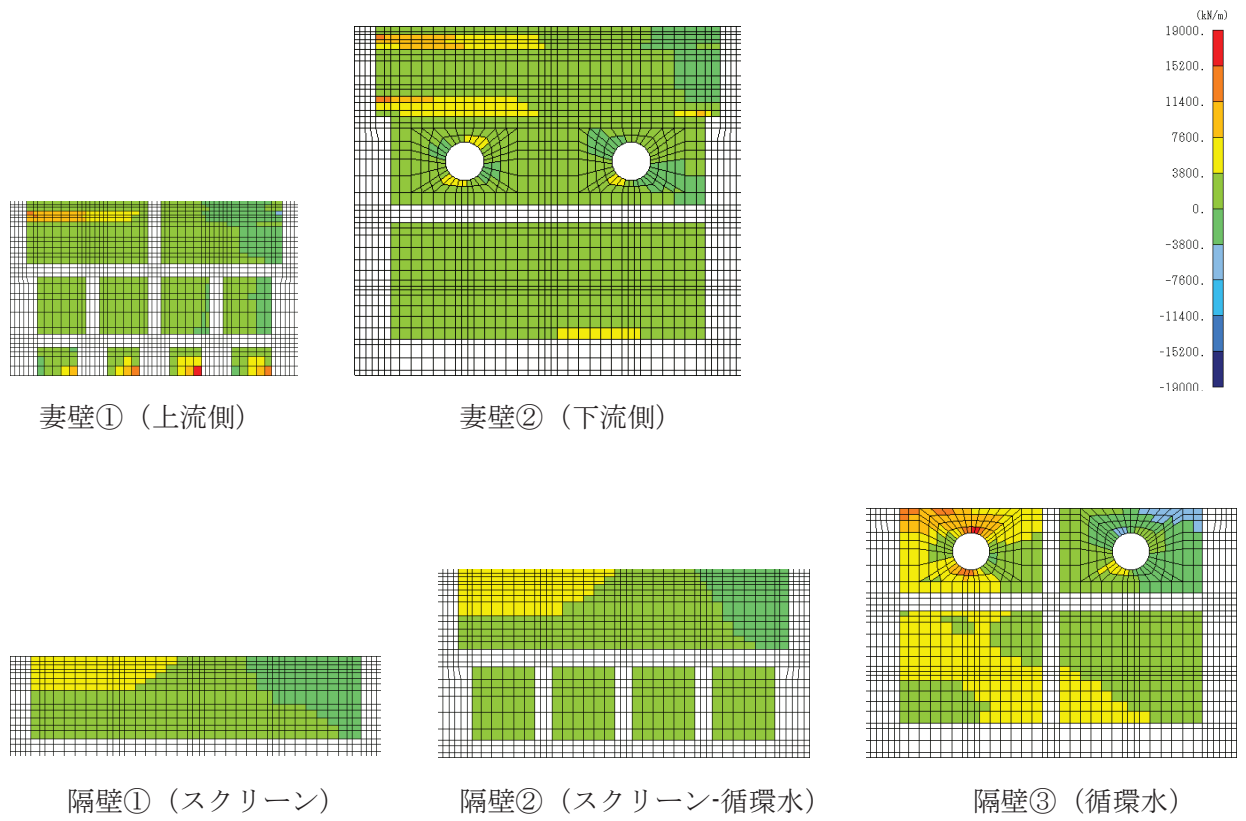


図 4-16 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_x)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N_1(++)$) (2/2)

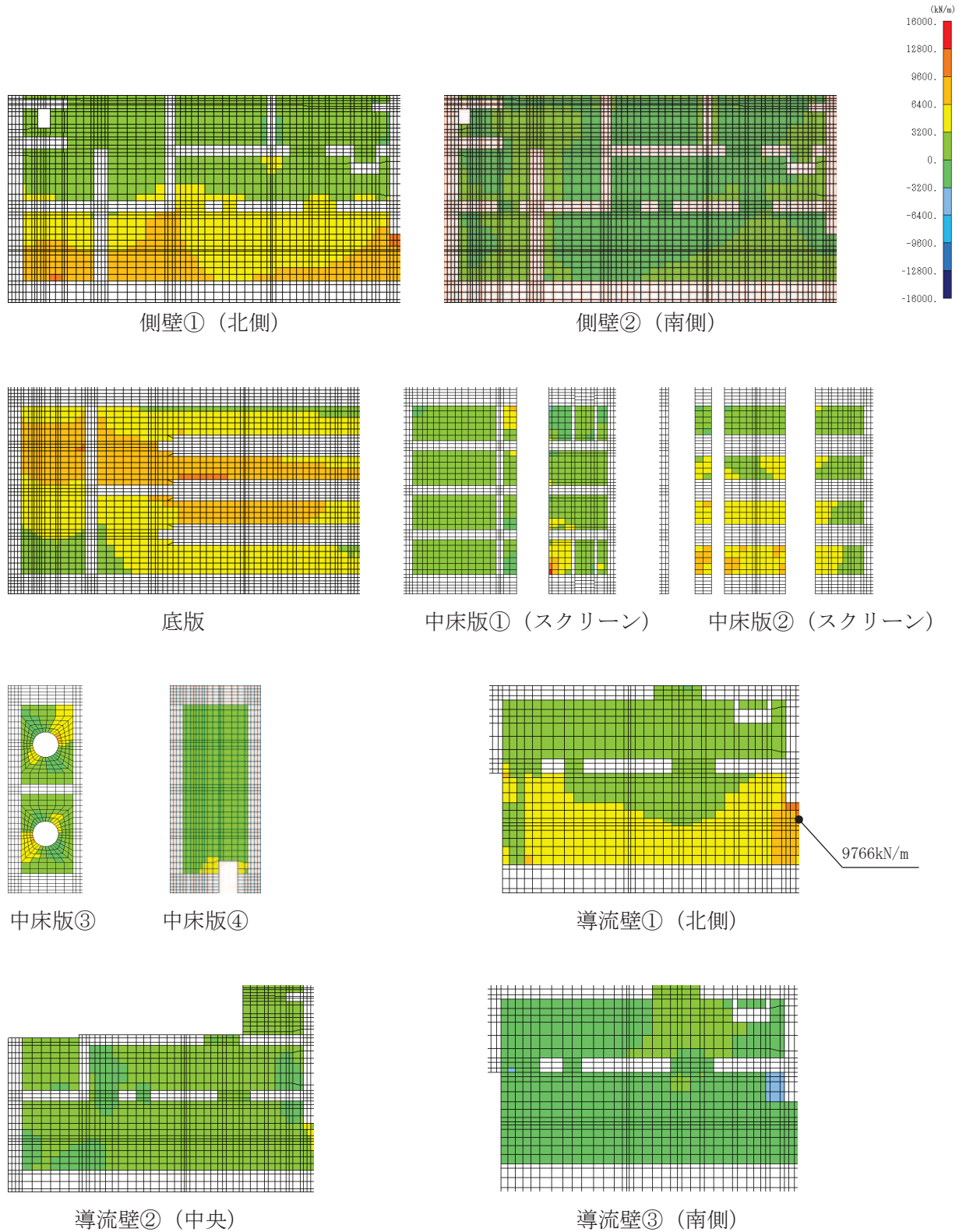


図 4-17 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_y)

(導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N1$ (++)) (1/2)

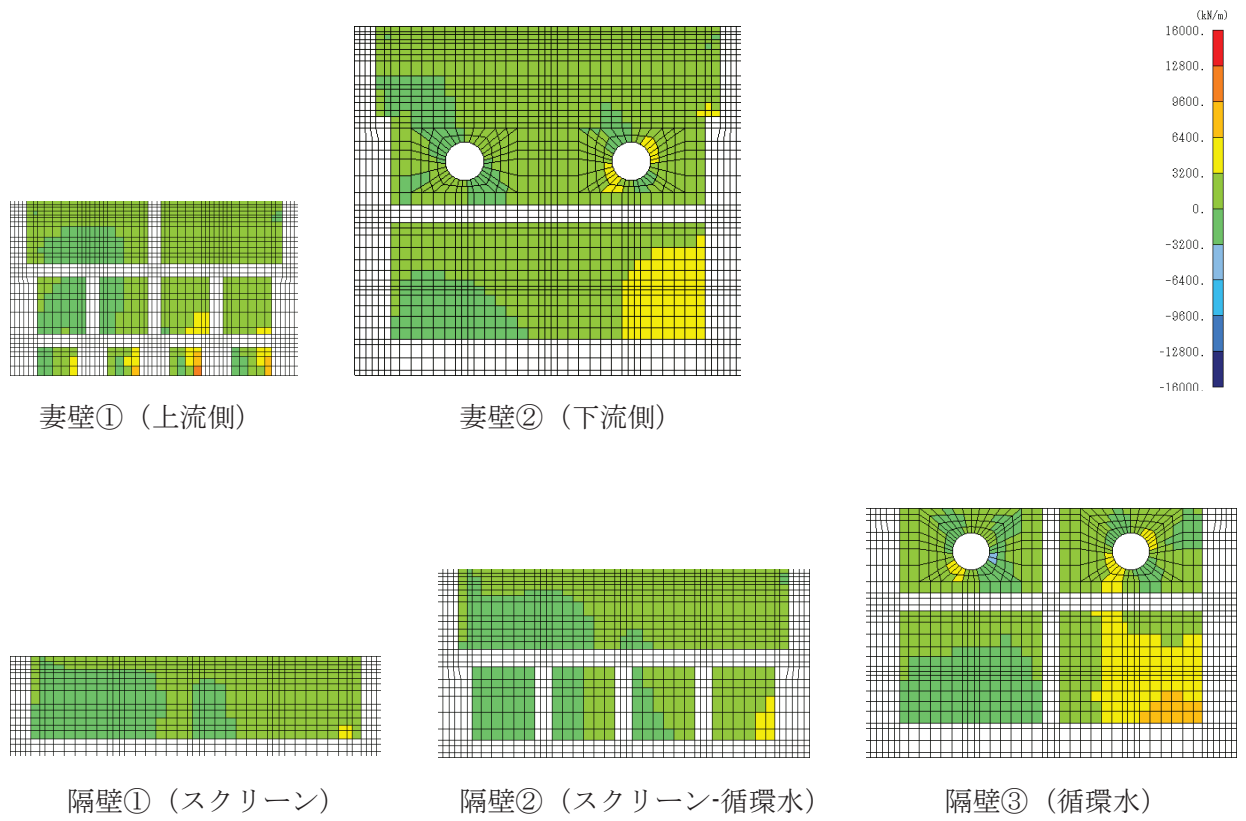


図 4-18 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N_1$ (++)) (2/2)

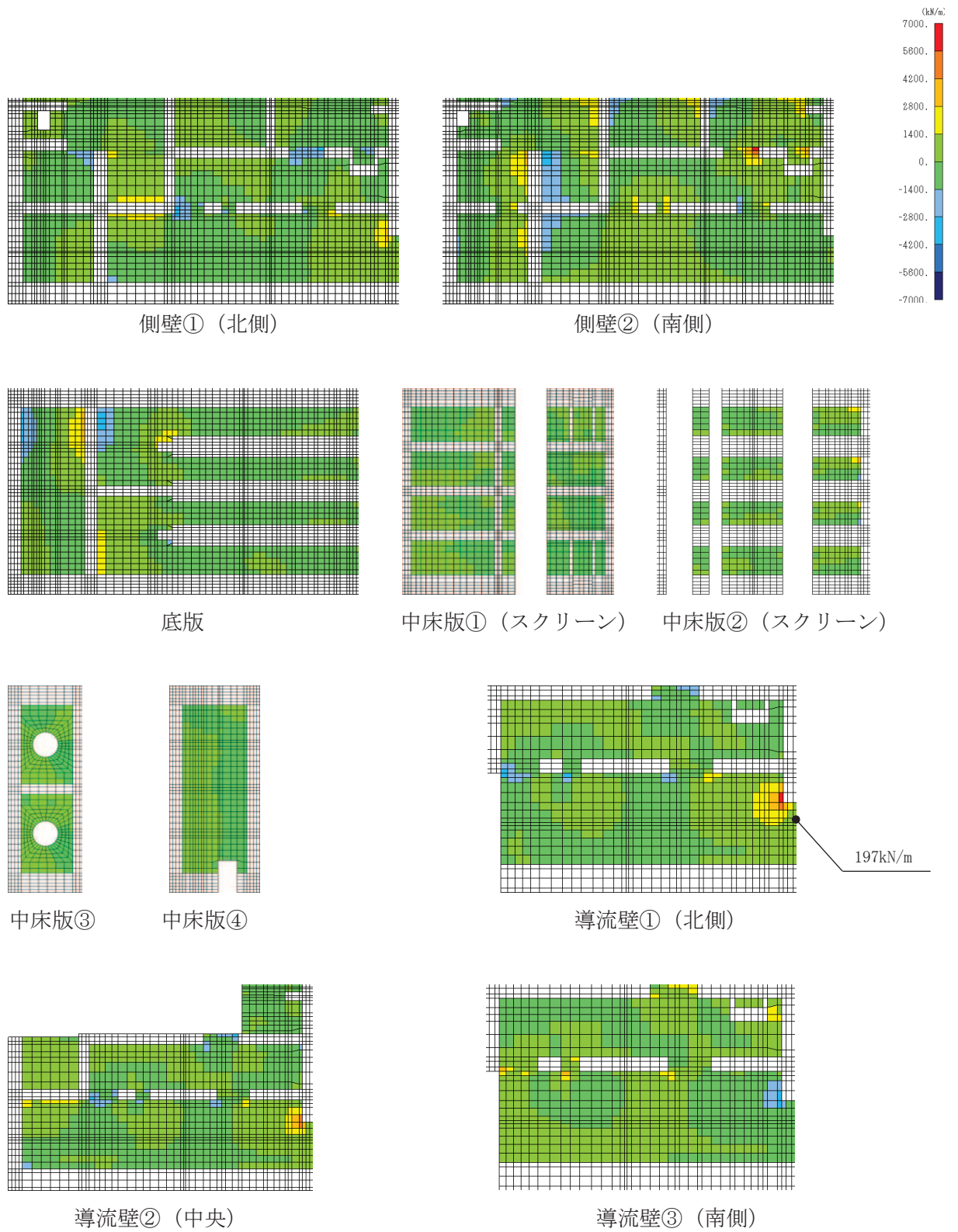


図 4-19 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N1$ (++) (1/2))

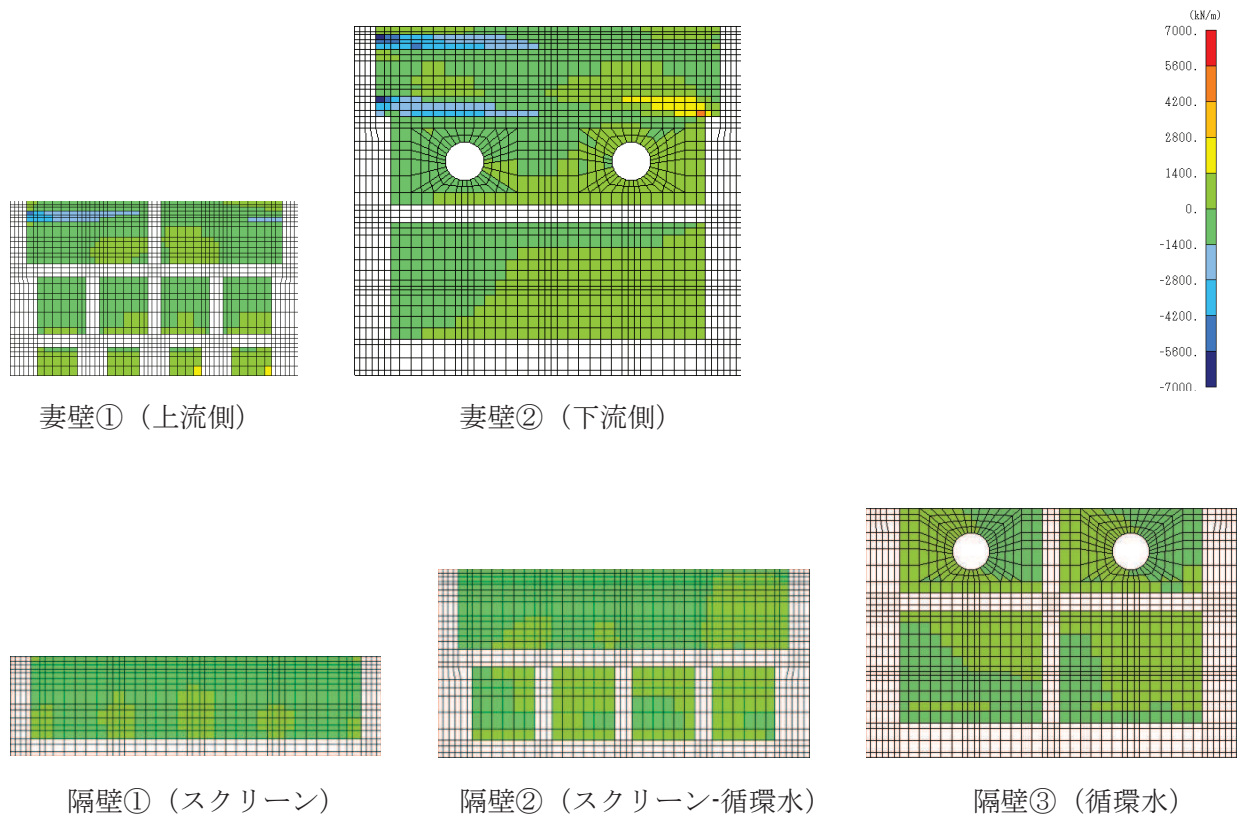


図 4-20 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++)) (2/2)

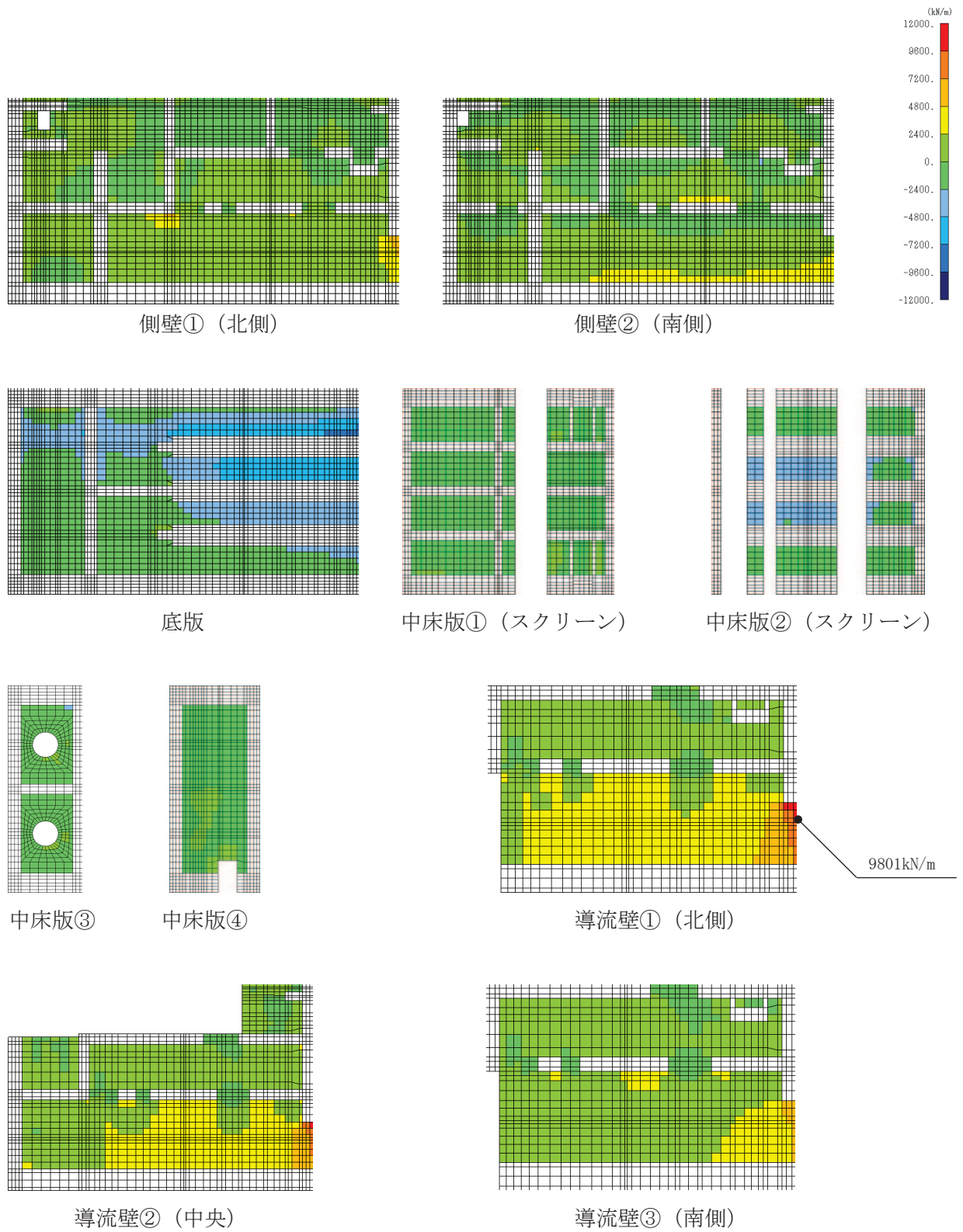


図 4-21 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N1$ (++)) (1/2)

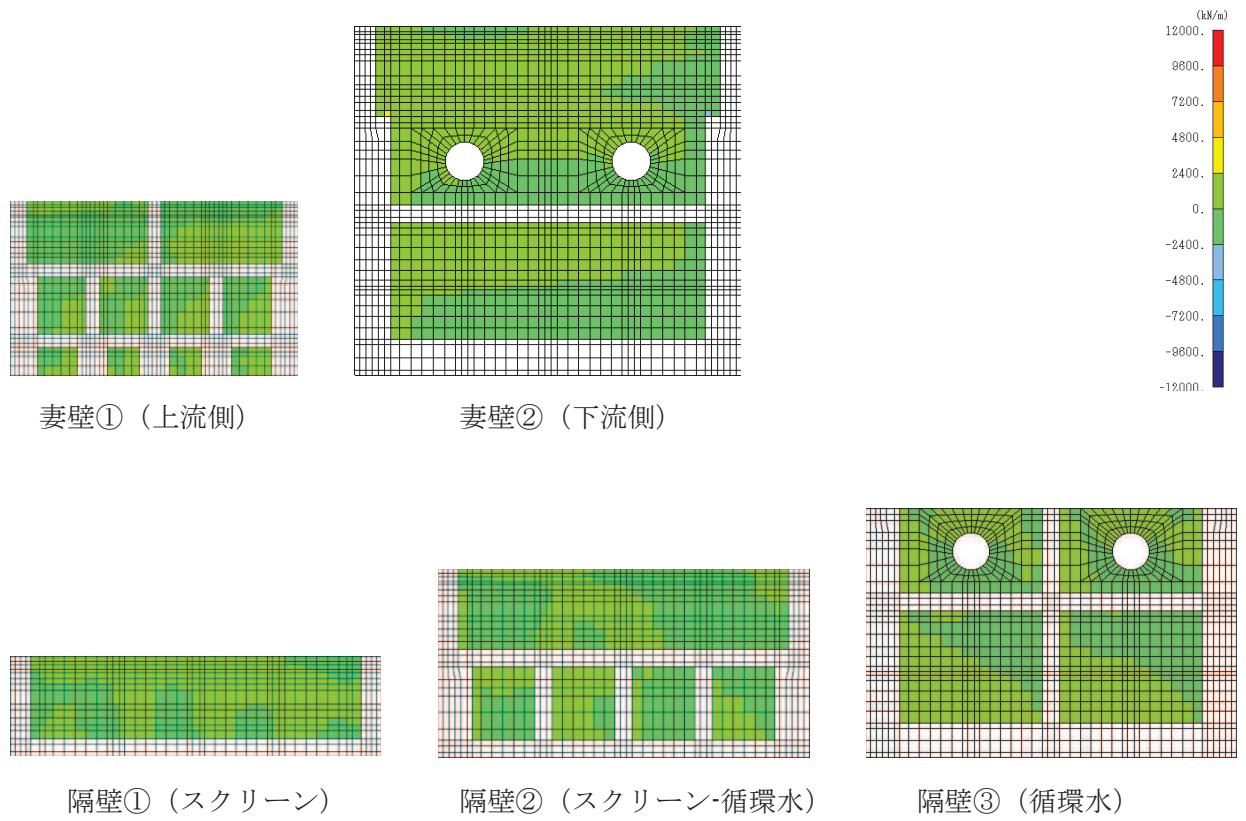


図 4-22 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (導流壁①, 解析ケース④, $S_s - N 1$ (++)) (2/2)

5. 耐震評価結果

5.1 構造部材の健全性に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 5-1 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-2 に、各壁部材の面内せん断に対する照査値を表 5-3 に示す。

第 3 号機海水ポンプ室の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮縁ひずみ）、照査用せん断力及び壁部材の照査用面内せん断ひずみが、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	2	③	S s - N 1 (-+)	639 μ	10000 μ	0.07
中床版	12	②	S s - N 1 (++)	1070 μ	10000 μ	0.11
側壁	43	①	S s - N 1 (-+)	873 μ	10000 μ	0.09
隔壁	113	②	S s - N 1 (++)	725 μ	10000 μ	0.08
導流壁	62	②	S s - N 1 (++)	1298 μ	10000 μ	0.13
妻壁	77	②	S s - N 1 (++)	1697 μ	10000 μ	0.17

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 5-2 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	2	④	S s - N 1 (-+)	7600	10606	0.72
中床版	17	①	S s - N 1 (-+)	850	1087	0.79
側壁	53	①	S s - N 1 (++)	6375	8408	0.76
隔壁	104	②	S s - N 1 (++)	1300	1958	0.67
導流壁	62	④	S s - N 1 (++)	10292	12418	0.83
妻壁	71	②	S s - N 1 (++)	3312	4855	0.69

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a

【側壁・隔壁】

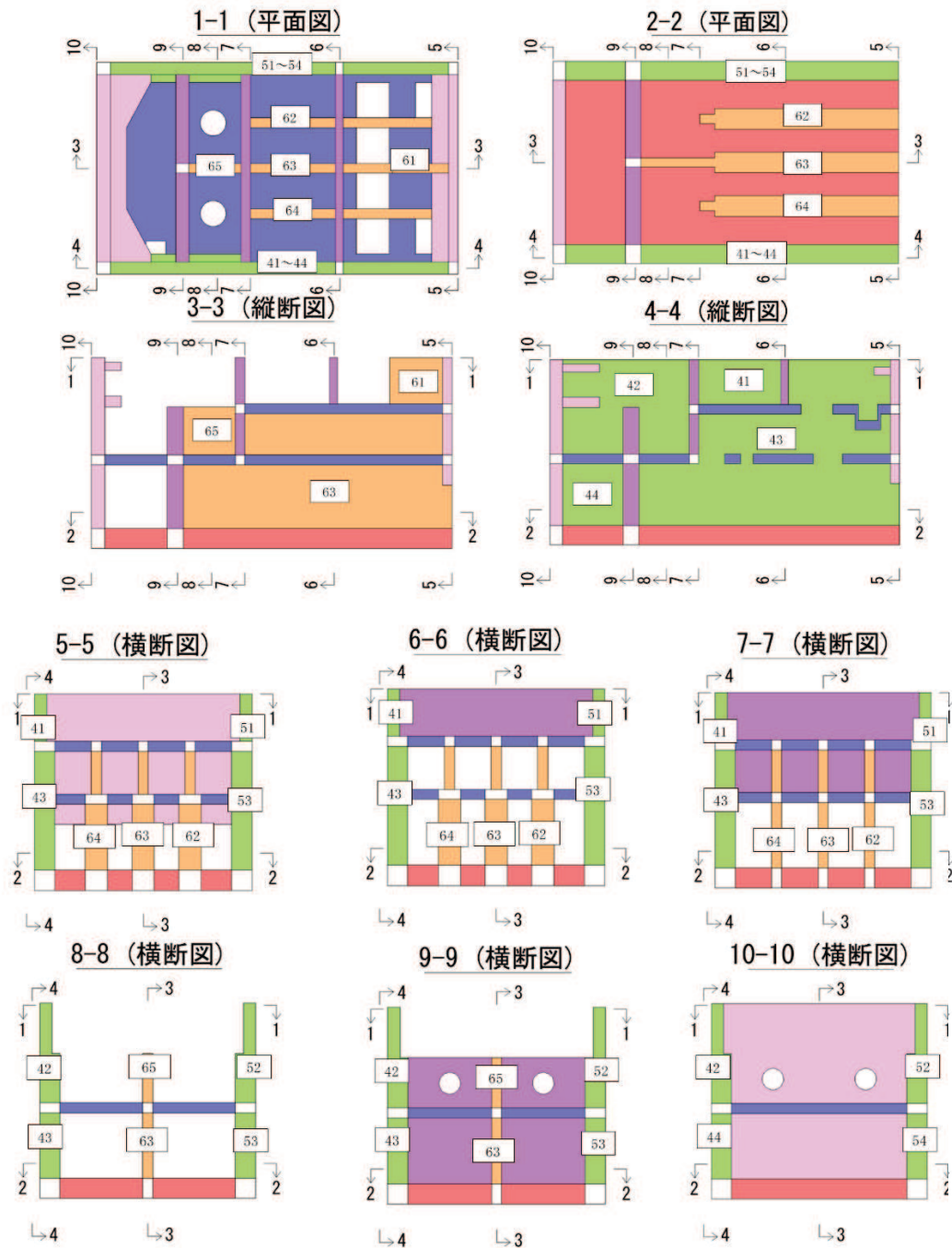


図 5-1 評価位置図（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）（1/3）

【底版・中床版】

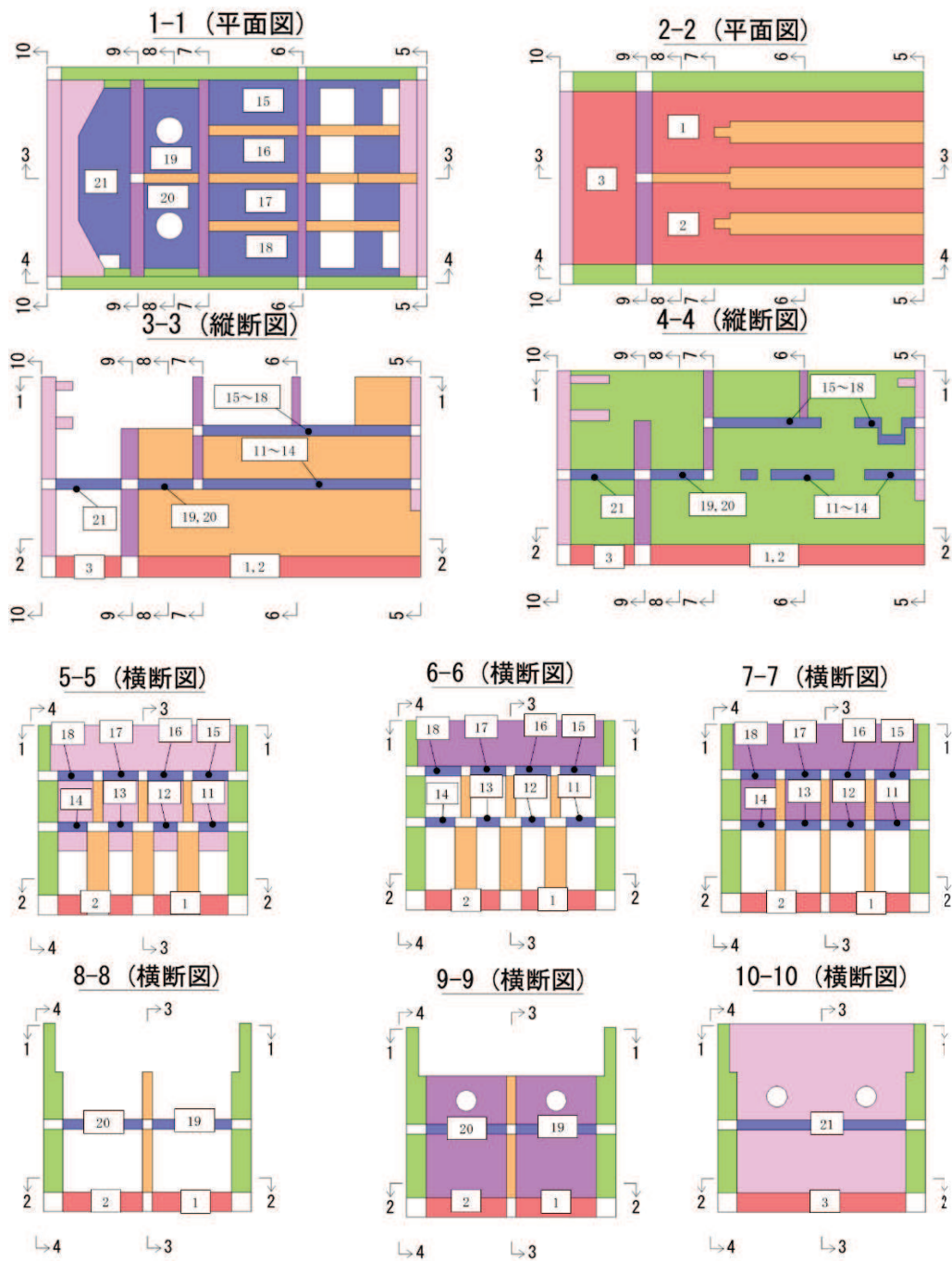


図 5-2 評価位置図（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）(2/3)

【妻壁・隔壁】

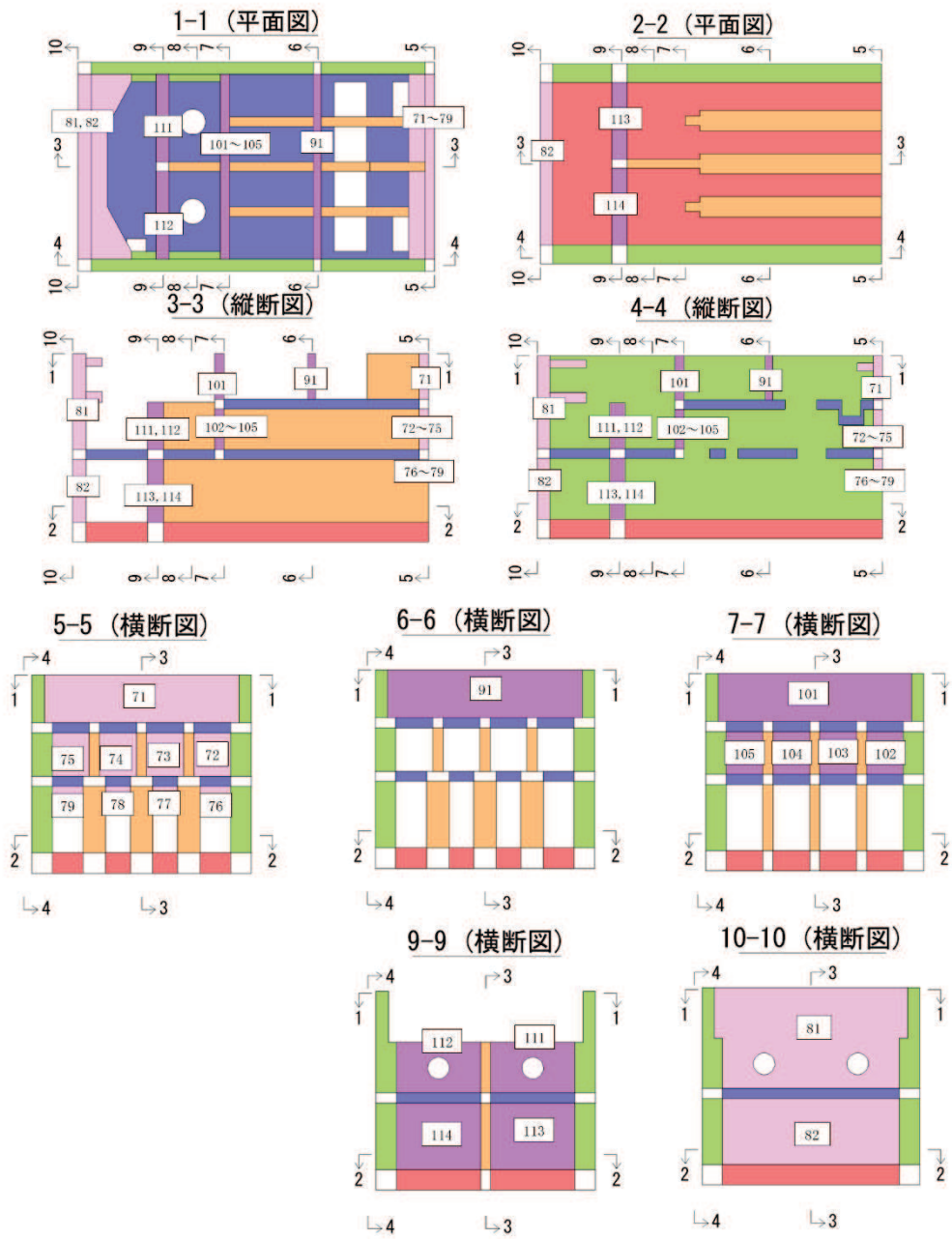


図 5-3 評価位置図（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）（3/3）

表 5-3 壁部材の面内せん断に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 面内せん断ひずみ*2 γ_d	限界 せん断ひずみ γ_R	照査値 γ_d / γ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	110	②	S s - N 1 (++)	514 μ	2000 μ	0.26
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	70	②	S s - N 1 (++)	377 μ	2000 μ	0.19

注記*1：評価位置は図 5-4 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ＝発生する面内せん断ひずみ×構造解析係数 γ_a

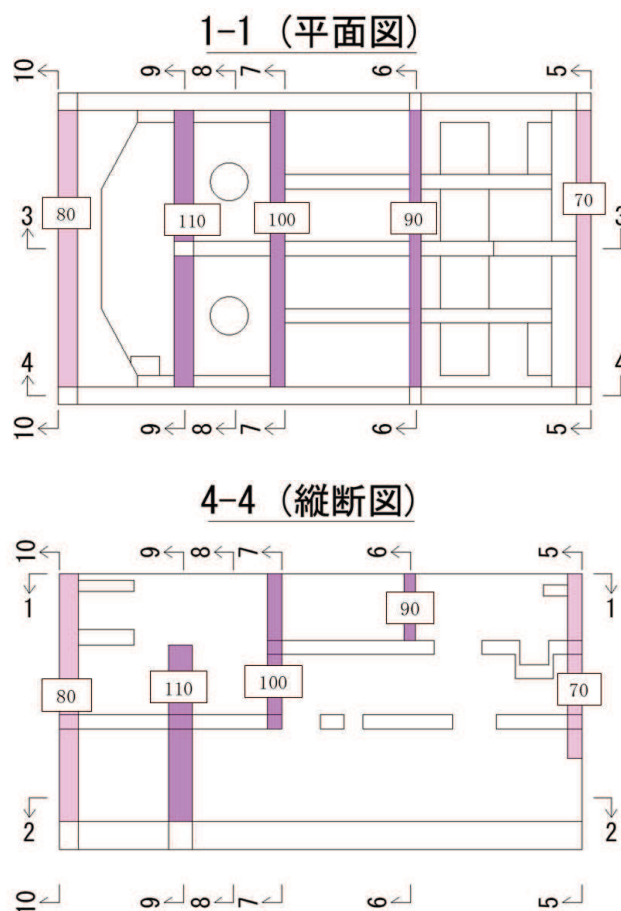


図 5-4 評価位置図 (壁部材の面内せん断)

5.2 各要求機能に対する評価結果

5.2.1 止水機能

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-4 及び表 5-5 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 5-6 に示す。

第 3 号機海水ポンプ室の照査用ひずみ(コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみ)が、止水機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 5-4 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (コンクリートの圧縮ひずみ)

評価位置*1, 2		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*3 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	-	-	-	-	-	-
中床版	20	①	S s - N 1 (-+)	515 μ	2000 μ	0.26
側壁	-	-	-	-	-	-
隔壁	113	②	S s - N 1 (++)	630 μ	2000 μ	0.32
導流壁	-	-	-	-	-	-
妻壁	-	-	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 5-5 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 5-5 曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (主筋ひずみ)

評価位置*1, 2		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*3 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	-	-	-	-	-	-
中床版	20	①	S s - D 2 (++)	622 μ	1725 μ	0.37
側壁	-	-	-	-	-	-
隔壁	113	①	S s - N 1 (-+)	470 μ	1725 μ	0.28
導流壁	-	-	-	-	-	-
妻壁	-	-	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 5-5 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 5-6 せん断破壊に対する照査

評価位置*1, 2		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	-	-	-	-	-	-
中床版	20	①	S s - N 1 (-+)	2634	4420	0.60
側壁	-	-	-	-	-	-
隔壁	104	②	S s - N 1 (++)	1300	1958	0.67
導流壁	-	-	-	-	-	-
妻壁	-	-	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 5-5 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a

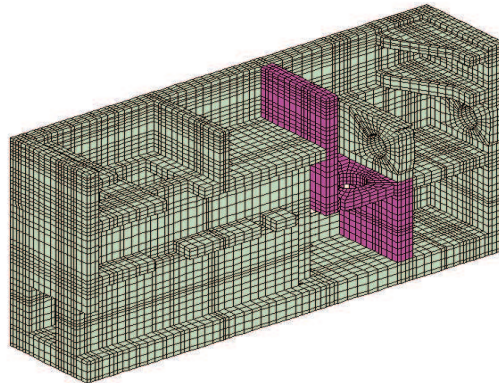
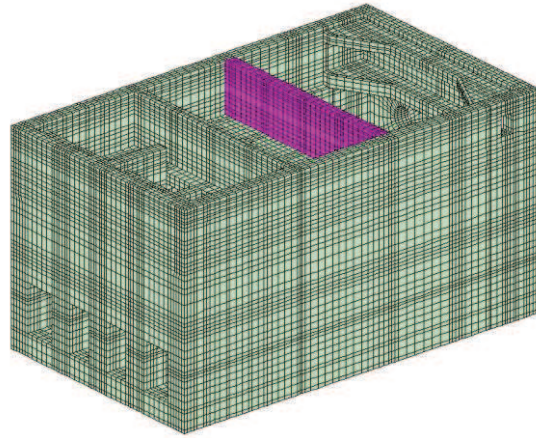


図 5-5 止水機能が要求される部材の範囲

5.3 Sクラスの施設等を支持する機能に対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-7及び表5-8に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表5-9に、各壁部材の面内せん断（面内せん断ひずみ）に対する照査値を表5-10に示す。

第3号機海水ポンプ室の照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ及び主鉄筋ひずみ）、照査用せん断力が、Sクラスの施設等を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表5-7 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置 ^{*1, 2}		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ ^{*3} ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	105	①	S s - N 1 (- +)	576 μ	2000 μ	0.29
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図5-1～図5-3に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図5-6に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表5-8 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主筋ひずみ）

評価位置 ^{*1, 2}		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ ^{*3} ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	103	②	S s - N 1 (++)	449 μ	1725 μ	0.27
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図5-1～図5-3に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図5-6に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 5-9 せん断破壊に対する照査

評価位置*1, 2		解析 ケース	地震動	照査用 せん断耐力*3 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d/V_{y d}$
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	104	②	S s - N 1 (++)	1300	1958	0.67
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 5-1～図 5-3 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 5-6 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a

表 5-10 壁部材の面内せん断に対する照査

評価位置*1, 2		解析 ケース	地震動	照査用 面内せん断ひずみ*3 γ_d	限界 せん断ひずみ γ_R	照査値 γ_d/γ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—
隔壁	100	②	S s - N 1 (++)	315 μ	2000 μ	0.16
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 5-4 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 5-6 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ＝発生する面内せん断ひずみ×構造解析係数 γ_a

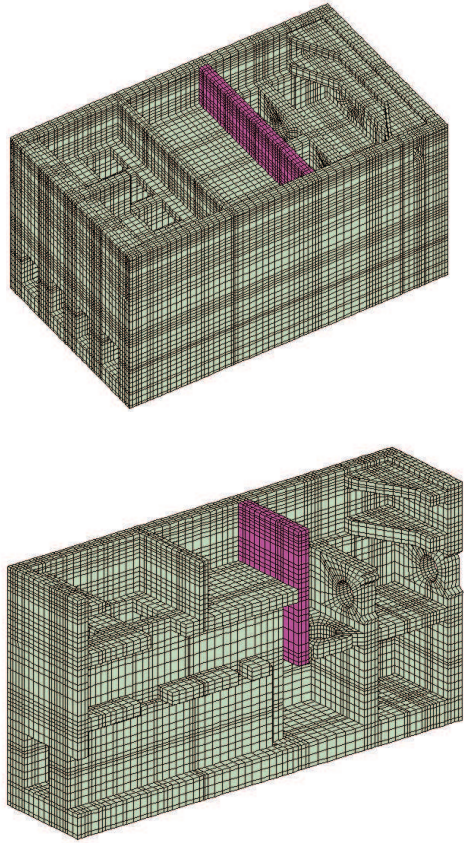


図 5-6 支持機能が要求される部材の範囲

5.4 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

5.4.1 基礎地盤（牧の浜部層）

基礎地盤の支持性能に対する照査結果を表 5-11 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-7 に、照査位置図を図 5-8 に示す。

第 3 号機海水ポンプ室の基礎地盤に発生する最大接地圧が、極限支持力を下回ることを確認した。

表 5-11 基礎地盤の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d/R_u
④	S s - N 1 (++)	6.8	11.4	0.60

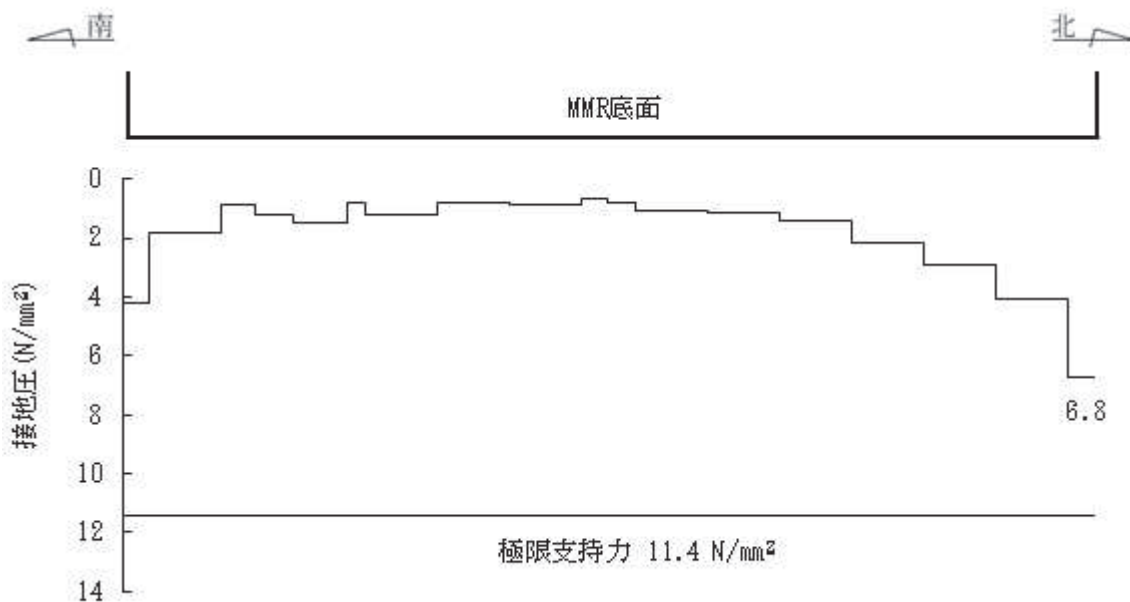


図 5-7 基礎地盤の最大接地圧分布図

(解析ケース④, S s - N 1 (++) , 循環水ポンプエリア)

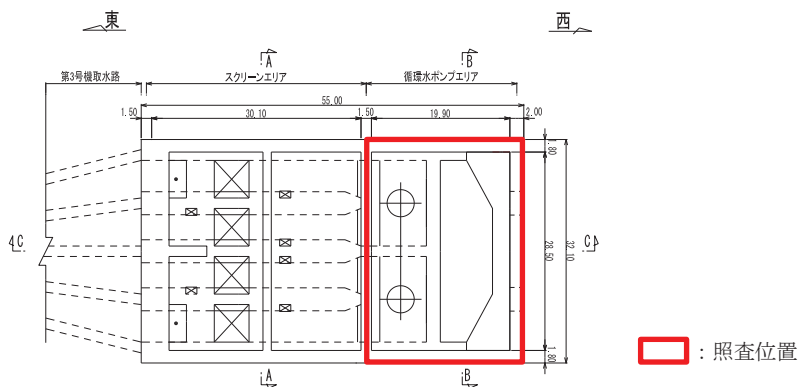


図 5-8 照査位置図

5.4.2 MMR (既設)

MMR (既設) の支持性能に対する照査結果を表 5-12 に示す。また、最大接地圧分布図を図 5-9 に、照査位置図を図 5-10 に示す。

第 3 号機海水ポンプ室の MMR (既設) に発生する最大接地圧が、支圧強度を下回ることを確認した。

表 5-12 MMR (既設) の支持性能照査結果

解析ケース	地震動	最大接地圧 R_d (N/mm ²)	支圧強度 f'_a (N/mm ²)	照査値 R_d/f'_a
③	S _s -N1 (++)	5.5	15.6	0.36

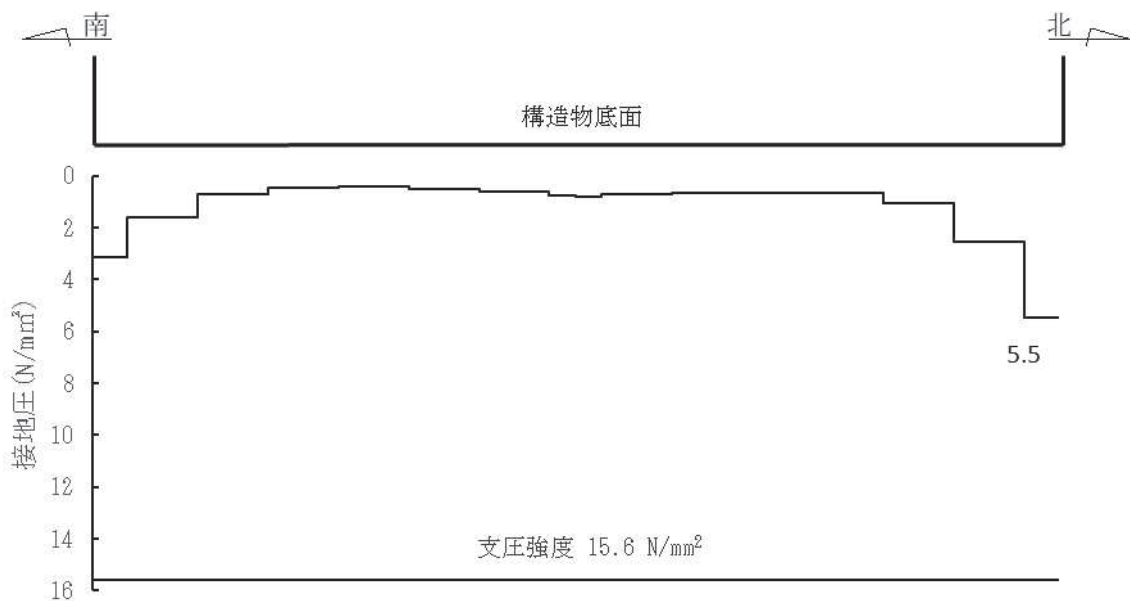


図 5-9 MMR (既設) の最大接地圧分布図
(解析ケース③, S_s-N1 (++) , 循環水ポンプエリア)

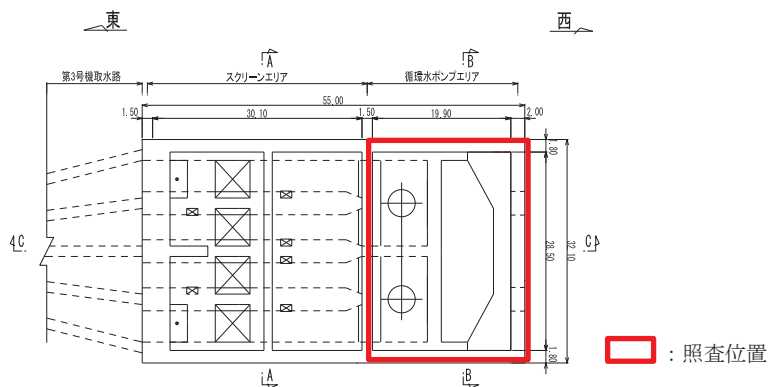


図 5-10 照査位置図

VI-2-2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクトの耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-2-12-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）の耐震性についての計算書
- VI-2-2-12-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震性についての計算書

VI-2-2-12-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の
耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造概要	3
2.3	評価方針	9
2.4	適用基準	13
3.	地震応答解析	14
3.1	地震時荷重算出断面	14
3.2	解析方法	16
3.2.1	構造部材	16
3.2.2	地盤物性及び材料物性のばらつき	16
3.2.3	減衰定数	17
3.2.4	地震応答解析の解析ケースの選定	18
3.3	荷重及び荷重の組合せ	19
3.3.1	耐震評価上考慮する状態	19
3.3.2	荷重	19
3.3.3	荷重の組合せ	20
3.4	入力地震動	21
3.5	解析モデル及び諸元	50
3.5.1	解析モデル	50
3.5.2	使用材料及び材料の物性値	52
3.5.3	地盤の物性値	52
3.5.4	地下水位	53
3.6	地震応答解析結果	54
4.	二次元構造解析	56
4.1	評価対象部材	56
4.2	解析方法	58
4.3	解析モデルの諸元	58
4.3.1	解析モデル	58
4.3.2	使用材料及び材料の物性値	59
4.4	入力荷重	60
4.5	二次元構造解析結果	61
4.5.1	断面①の解析結果	61
4.5.2	断面②の解析結果	64
4.5.3	断面③の解析結果	66
4.5.4	断面④の解析結果	68

4.5.5	断面⑤の解析結果	70
5.	耐震評価	72
5.1	構造部材の健全性に対する許容限界.....	72
5.1.1	鉄筋コンクリート部材の健全性に対する許容限界.....	72
5.1.2	鋼材の健全性に対する許容限界.....	74
5.1.3	基礎地盤の支持性能に対する許容限界.....	75
5.2	評価方法	75
6.	耐震評価結果	76
6.1	構造部材の健全性に対する評価結果.....	76
6.1.1	断面①の評価結果	76
6.1.2	断面②～⑤の評価結果.....	77
6.2	止水機能に対する評価結果	81
6.3	Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果	82
6.3.1	断面①の評価結果	82
6.3.2	断面②～⑤の評価結果.....	83
6.4	基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	85

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）が基準地震動 S_s に対して十分な構造強度及び支持機能を有していることを確認するものである。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析により算定した荷重を二次元構造解析モデルに作用させて、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の位置を図2-1に示す。

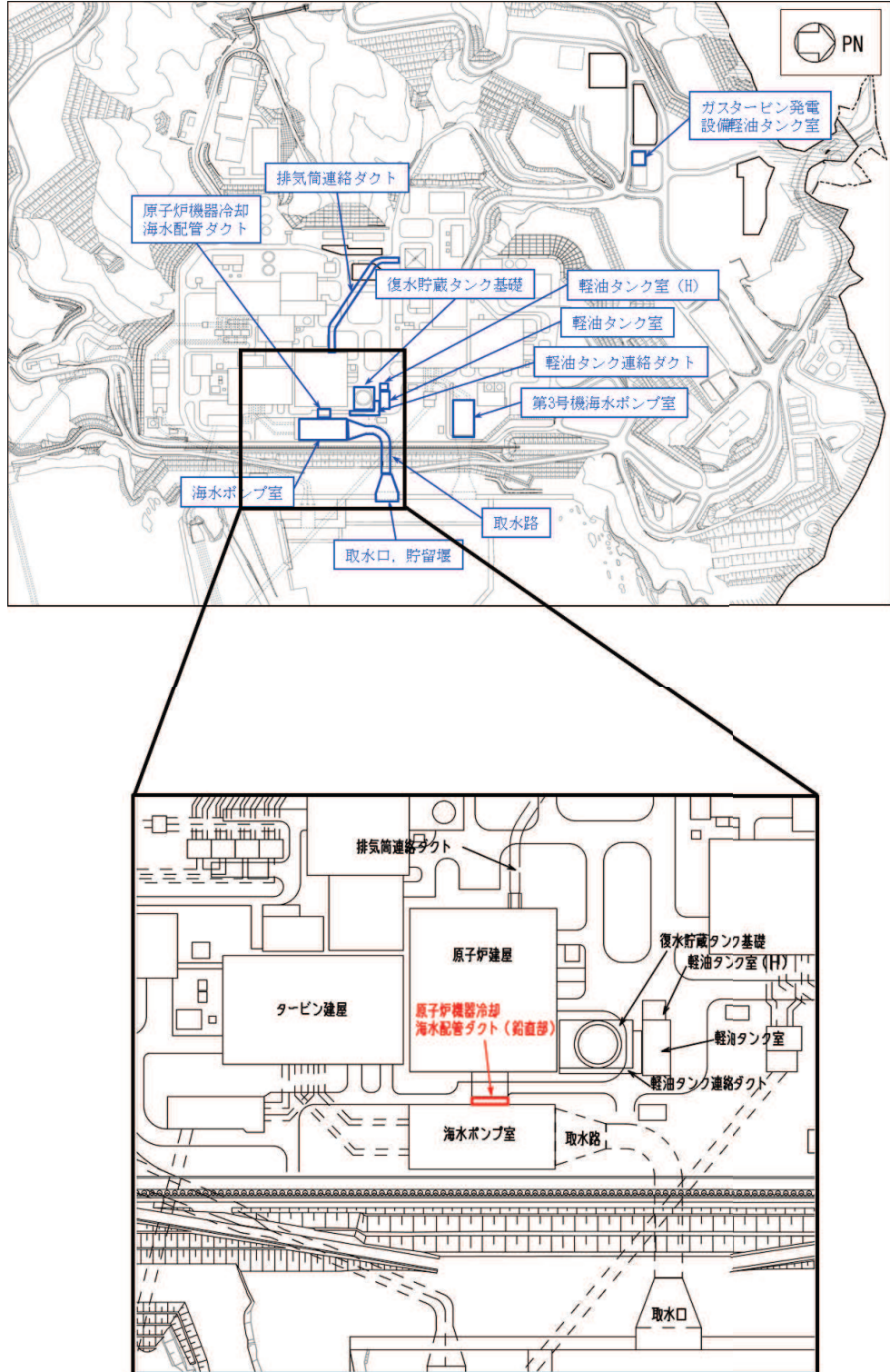


図2-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の位置図

2.2 構造概要

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の平面図を図 2-2 に、正面図を図 2-3 に、縦断面図を図 2-4 に、断面図を図 2-5～図 2-9 に、概略配筋図を図 2-10～図 2-14 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、原子炉補機冷却海水系配管、高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管等を側壁及び隔壁で間接支持する支持機能、頂版に浸水防止のための止水機能が要求される。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、海水ポンプ室と原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）を結ぶ、鉄筋コンクリート及び鋼材から構成される地中構造物であり、幅（横断方向）34.55m、延長（鉛直方向）24.00m、高さ 4.70m の九連の構造である。原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）との接合部には耐震ジョイントが設置されており、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）と比較して規模・重量が十分に大きい海水ポンプ室に懸架され一体構造となっている。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、鉛直方向に隔壁の配置が変化し、5 つの内空断面を有する構造物である。

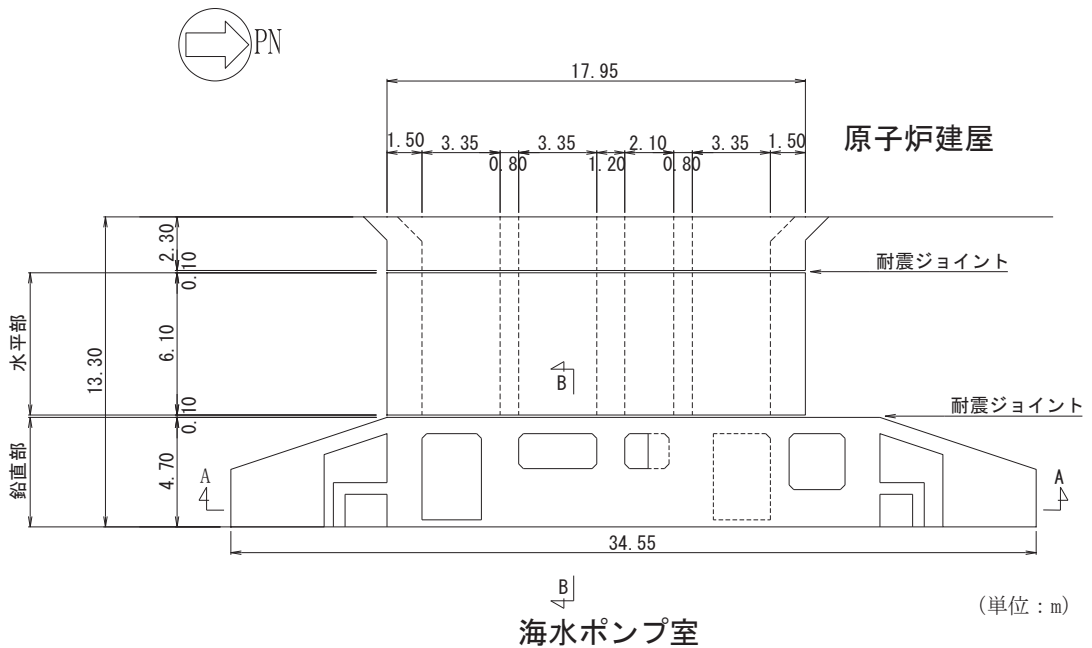
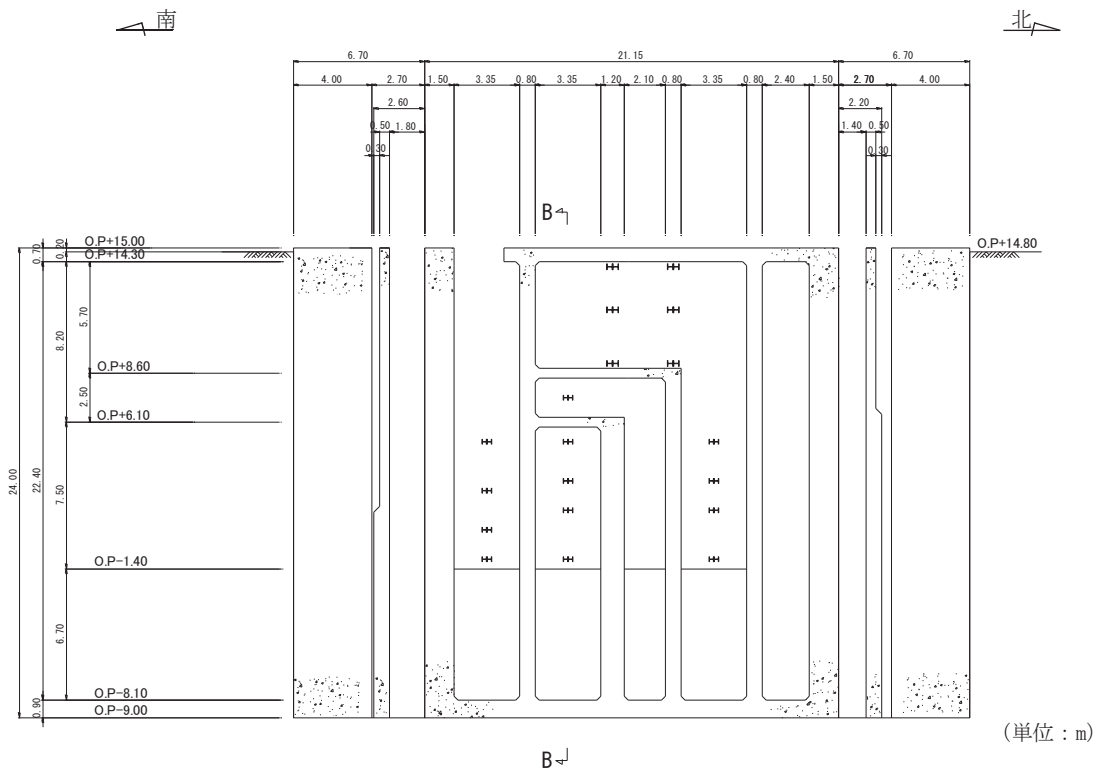


図 2-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）平面図



*注記：図中の **H** は鋼材を示す。

図 2-3 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）正面図（A-A 断面）

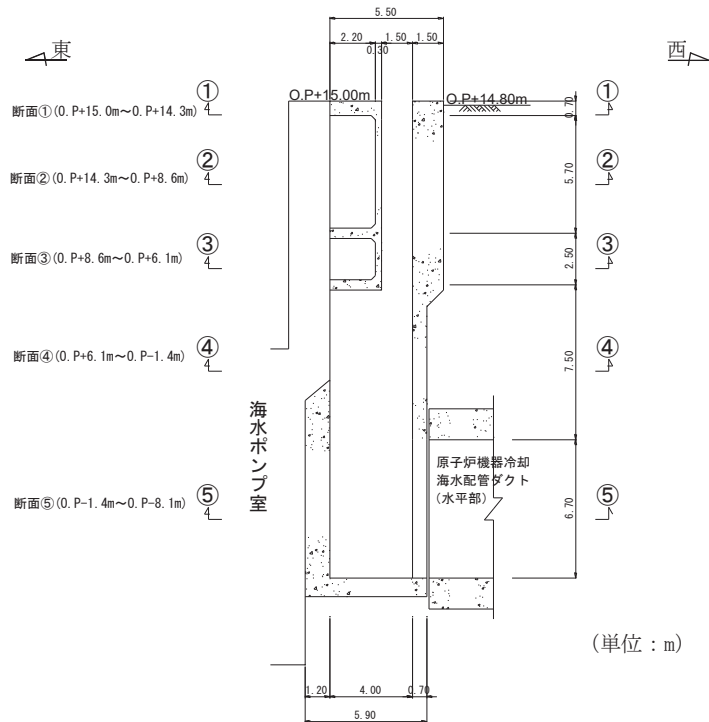


図 2-4 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）縦断面図（B-B 断面）

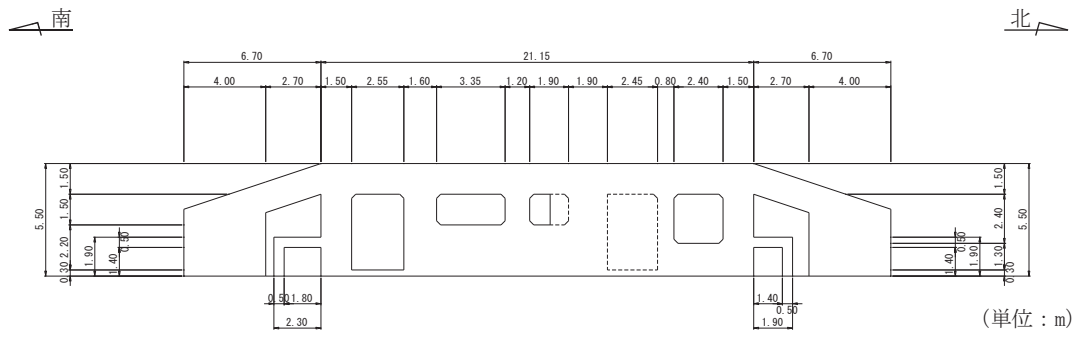


図 2-5 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（断面①）

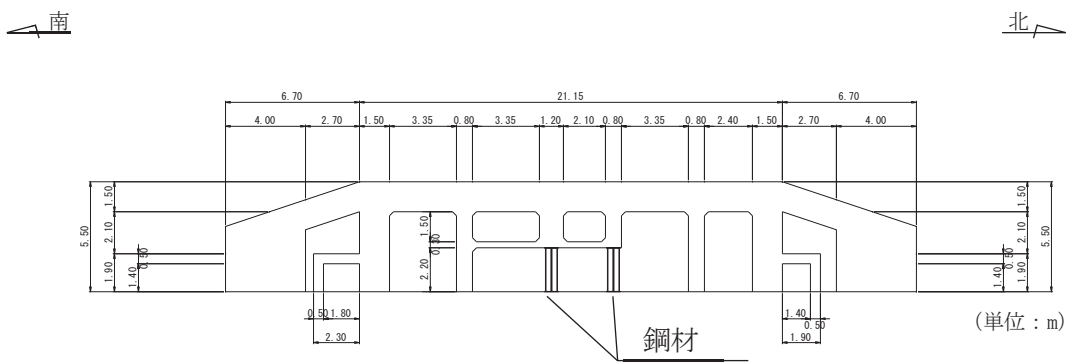


図 2-6 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（断面②）

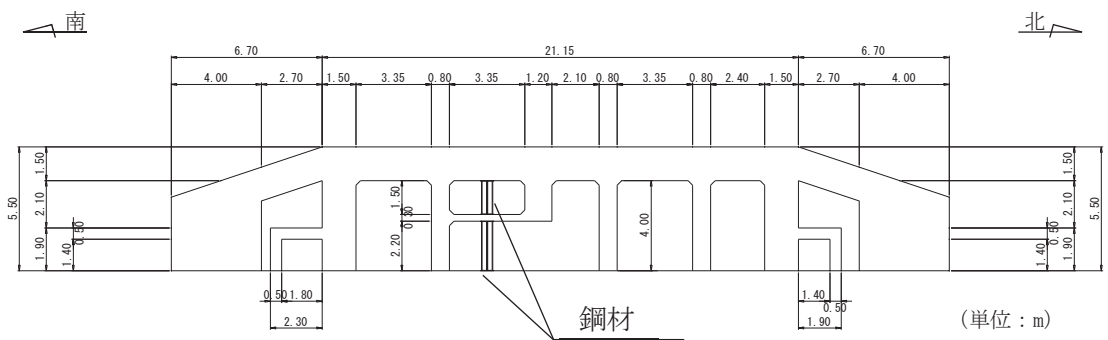


図 2-7 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（断面③）

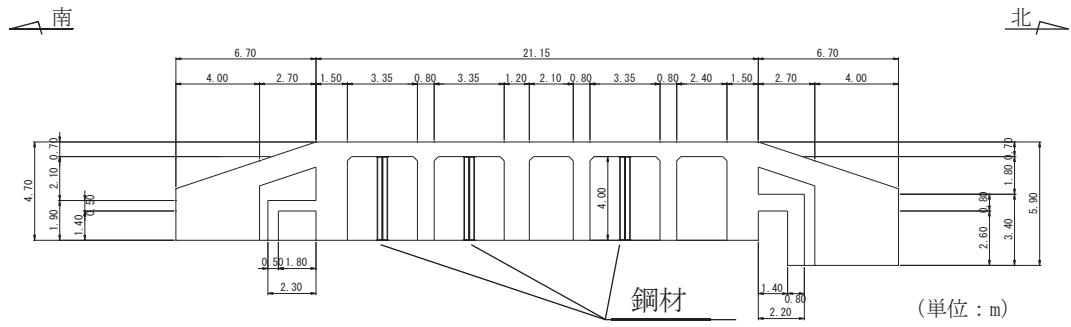


図 2-8 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（断面④）

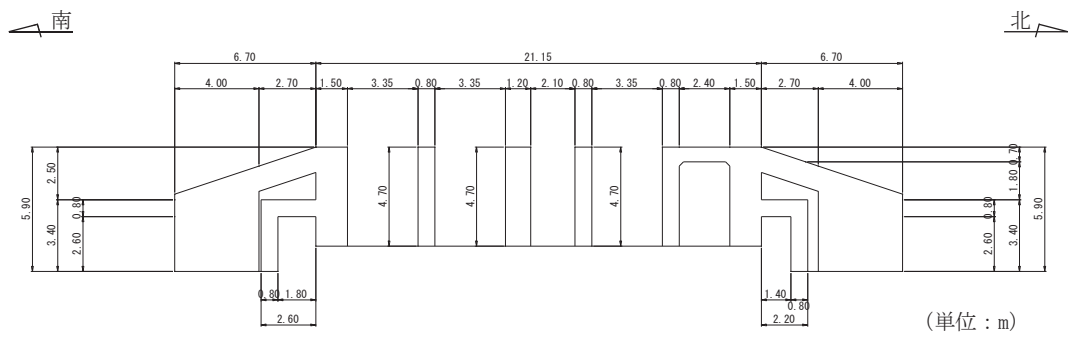


図 2-9 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（断面⑤）

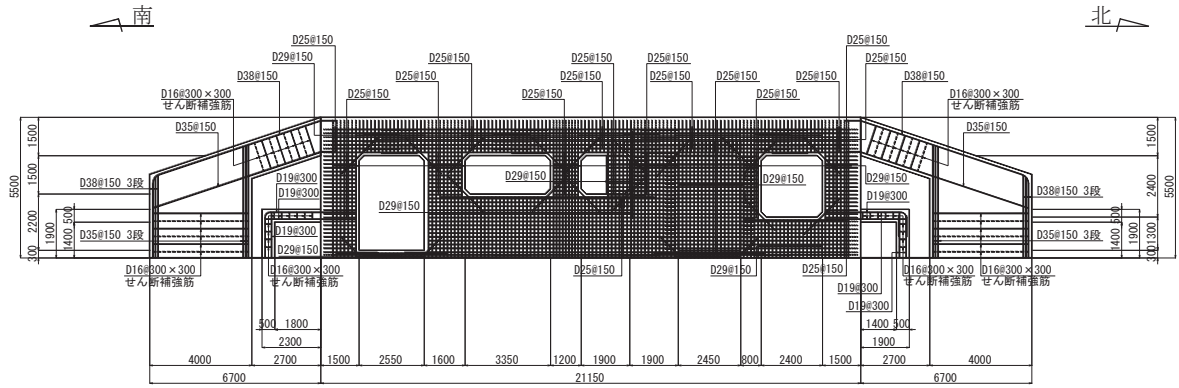


図 2-10 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）概略配筋図（断面①）

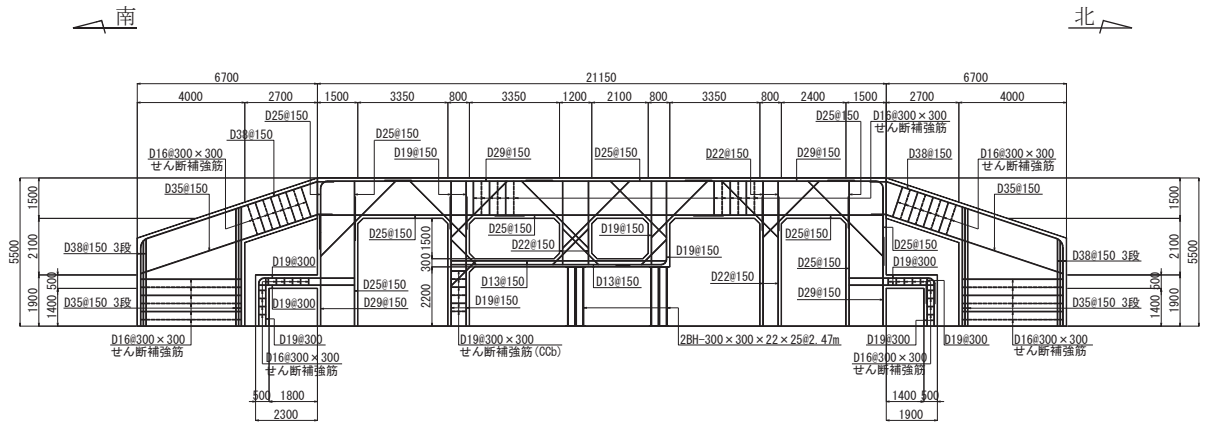


図 2-11 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）概略配筋図（断面②）

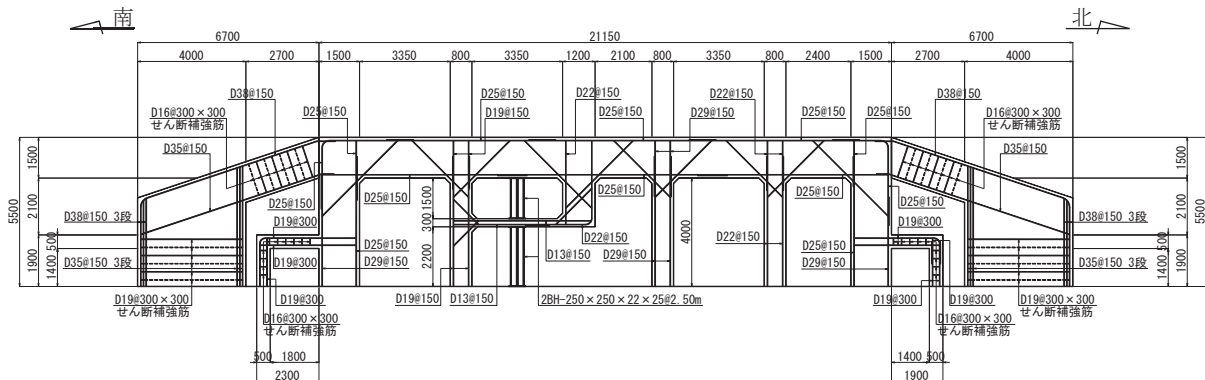


図 2-12 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）概略配筋図（断面③）

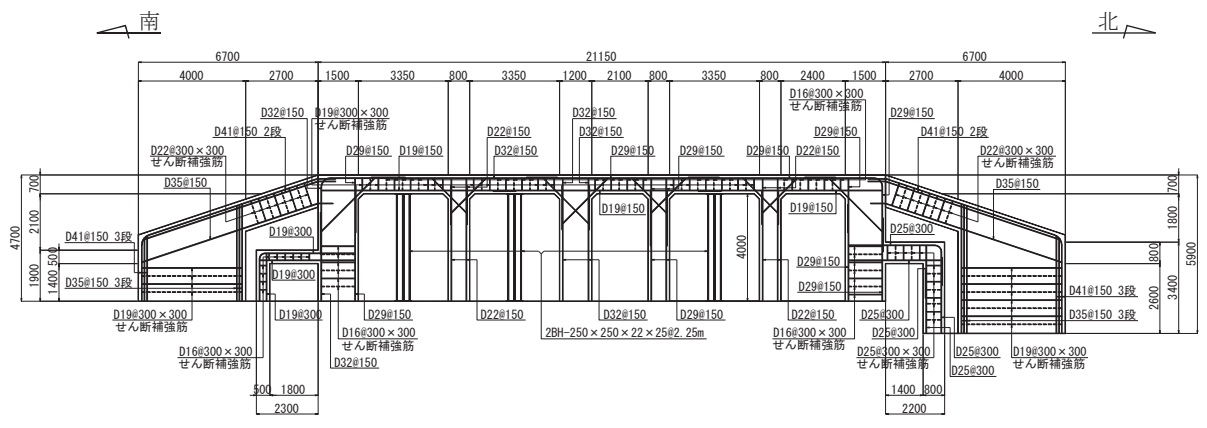


図 2-13 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）概略配筋図（断面④）

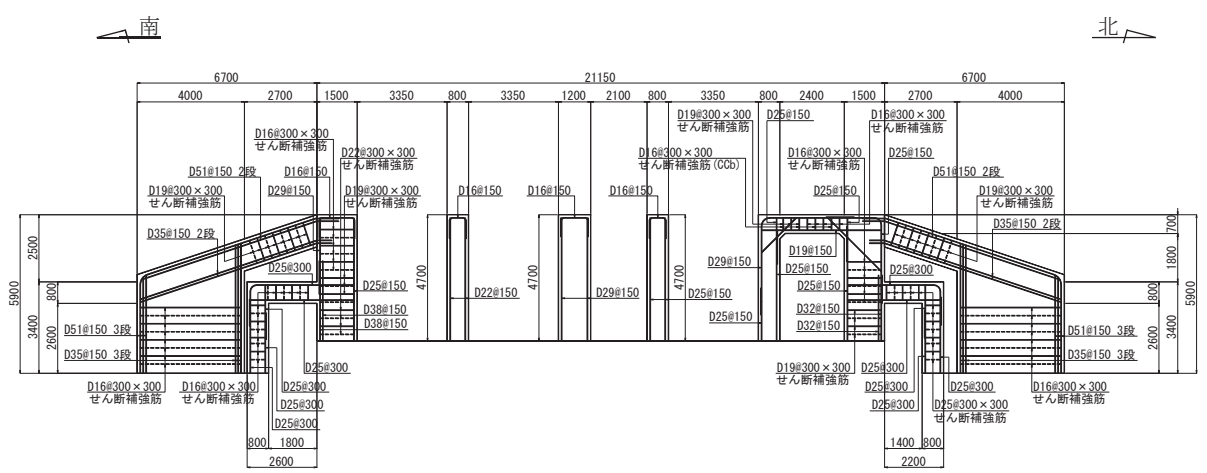


図 2-14 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）概略配筋図（断面⑤）

O 2 ⑤ VI-2-2-12-2 R O

2.3 評価方針

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、設計基準対象施設においては、Sクラス施設の間接支持構造物である屋外重要土木構造物に分類され、重大事故等対処施設においては、常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設に分類される。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震評価フローを図2-15に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震評価は、地震応答解析の結果に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の評価として、表2-1及び表2-2に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことを確認する。

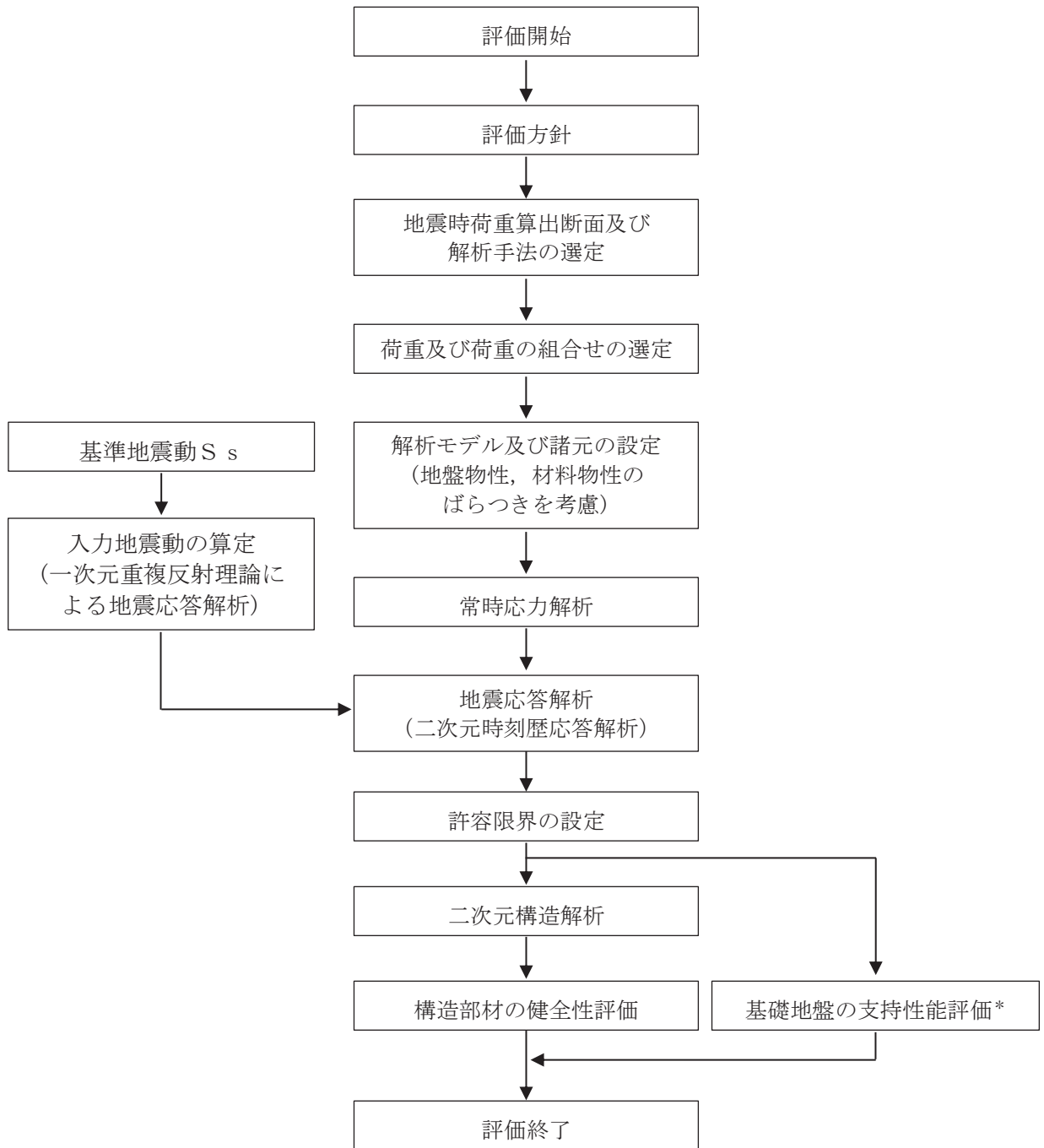
構造部材の健全性評価については、地震応答解析により得られた水平方向及び鉛直方向の荷重を用いた、二次元構造解析により応答値を算定し、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する評価を行い、照査用応答値が許容限界を下回ることを確認する。

面部材と壁部材から構成される断面①の応答値は、面部材を線形シェル要素、壁部材を非線形はり要素とした二次元静的解析により算定し、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対して、構造部材の発生応力度が許容限界を下回ることを確認する。

壁部材のみから構成される断面②～⑤の応答値は、鉄筋コンクリート部材を非線形はり要素、鋼材を線形はり要素とした二次元静的解析により算定する。鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊については、構造部材の照査用ひずみが許容限界を下回ることを、せん断破壊に対しては照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認する。鋼材の曲げ・軸力系の破壊については、発生応力度が許容限界を下回ることを及び座屈に対する安定の確認を行う。なお、鋼材は軸方向からの荷重に抵抗する軸力部材として設置しており、主な荷重が軸力となることから、曲げ・軸力系の破壊に対する評価のみを行う。

基礎地盤の支持性能評価においては、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は海水ポンプ室に懸架され一体構造となっていることから、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づく許容限界を下回ることを、添付書類「VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書」にて確認する。

ここで、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における荷重条件は変わらないため、評価は設計基準対象施設の評価結果に包括されることから、設計基準対象施設の評価結果を用いた重大事故等対処施設の評価を行う。



注記*：添付書類「VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書」にて、基礎地盤の支持性能を確認する。

図 2-15 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震評価フロー

表 2-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の評価項目（断面①）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
				曲げ・軸力	せん断力
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	発生応力度が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	短期許容応力度
				せん断力	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能 ^{*1}	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	岩盤の極限支持力 ^{*2}	
		MMR		MMRの支圧強度 ^{*2}	
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	発生する応力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	短期許容応力度
				せん断力	短期許容応力度

注記*1：原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、海水ポンプ室に懸架され一体構造となっていることから、添付書類「VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書」にて、基礎地盤の支持性能を確認する。

*2：妥当な安全余裕を考慮する。

表 2-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の評価項目（断面②～⑤）

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界	
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	限界ひずみ*2
				せん断力	せん断耐力*2
		鋼材	発生応力度が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	短期許容応力度
				曲げ・軸力	短期許容応力度
	基礎地盤の支持性能*1	基礎地盤	発生する接地圧が許容限界を下回ることを確認	岩盤の極限支持力*2	
		MMR		MMRの支圧強度*2	
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	照査用ひずみ及び照査用せん断力が許容限界を下回ることを確認	曲げ・軸力	限界ひずみ*2
				せん断力	せん断耐力*2

注記*1：原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、海水ポンプ室に懸架され一体構造となっていることから、添付書類「VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書」にて、基礎地盤の支持性能を確認する。

*2：妥当な安全余裕を考慮する。

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）
- 土木学会 2002 年 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]
- 土木学会 2005 年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル
- 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（(社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月）
- 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（(社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月）

3. 地震応答解析

3.1 地震時荷重算出断面

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震時荷重算出断面位置を図3-1に示す。地震時荷重算出断面は、構造的特徴や周辺地質状況を踏まえ、構造物のほぼ中心を通る南北方向（A-A断面）及び東西方向（B-B断面）の両断面とする。なお、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は海水ポンプ室に懸架され一体構造となっていることから、東西方向（B-B断面）の地震時荷重は添付書類「VI-2-2-7 海水ポンプ室の地震応答計算書」の応答とする。

地震時荷重算出用地質断面図を図3-2及び図3-3に示す。

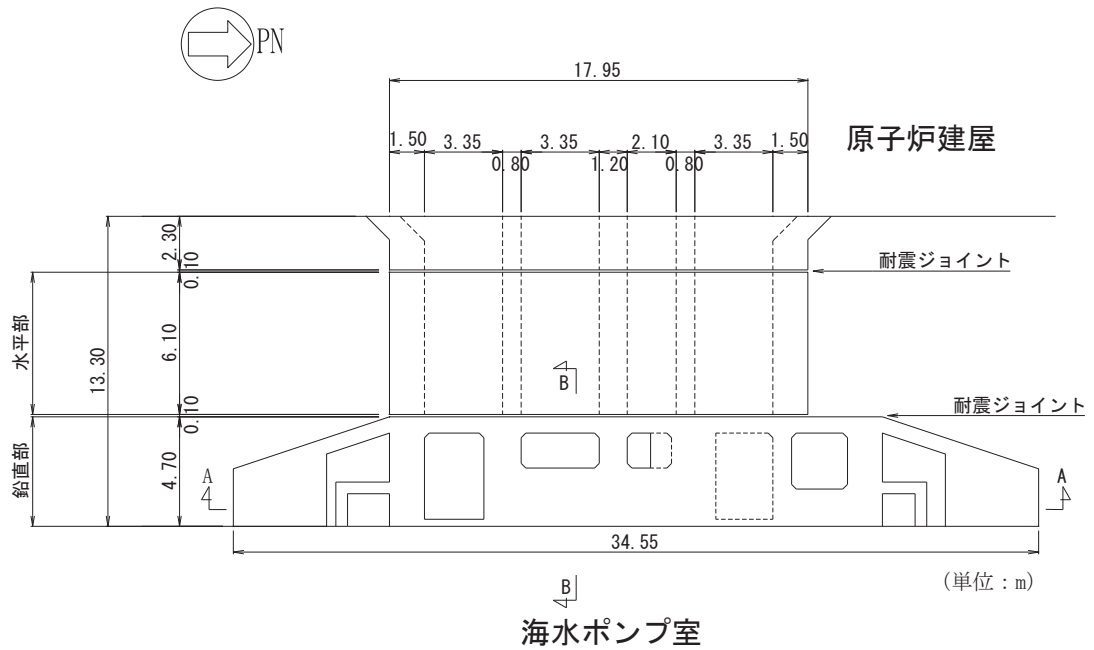


図3-1 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震時荷重算出断面位置図

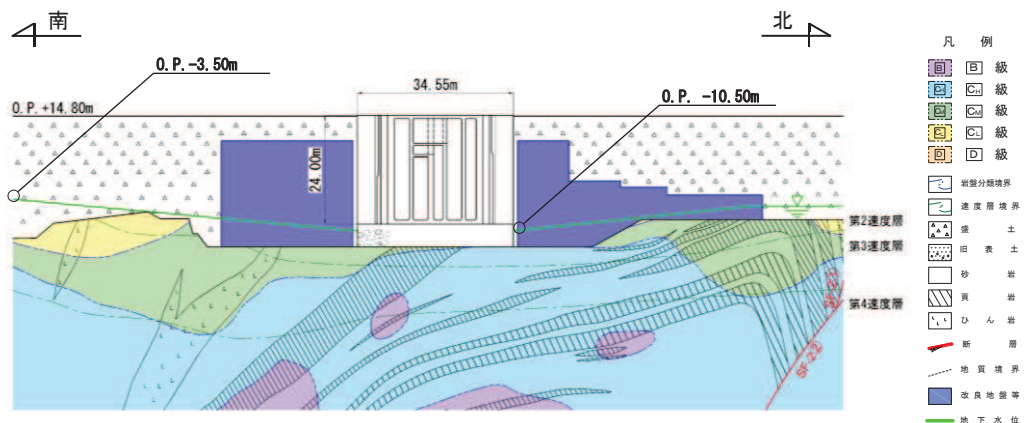


図3-2 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部） 地震時荷重算出用地質断面図（A-A断面）

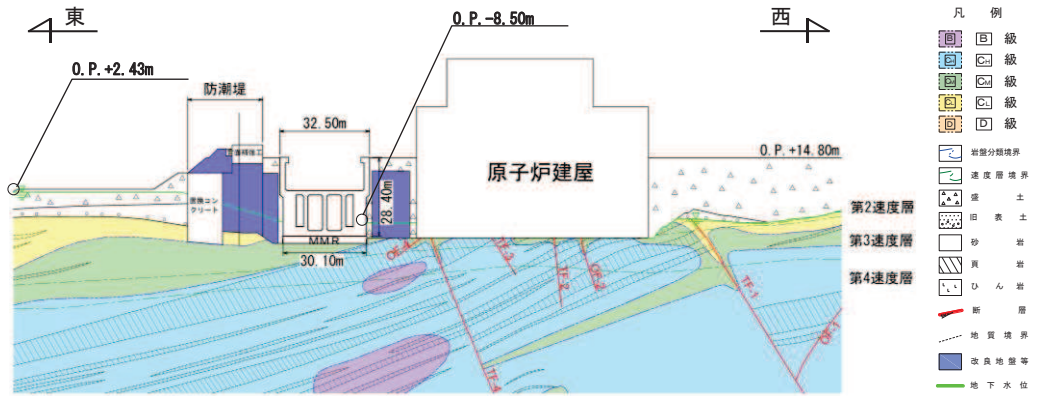


図 3-3 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部） 地震時荷重算出用地質断面図（B-B 断面）

3.2 解析方法

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて設定する。

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析（全応力解析）により行う。

構造部材のうち南北方向断面については、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）が規模及び重量共に大きい海水ポンプ室に懸架されており、海水ポンプ室と一体となって挙動することから海水ポンプ室の重量及び剛性となる平面応力要素を用いることとし、東西方向断面については添付書類「VI-2-2-7 海水ポンプ室の地震応答計算書」に示す補機ポンプエリアの断面のモデルとする。また、地盤については、地盤のひずみ依存性を適切に考慮できるようにモデル化する。

地震応答解析については、解析コード「Soil Plus Ver. 2015 Build3」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.1 構造部材

構造部材は、線形はり要素及び平面応力要素でモデル化する。

3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき

地盤物性及び材料物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3-1 に示す解析ケースを設定する。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、両脇が地盤改良されており、主たる荷重は改良地盤等の土圧となることから、盛土、旧表土及び改良地盤の初期せん断弾性係数のばらつきを考慮する。

初期せん断弾性係数の標準偏差 σ を用いて設定した解析ケース②及び③を実施することにより地盤物性のばらつきの影響を網羅的に考慮する。

また、材料物性のばらつきとして構造物の実強度に基づいて設定した解析ケース④を実施することにより、材料物性のばらつきの影響を考慮する。

詳細な解析ケースの考え方は、「3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定」に示す。

表 3-1 解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		盛土, 旧表土 D級岩盤, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C _L 級岩盤, C _M 級岩盤, C _H 級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+1 σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 σ	平均値
ケース④	実強度に基づく 圧縮強度*	平均値	平均値

注記*: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.2.3 減衰定数

構造部材の減衰定数は、粘性減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解析にて求められる固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰を解析モデル全体に与える。固有値解析結果に基づき設定した α 、 β を表 3-2 に示す。

$$[c] = \alpha [m] + \beta [k]$$

[c] : 減衰係数マトリックス

[m] : 質量マトリックス

[k] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

表 3-2 Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

地震時荷重算出断面	α	β
A-A 断面	5.416×10^{-1}	5.540×10^{-4}
B-B 断面	5.519×10^{-1}	5.440×10^{-4}

3.2.4 地震応答解析の解析ケースの選定

耐震評価においては、すべての基準地震動 S_s に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。解析ケース①において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が 0.5 以上となる照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いて、表 3-1 に示す解析ケース②～④を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 耐震評価における解析ケース

解析ケース		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	材料物性（コンクリート）に実強度を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ	平均値
材料物性		設計基準強度	設計基準強度	設計基準強度	実強度に基づく圧縮強度*2
地震動（位相）	$S_s - D 1$	++*1	○	基準地震動 S_s (7 波) に水平動の位相反転を考慮した地震動 (7 波) を加えた全 14 波により照査を行ったケース①（基本ケース）の結果から、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が 0.5 以上となる照査項目に対して、最も厳しい（許容限界に対する裕度が最も小さい）地震動を用いてケース②～④を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～④を実施する。	
		-+*1	○		
	$S_s - D 2$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - D 3$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 1$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 2$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - F 3$	++*1	○		
		-+*1	○		
	$S_s - N 1$	++*1	○		
		-+*1	○		

注記*1：耐震評価にあたっては、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会 原子力土木委員会，2005 年 6 月）（以下「土木学会マニュアル」という。）に従い、水平方向の位相反転を考慮する。地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

*2：既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

3.3.1 耐震評価上考慮する状態

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

(1) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態。ただし、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

(2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

(3) 設計用自然条件

積雪を考慮する。埋設構造物であるため風の影響は考慮しない。

(4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の影響を受けないことから考慮しない。

3.3.2 荷重

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として、積雪荷重 P_s を含めて地表面に 4.9kN/m^2 を考慮する。

(3) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重として、発電所の最寄りの気象官署である石巻特別地域気象観測所で観測された月最深積雪の最大値である 43cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した値を設定する。また、建築基準法施行令第86条第2項により、積雪量 1cm ごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮する。

(4) 地震荷重（ S_s ）

基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-4 に示す。

表 3-4 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	$G + P + S_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (積雪荷重 P_s を含めて 4.9kN/m^2 を地表面に考慮)

S_s : 地震荷重 (基準地震動 S_s)

3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元重複反射理論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 3-4 に入力地震動算定の概念図を、図 3-5～図 3-18 に A-A 断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを、図 3-19～図 3-32 に B-B 断面の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「Ark Quake Ver3.10」を使用する。

解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

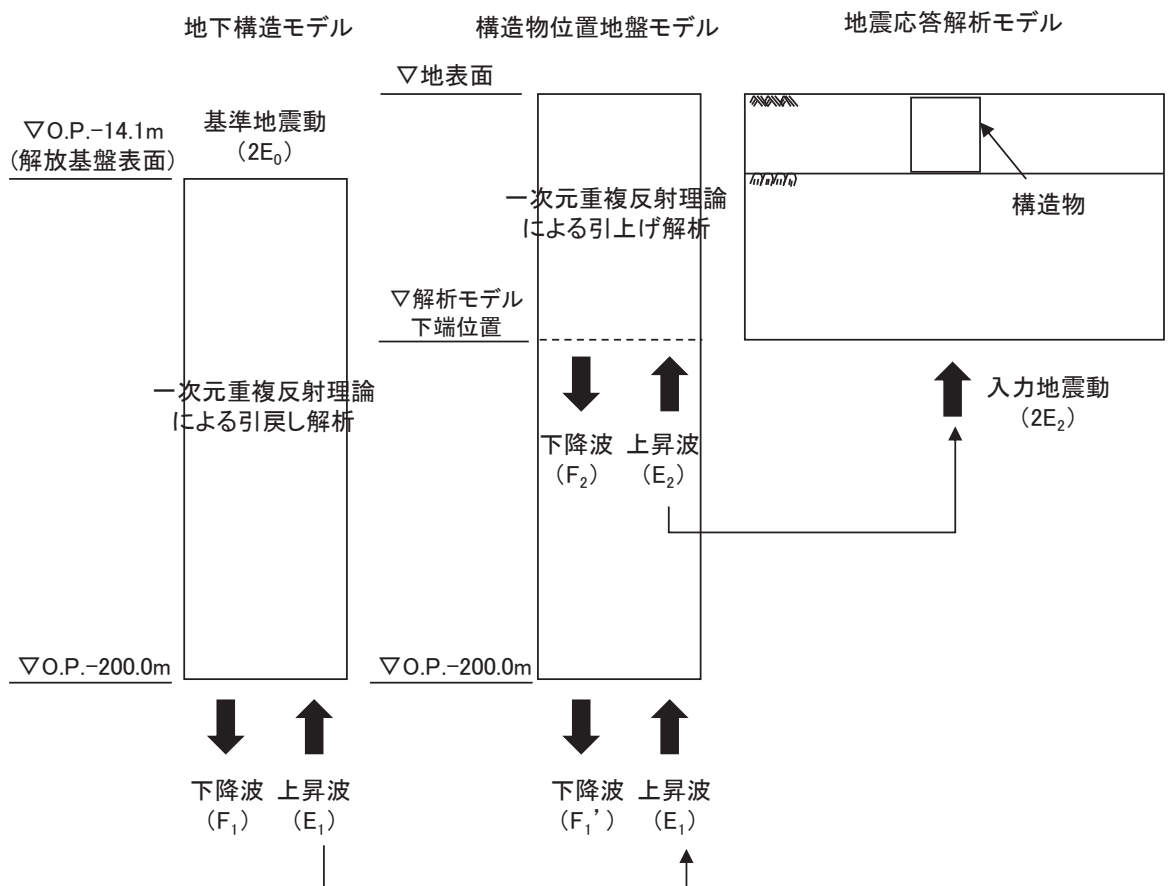
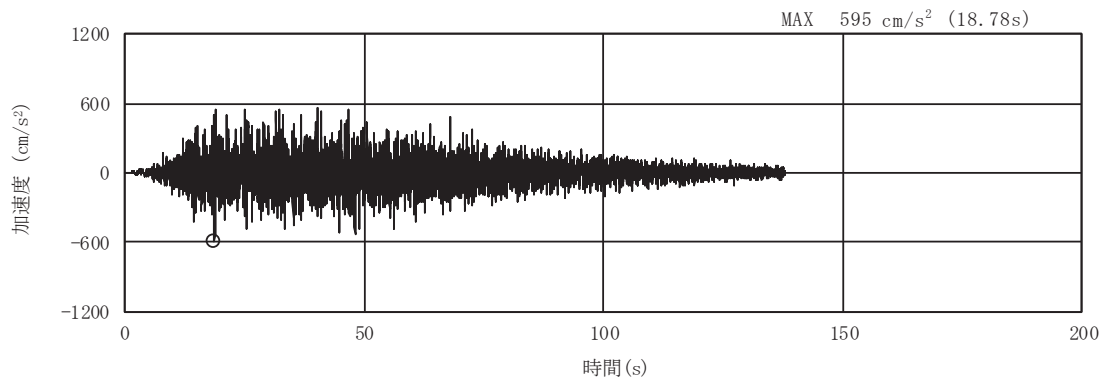
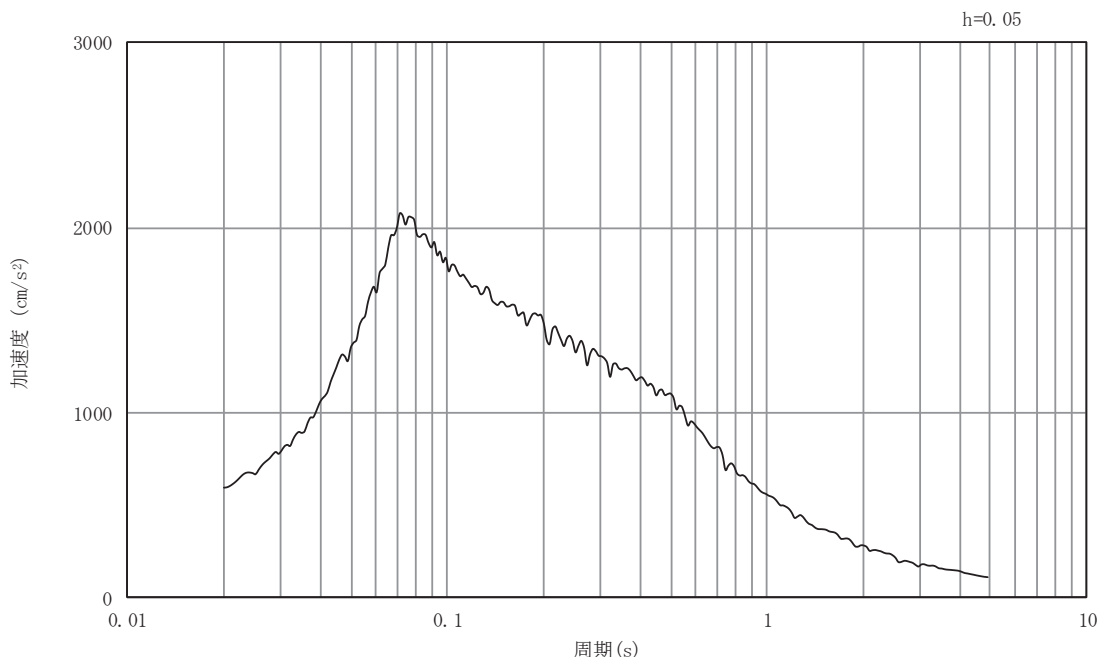


図 3-4 入力地震動算定の概念図

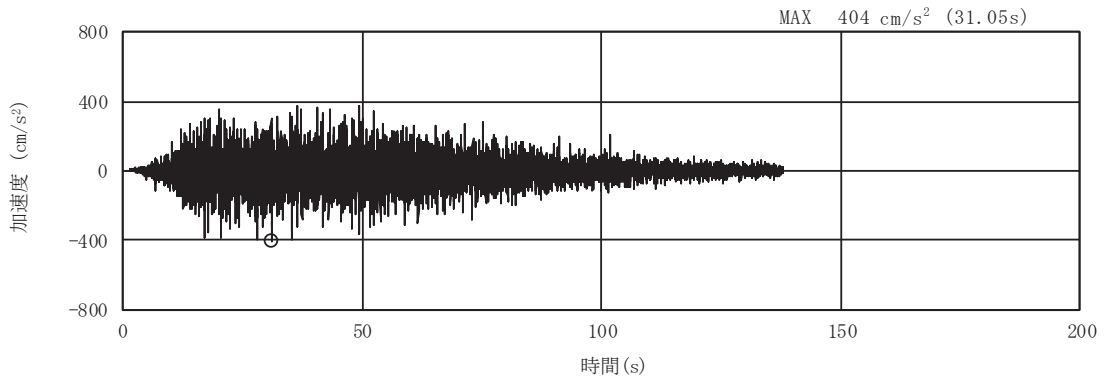


(a) 加速度時刻歴波形

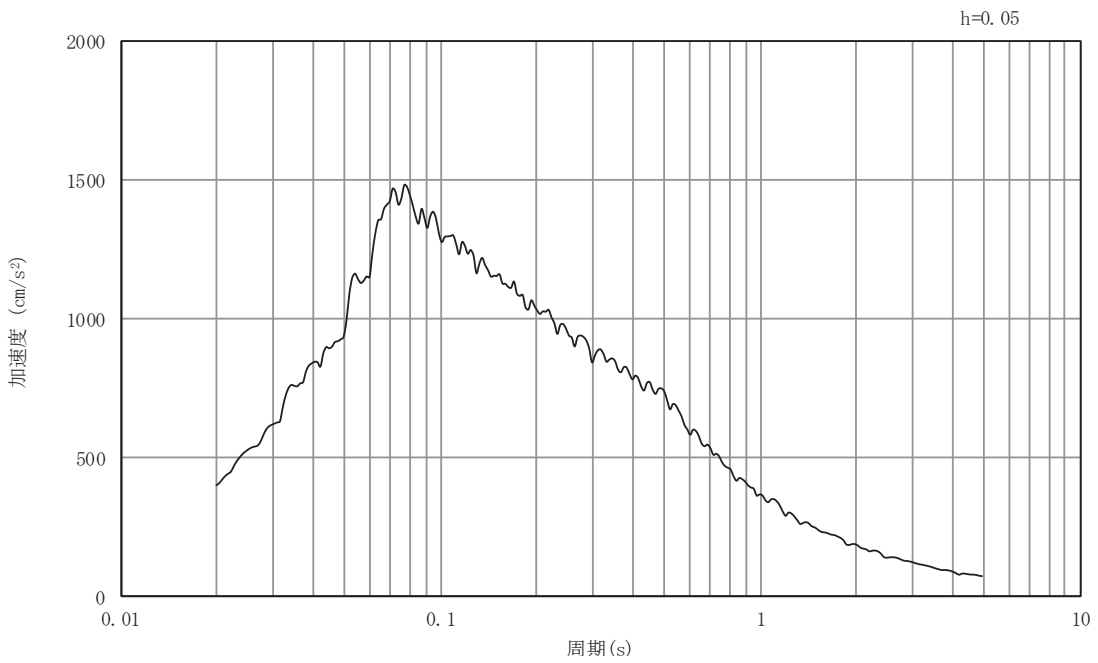


(b) 加速度応答スペクトル

図3-5 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - D 1)

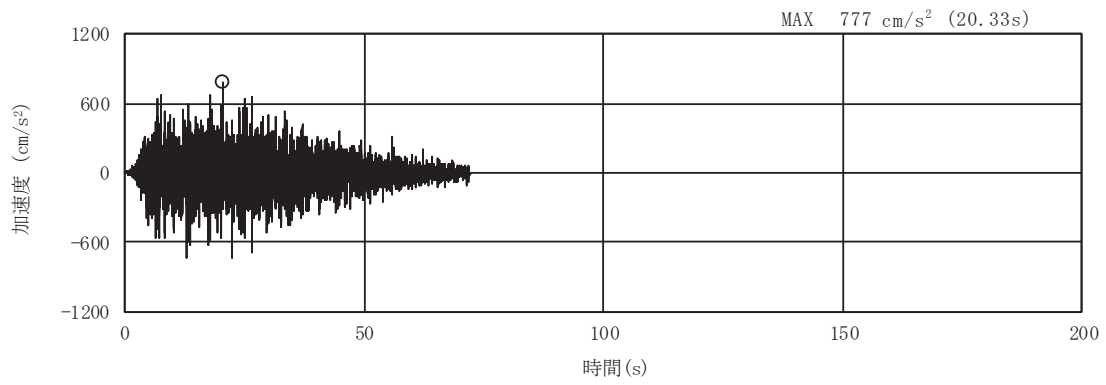


(a) 加速度時刻歴波形

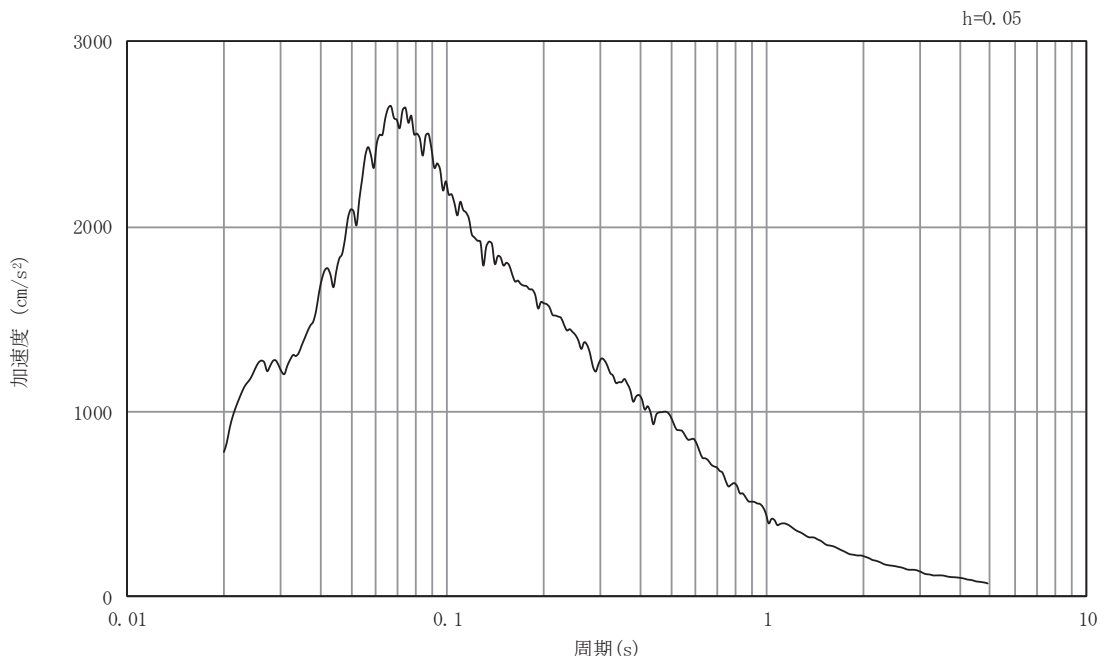


(b) 加速度応答スペクトル

図3-6 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - D 1)

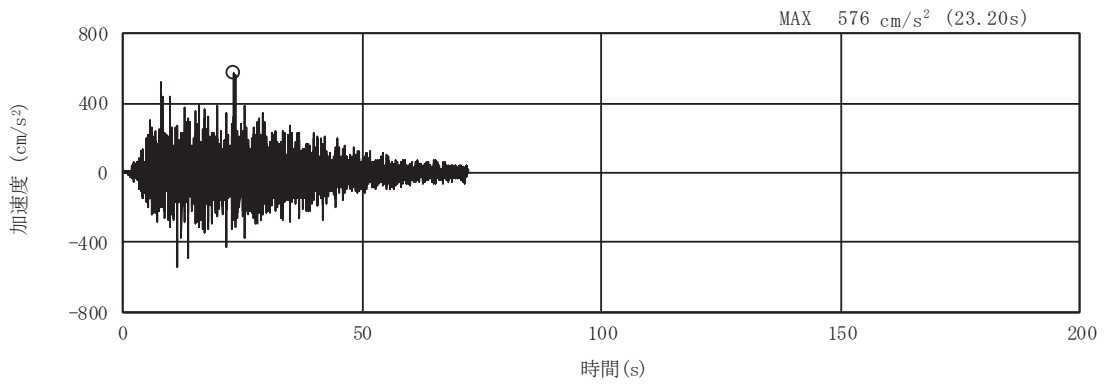


(a) 加速度時刻歴波形

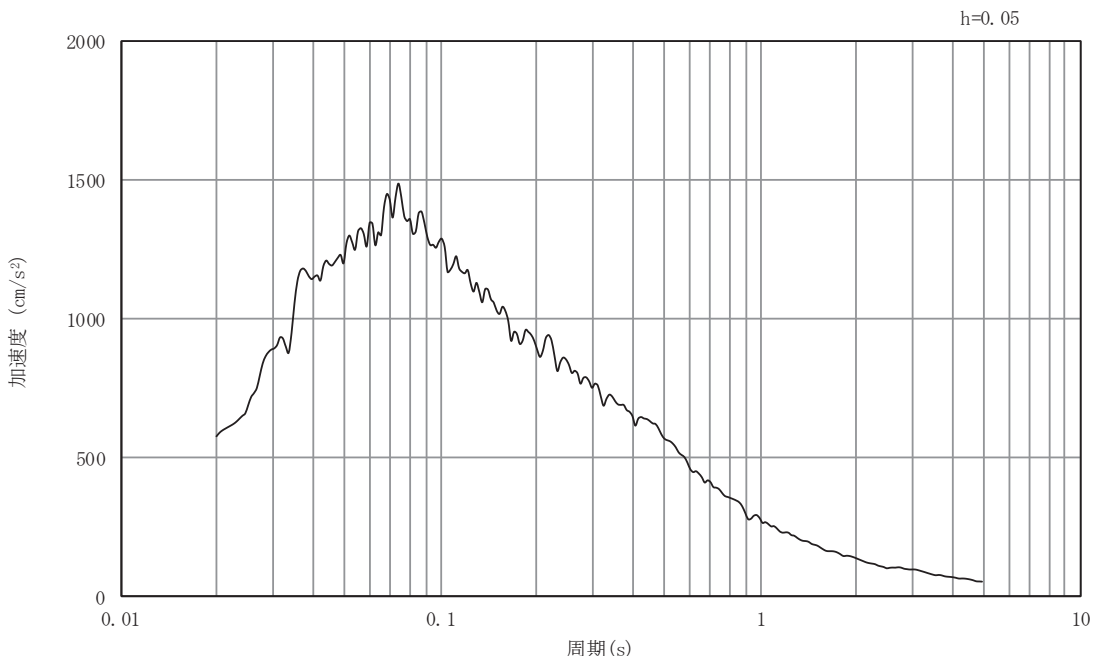


(b) 加速度応答スペクトル

図3-7 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - D 2)

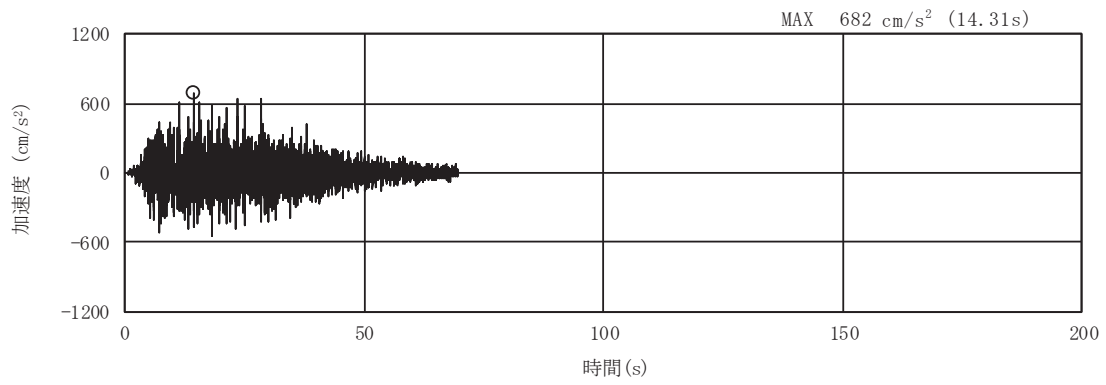


(a) 加速度時刻歴波形

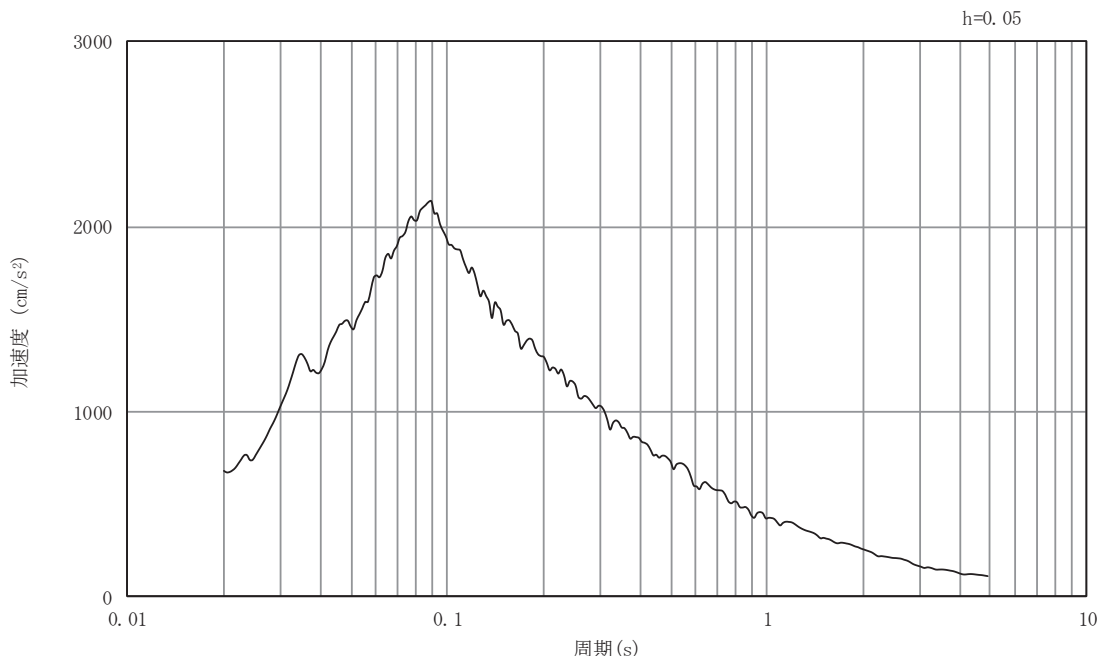


(b) 加速度応答スペクトル

図3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - D 2)

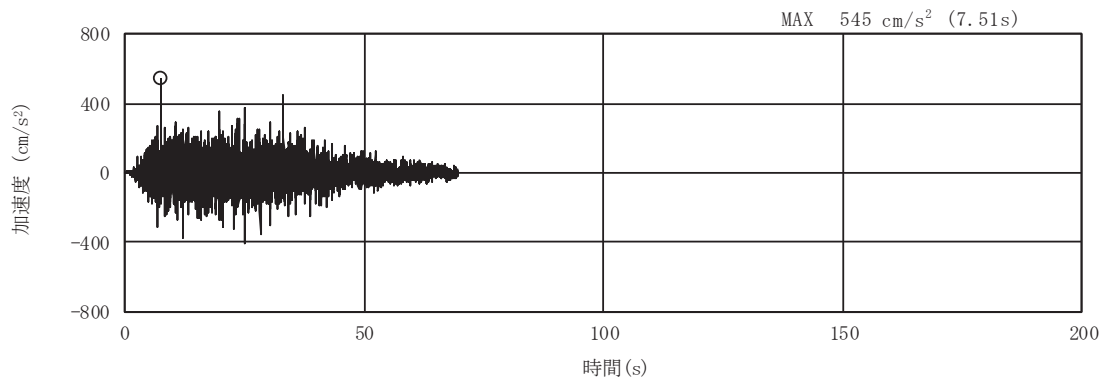


(a) 加速度時刻歴波形

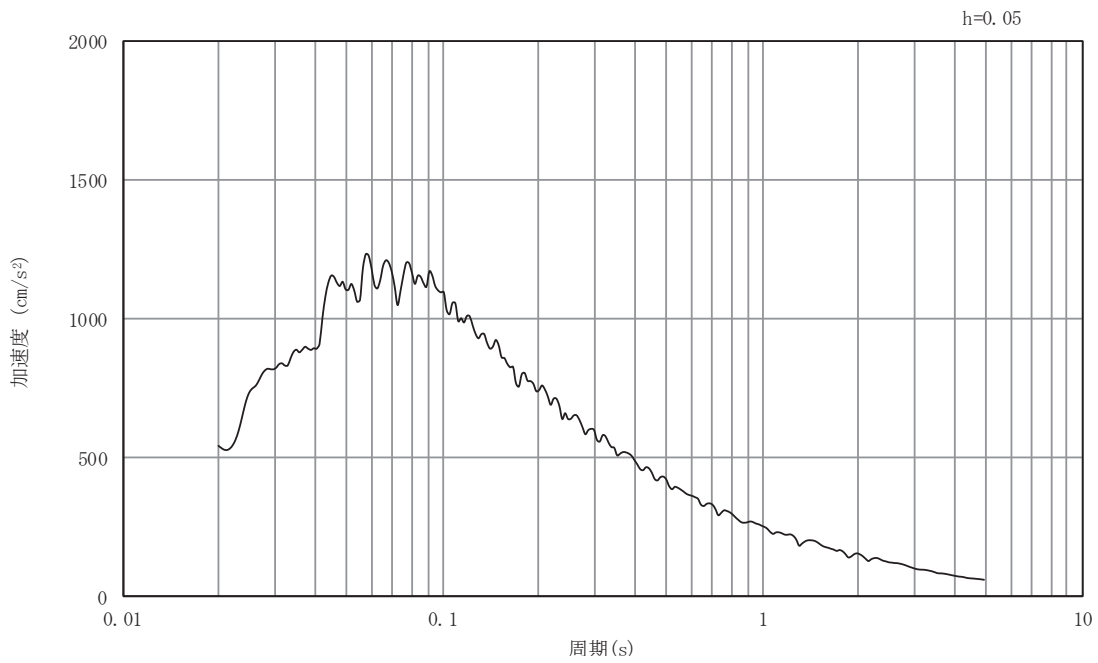


(b) 加速度応答スペクトル

図3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - D 3)

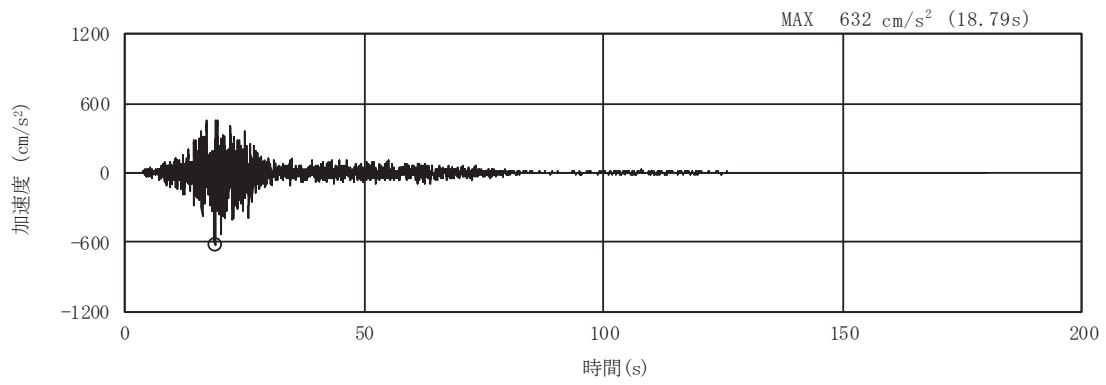


(a) 加速度時刻歴波形

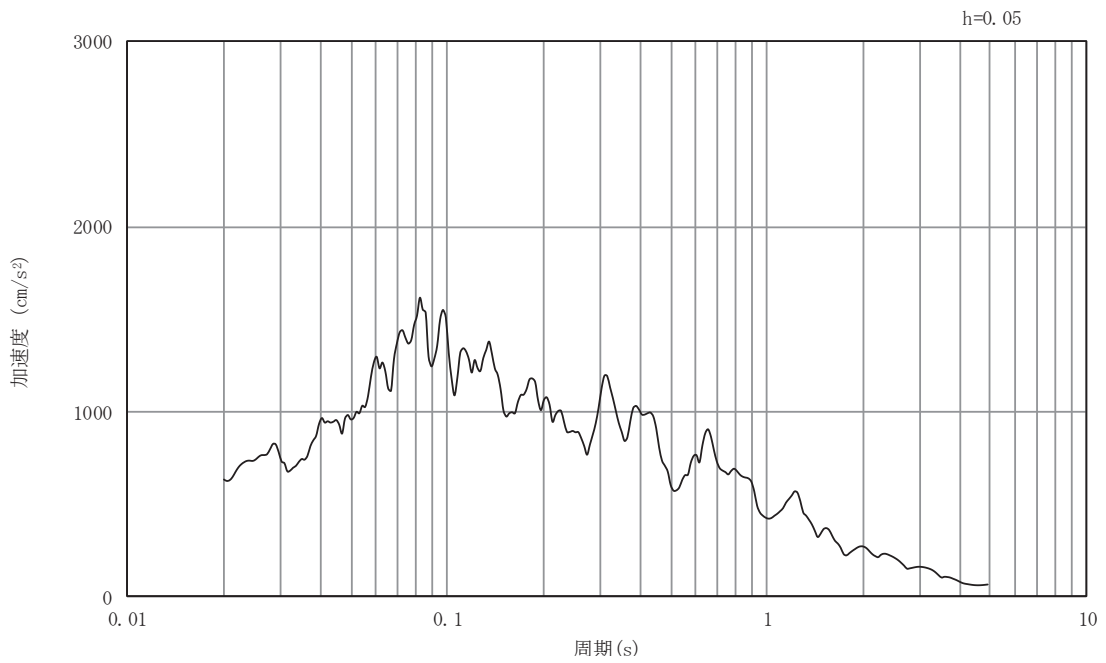


(b) 加速度応答スペクトル

図3-10 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - D 3)

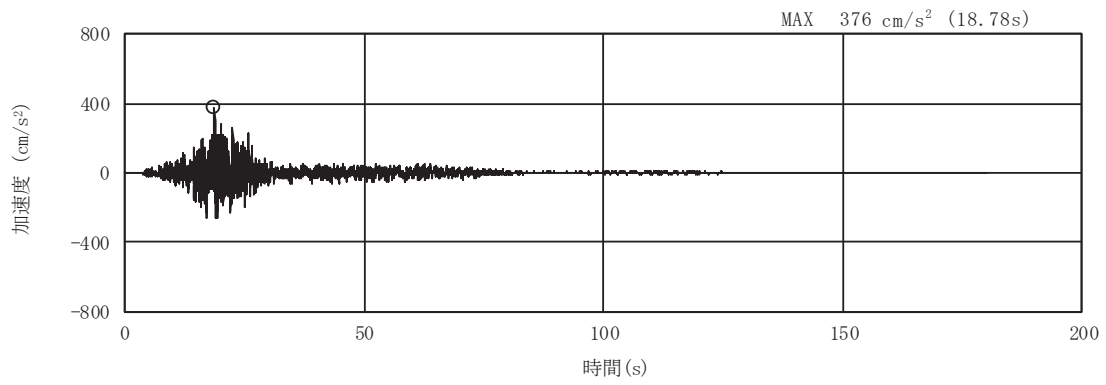


(a) 加速度時刻歴波形

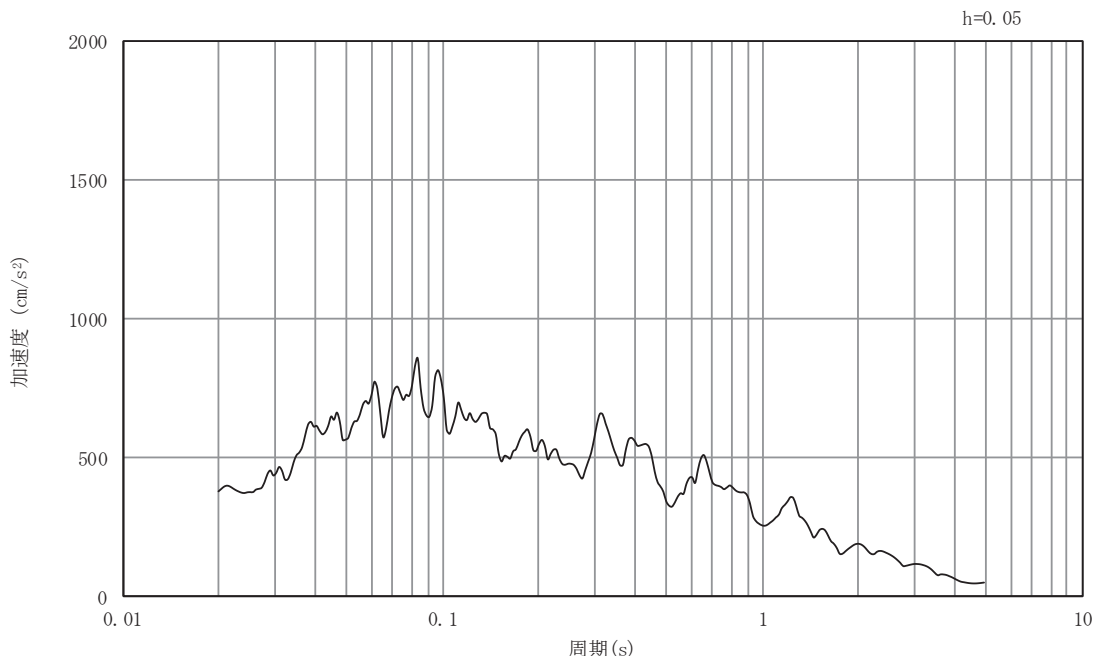


(b) 加速度応答スペクトル

図3-11 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - F 1)

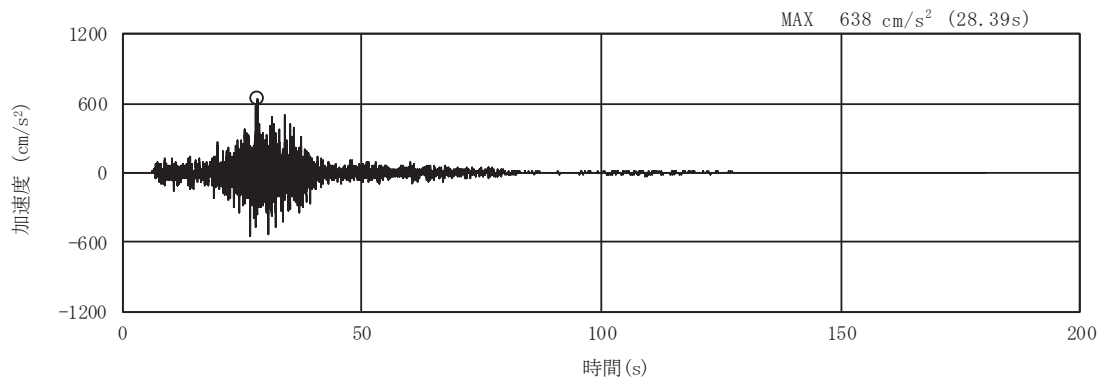


(a) 加速度時刻歴波形

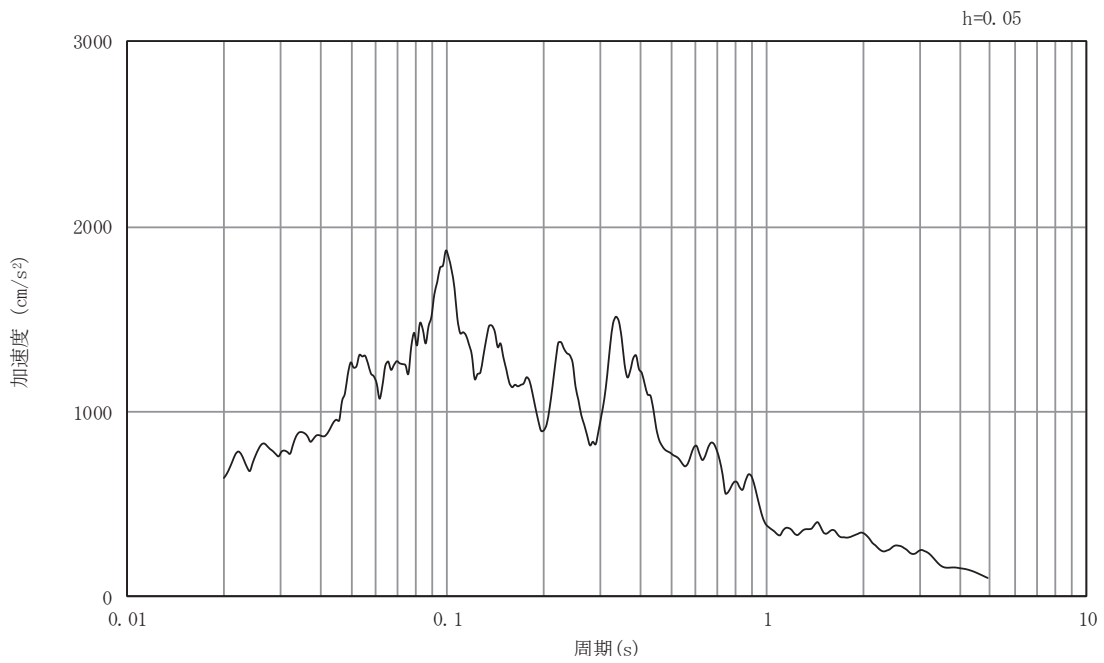


(b) 加速度応答スペクトル

図3-12 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - F 1)

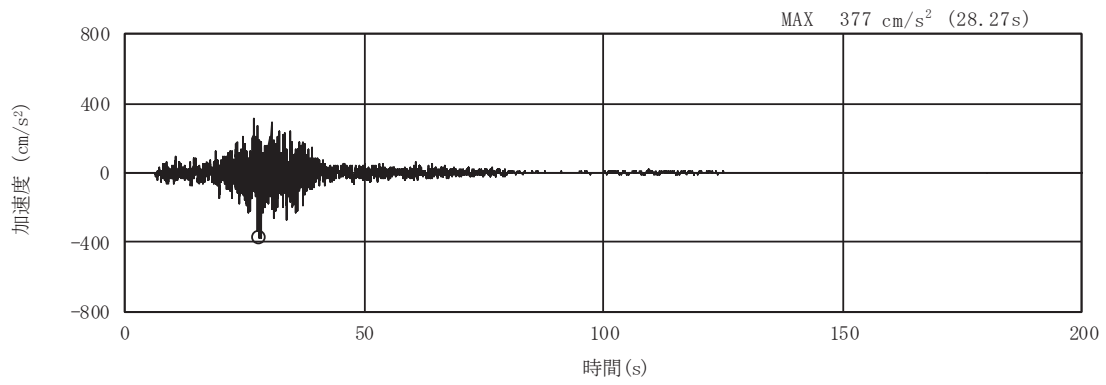


(a) 加速度時刻歴波形

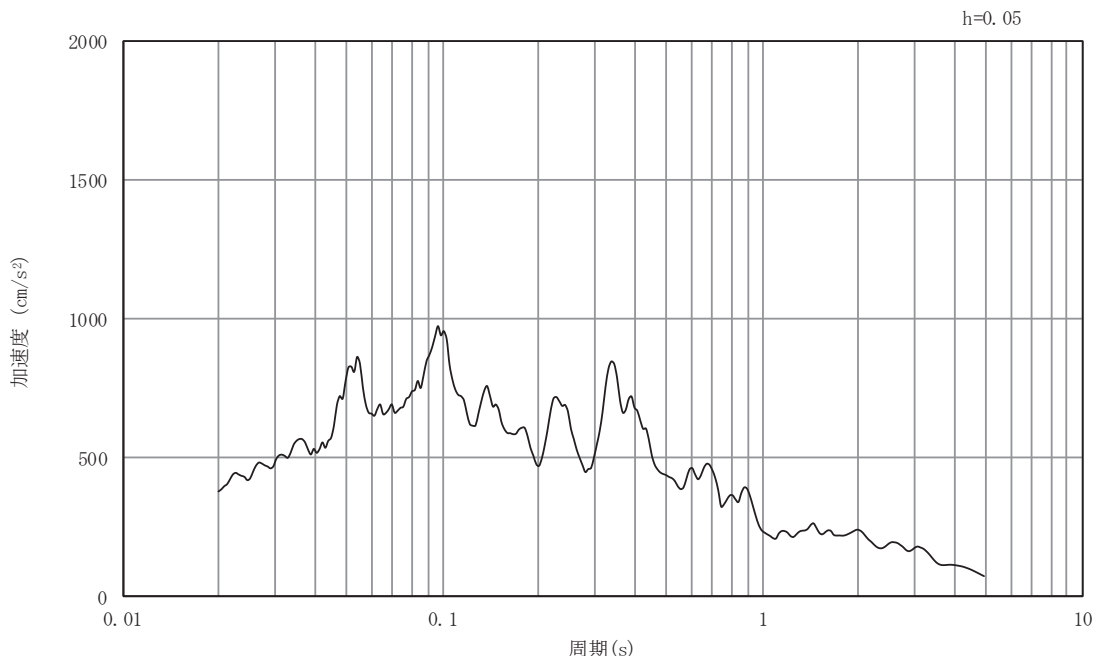


(b) 加速度応答スペクトル

図3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - F 2)

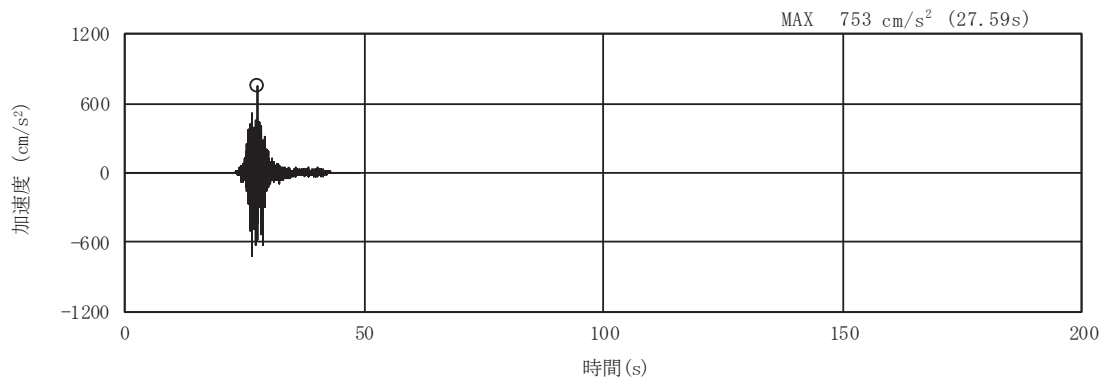


(a) 加速度時刻歴波形

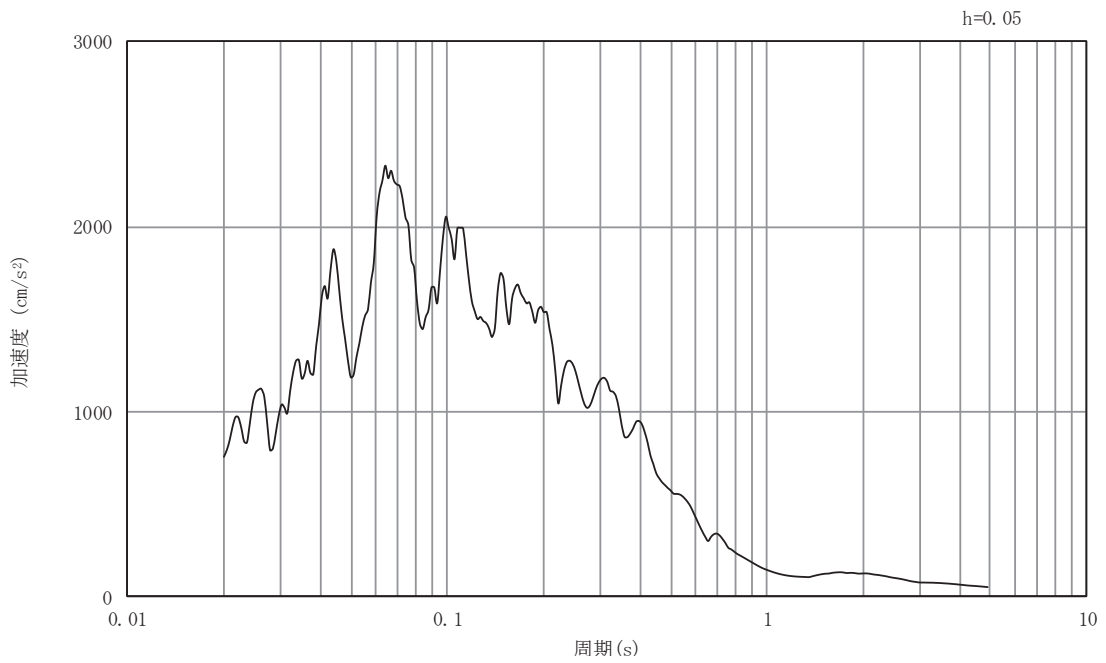


(b) 加速度応答スペクトル

図3-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - F 2)

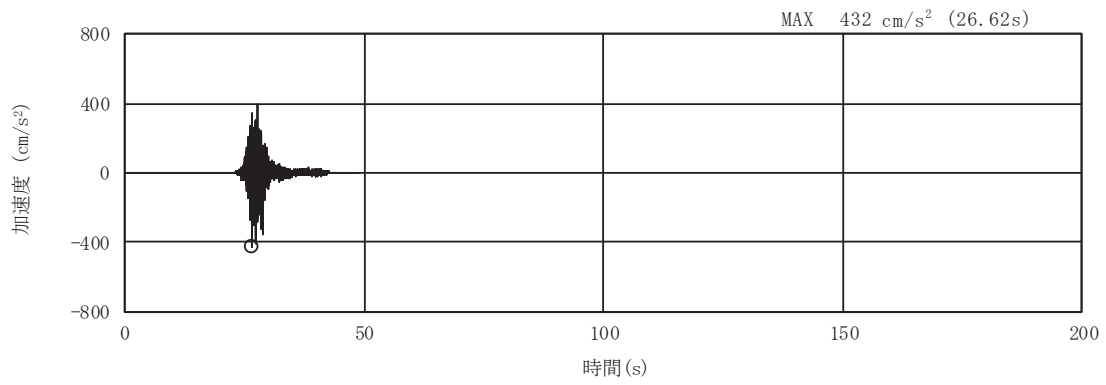


(a) 加速度時刻歴波形

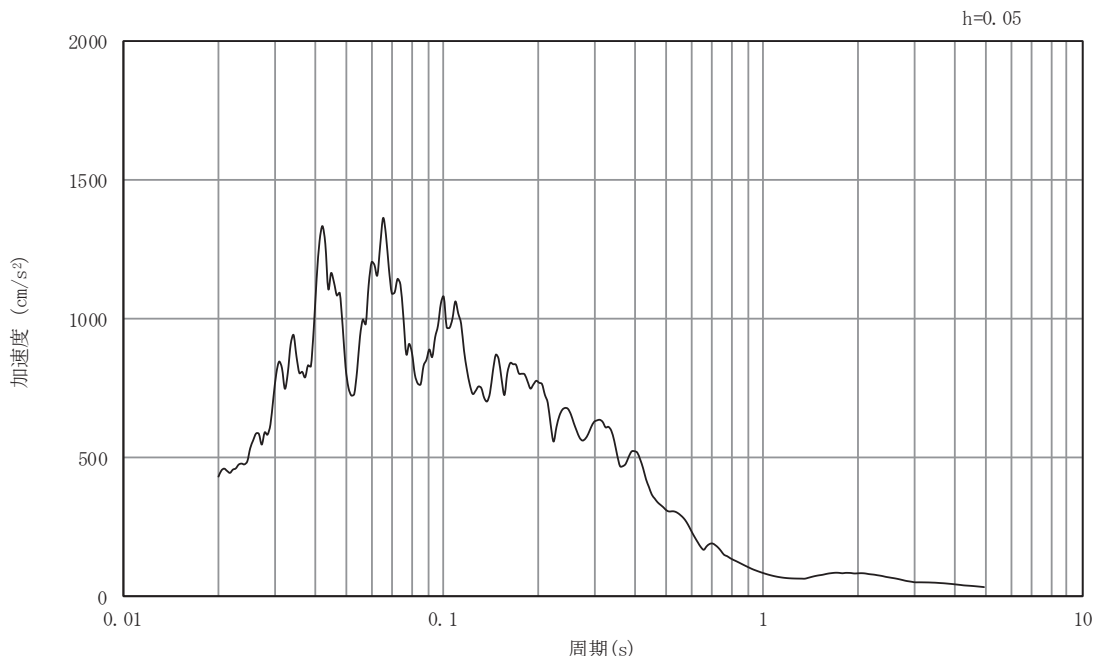


(b) 加速度応答スペクトル

図3-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - F 3)

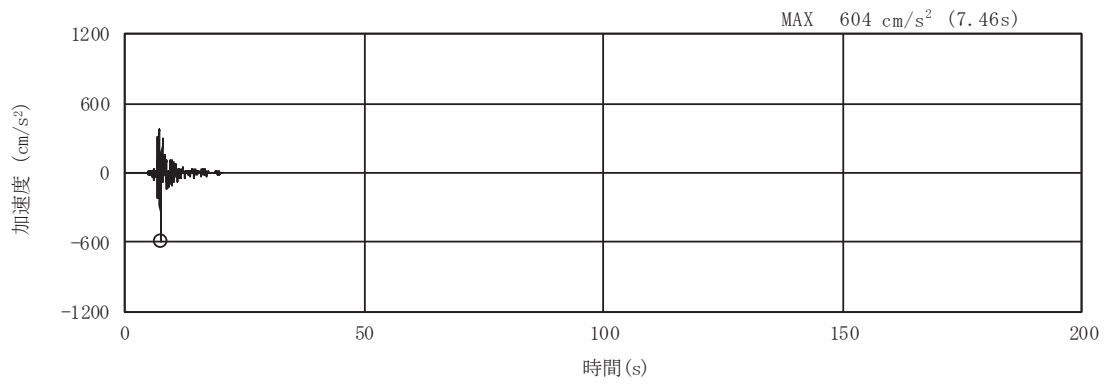


(a) 加速度時刻歴波形

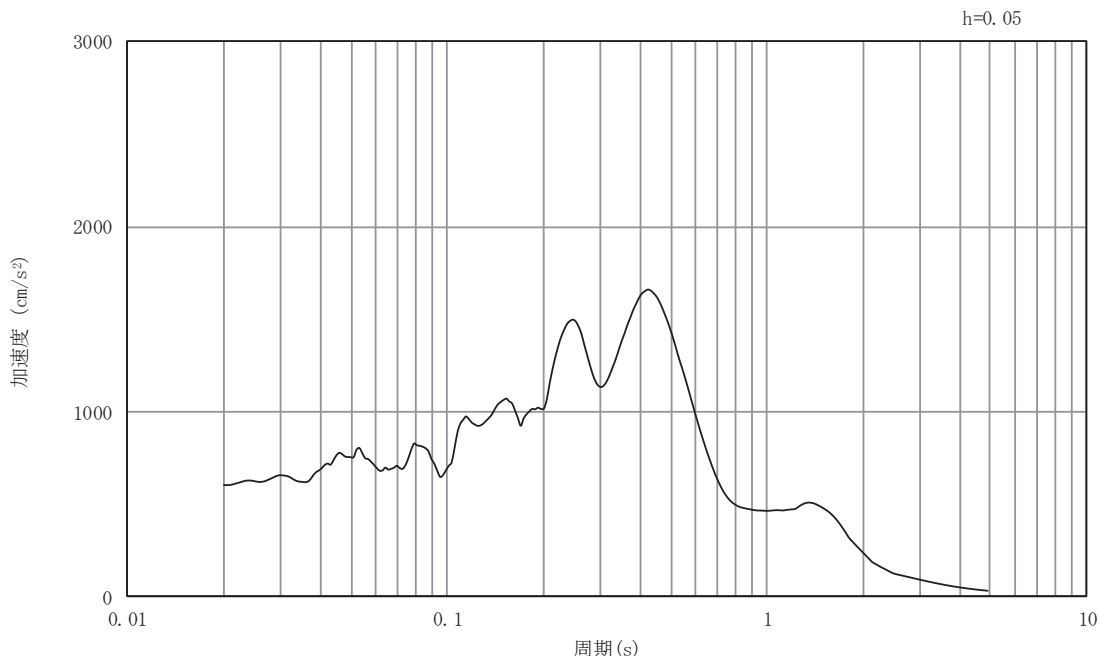


(b) 加速度応答スペクトル

図3-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - F 3)

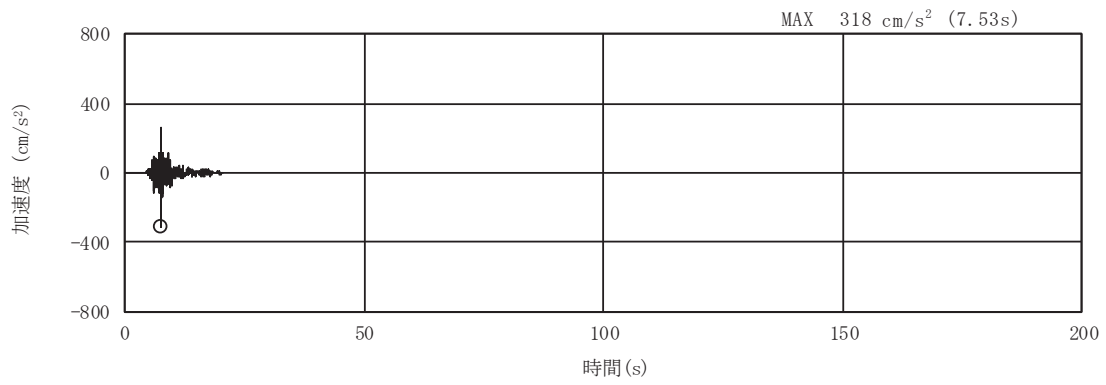


(a) 加速度時刻歴波形

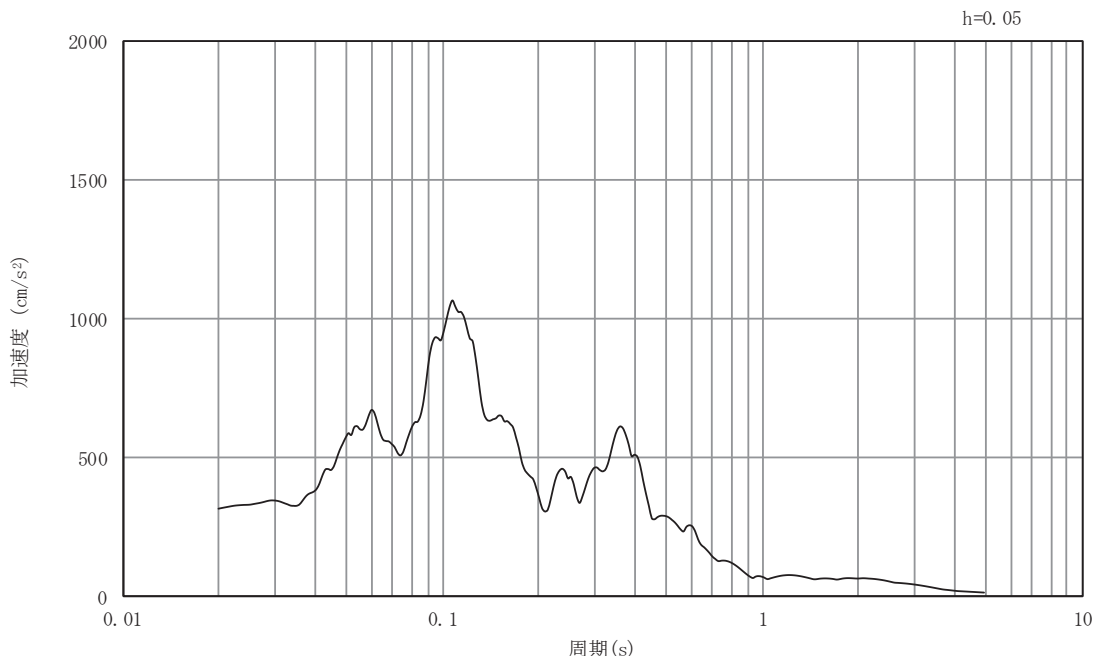


(b) 加速度応答スペクトル

図3-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 水平成分: S s - N 1)

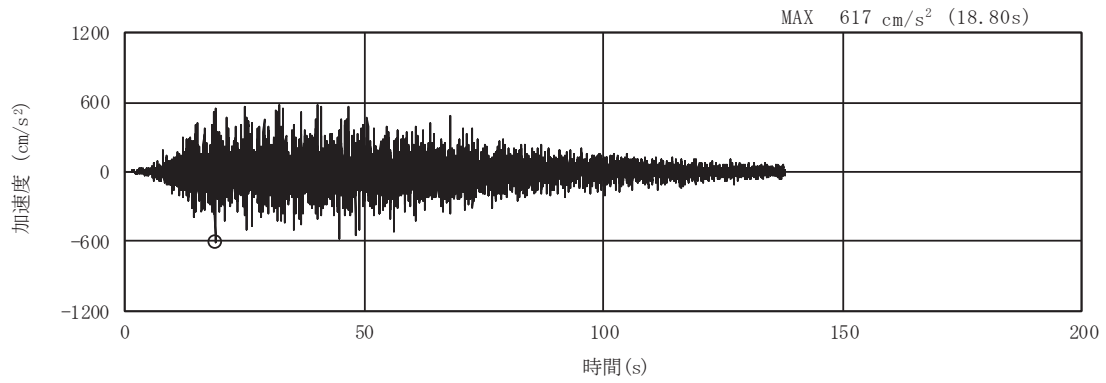


(a) 加速度時刻歴波形

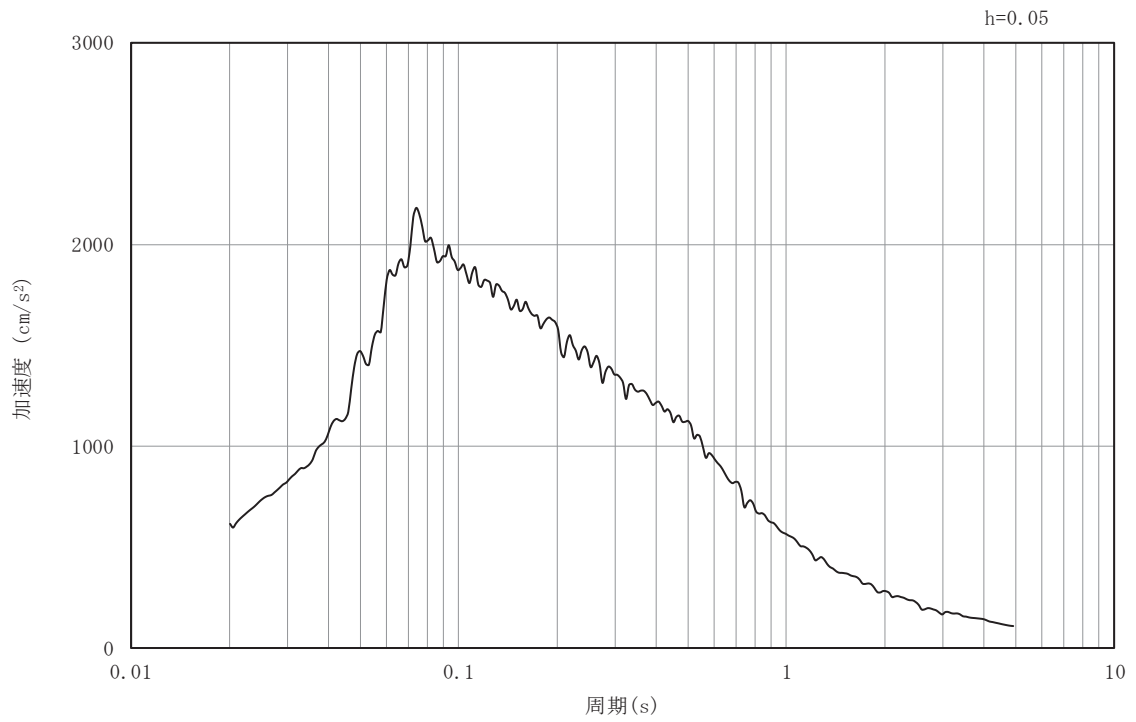


(b) 加速度応答スペクトル

図3-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(A-A断面, 鉛直成分: S s - N 1)

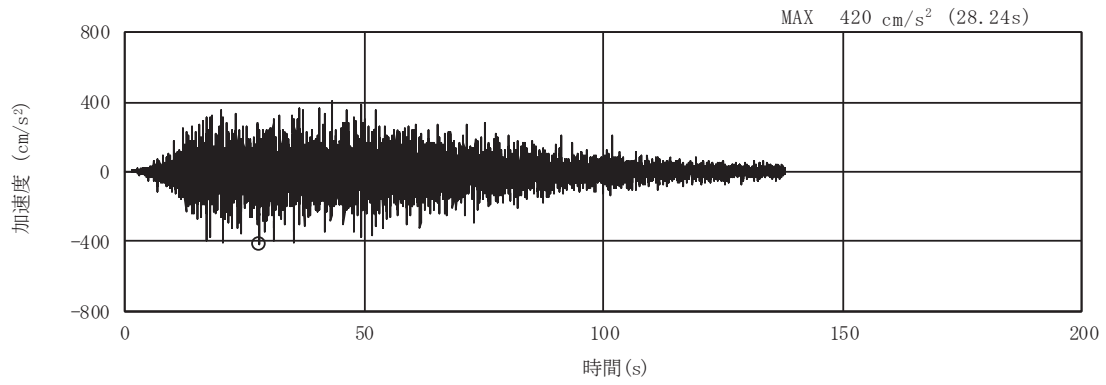


(a) 加速度時刻歴波形

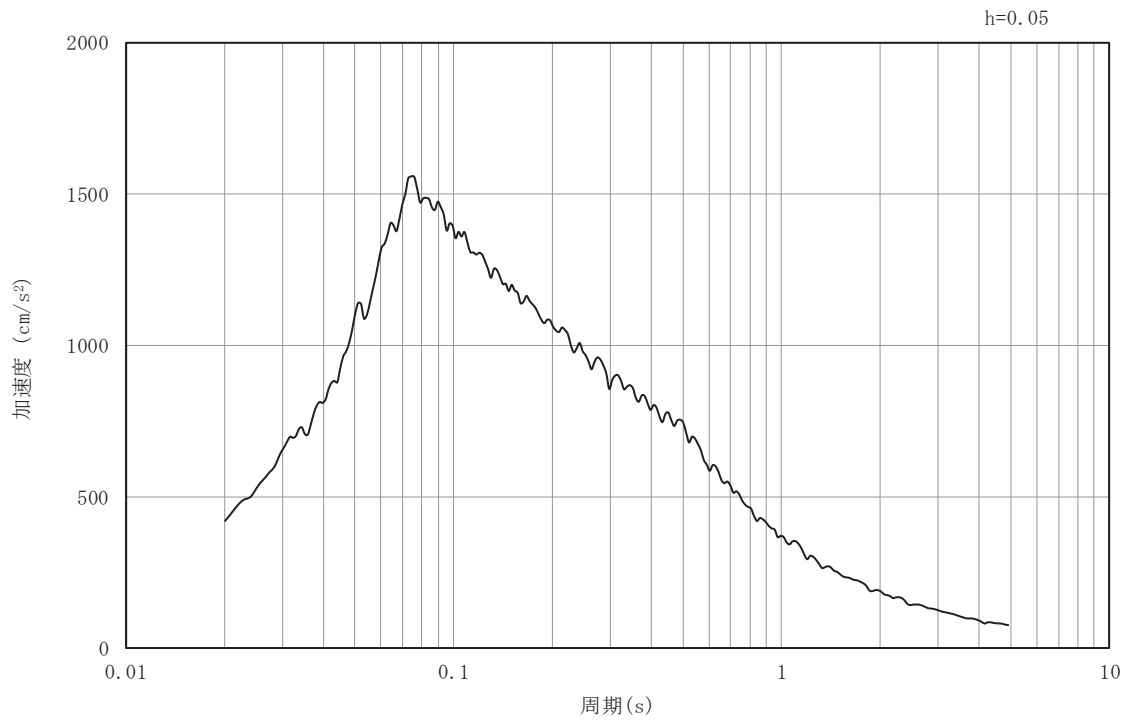


(b) 加速度応答スペクトル

図3-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - D 1)

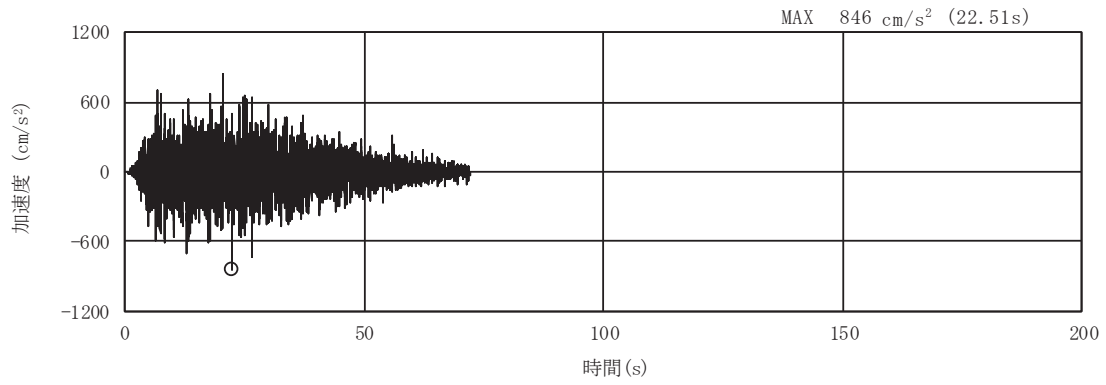


(a) 加速度時刻歴波形

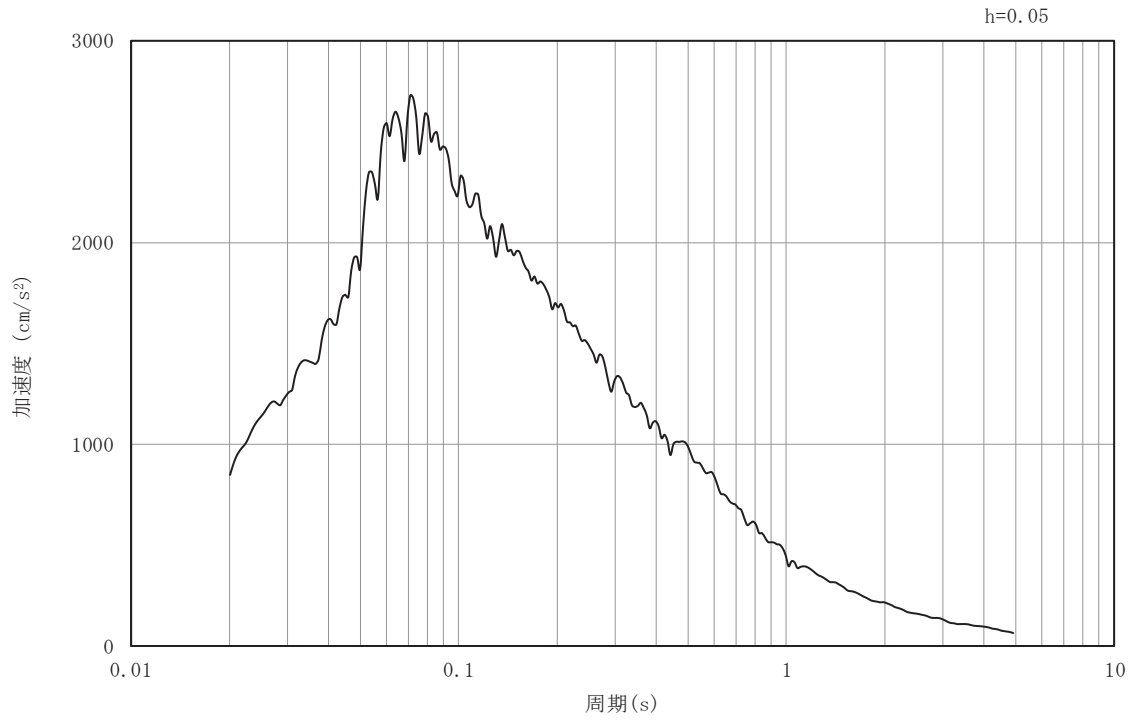


(b) 加速度応答スペクトル

図3-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - D 1)

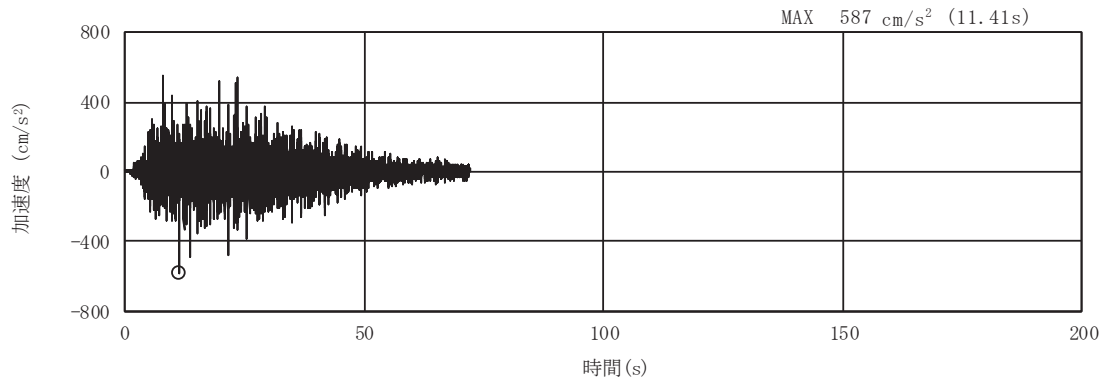


(a) 加速度時刻歴波形

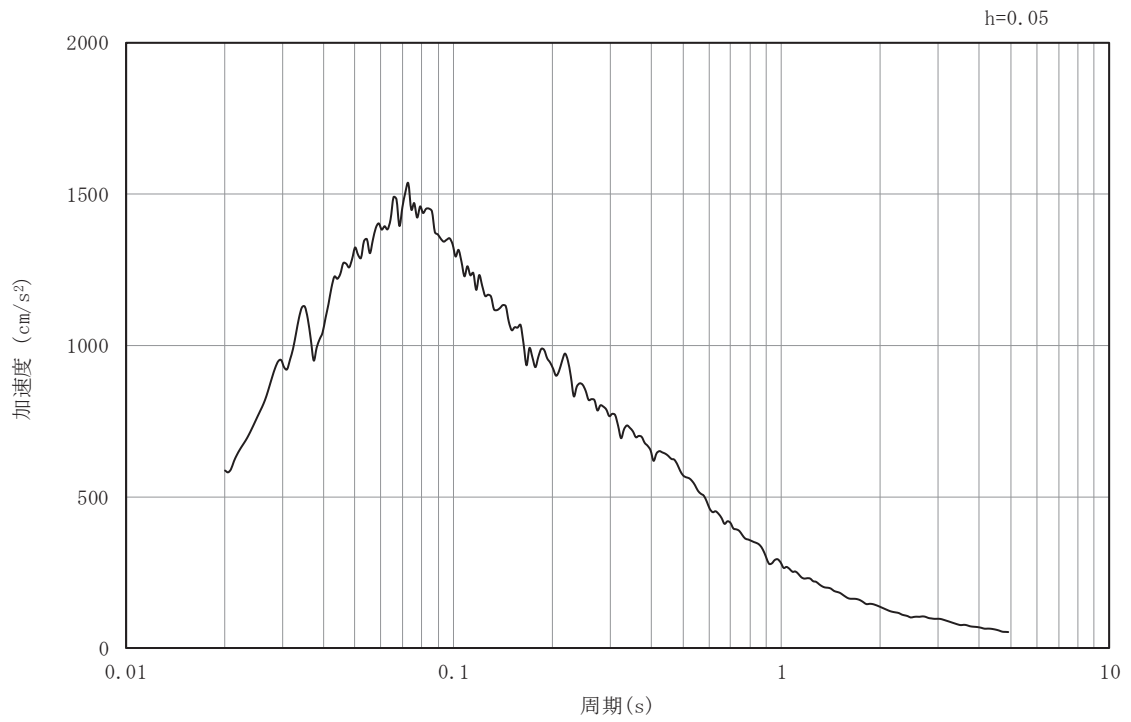


(b) 加速度応答スペクトル

図3-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - D 2)

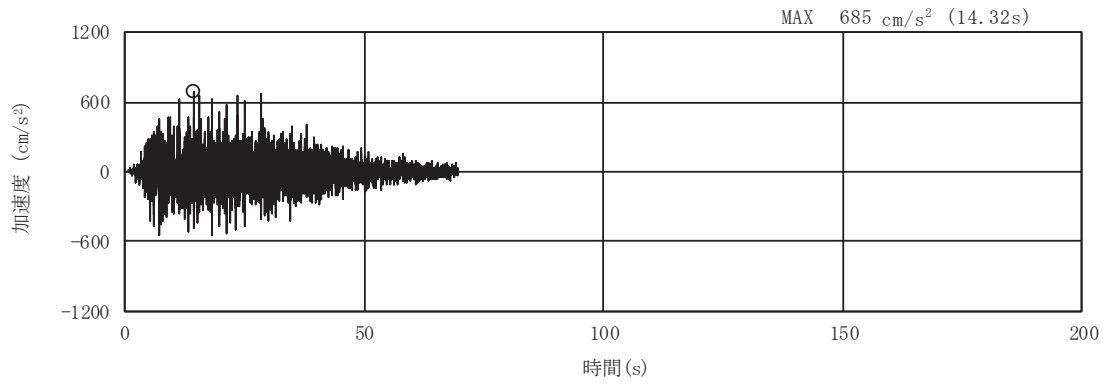


(a) 加速度時刻歴波形

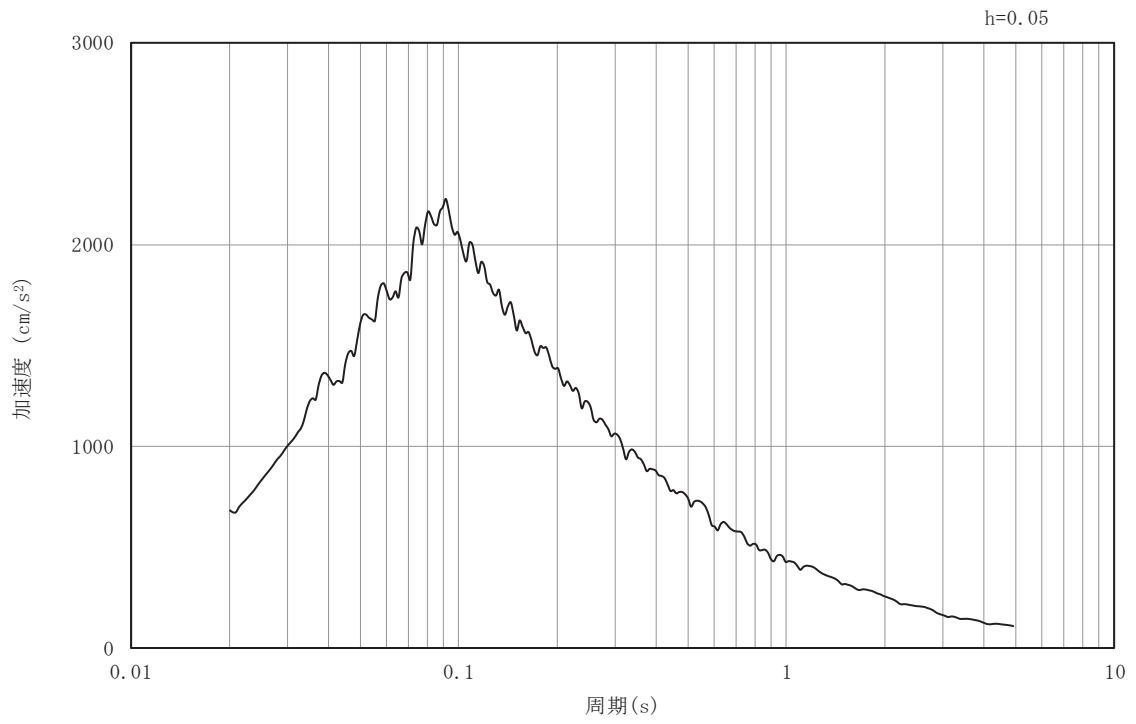


(b) 加速度応答スペクトル

図3-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - D 2)

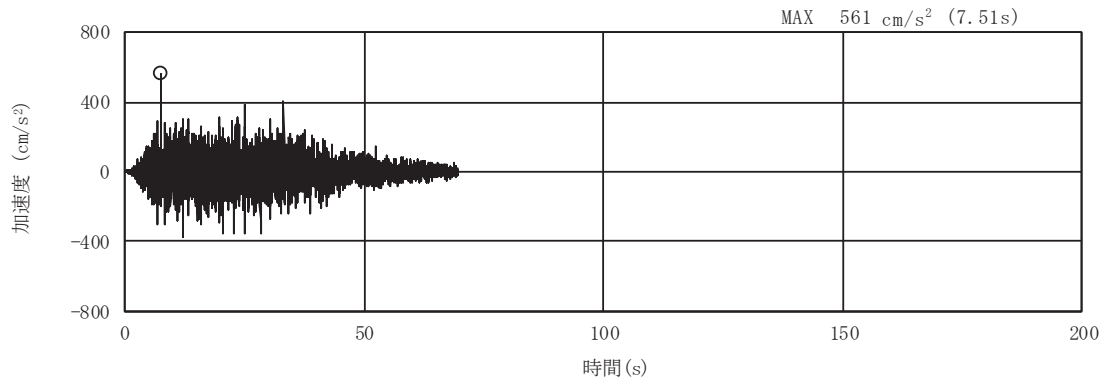


(a) 加速度時刻歴波形

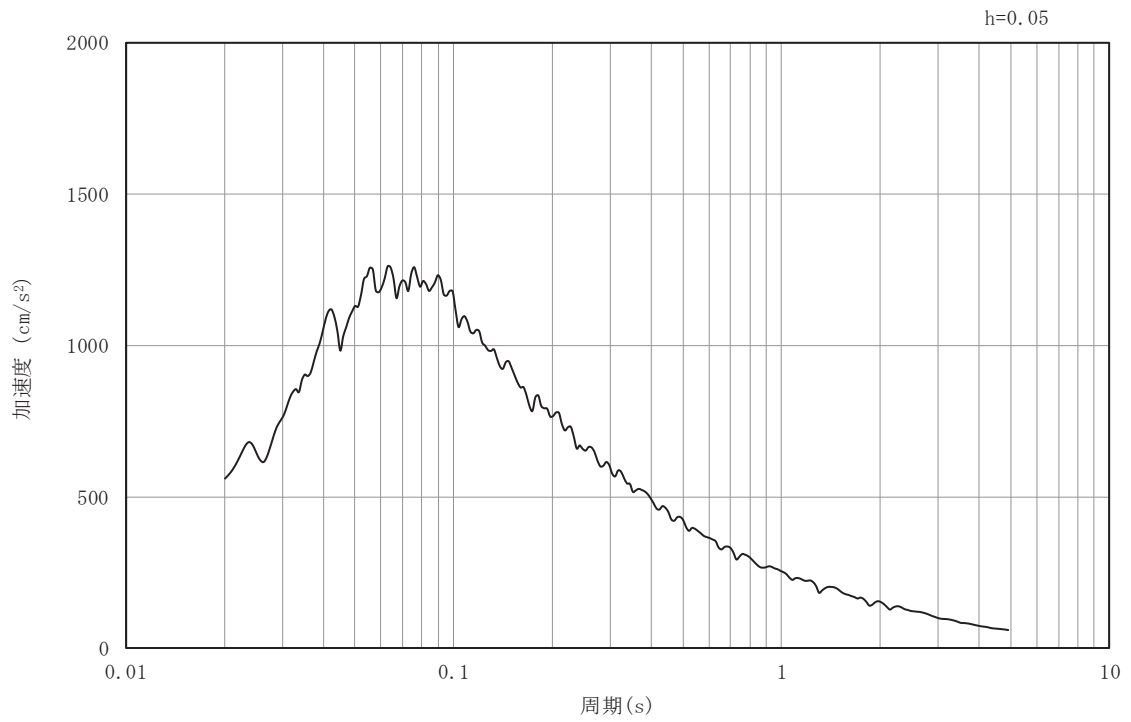


(b) 加速度応答スペクトル

図3-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - D 3)

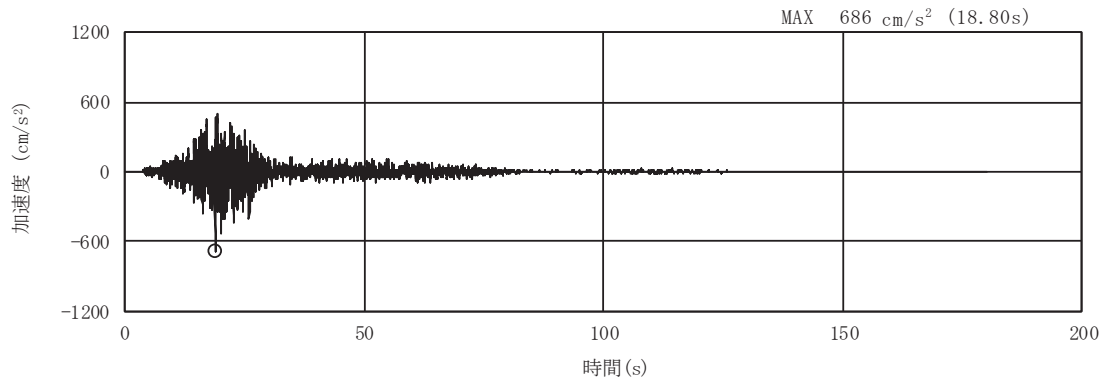


(a) 加速度時刻歴波形

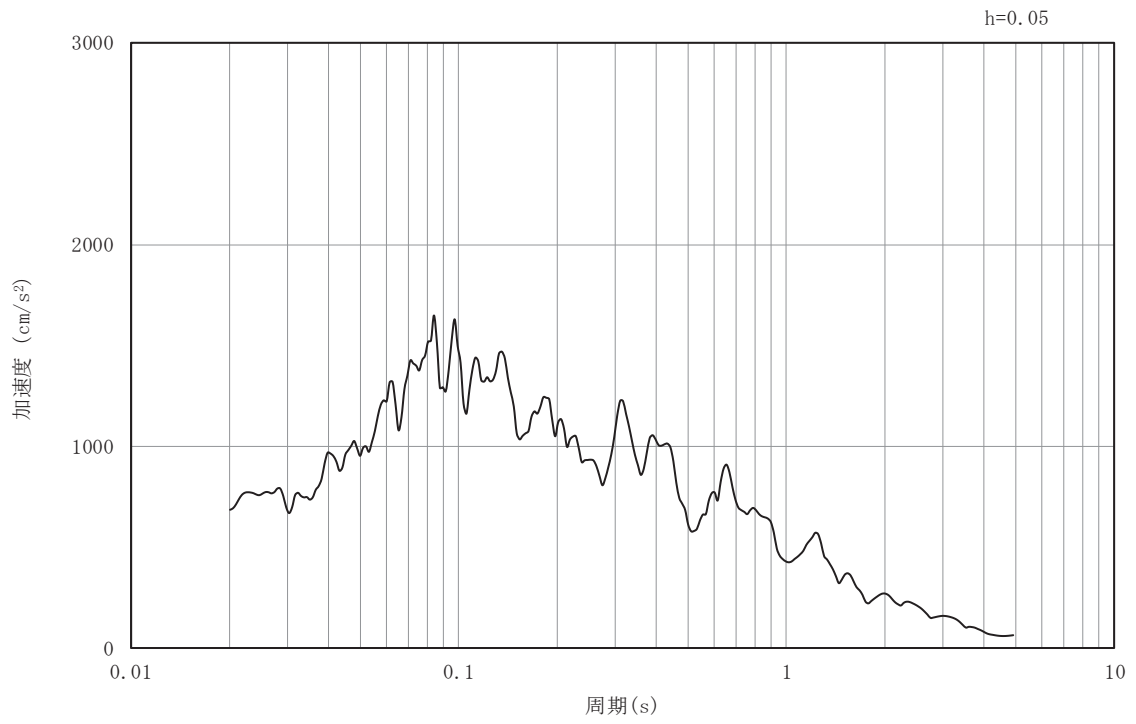


(b) 加速度応答スペクトル

図3-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - D 3)

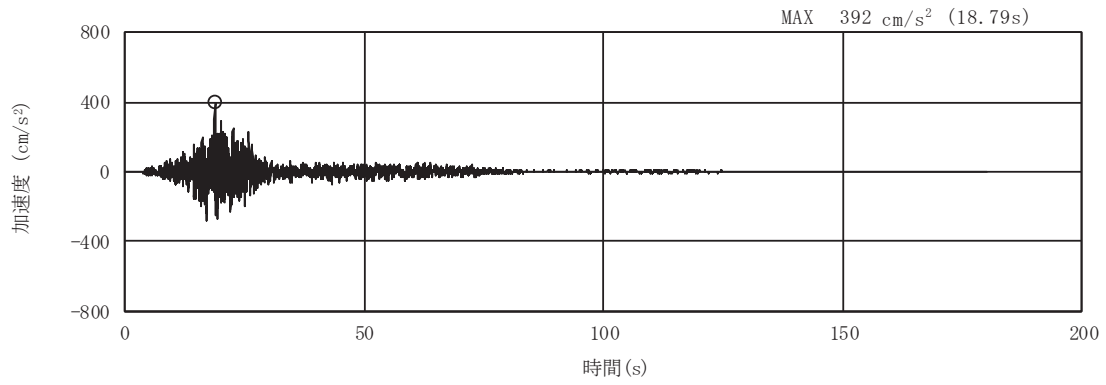


(a) 加速度時刻歴波形

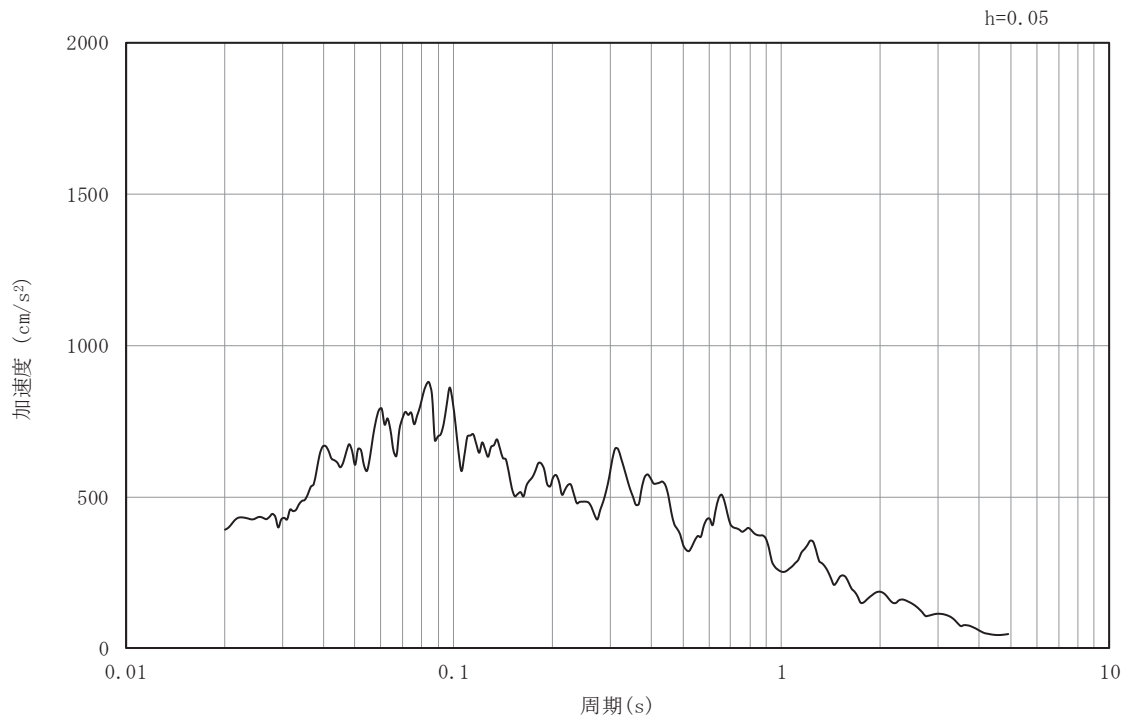


(b) 加速度応答スペクトル

図3-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - F 1)

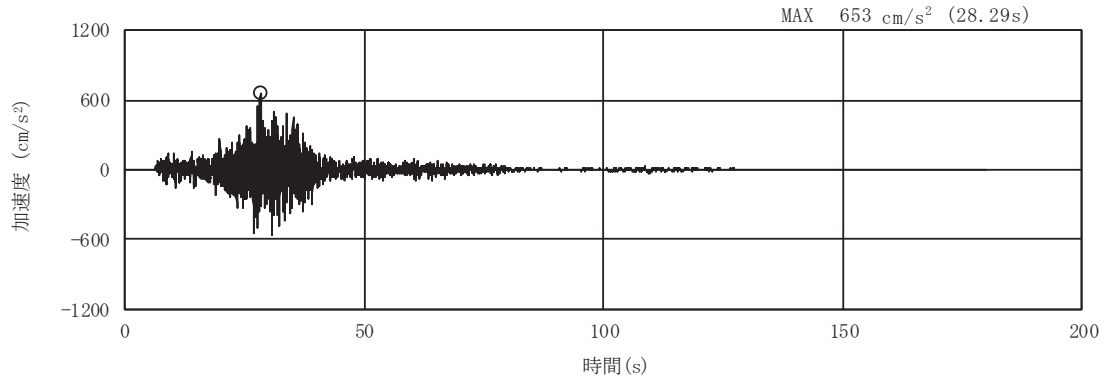


(a) 加速度時刻歴波形

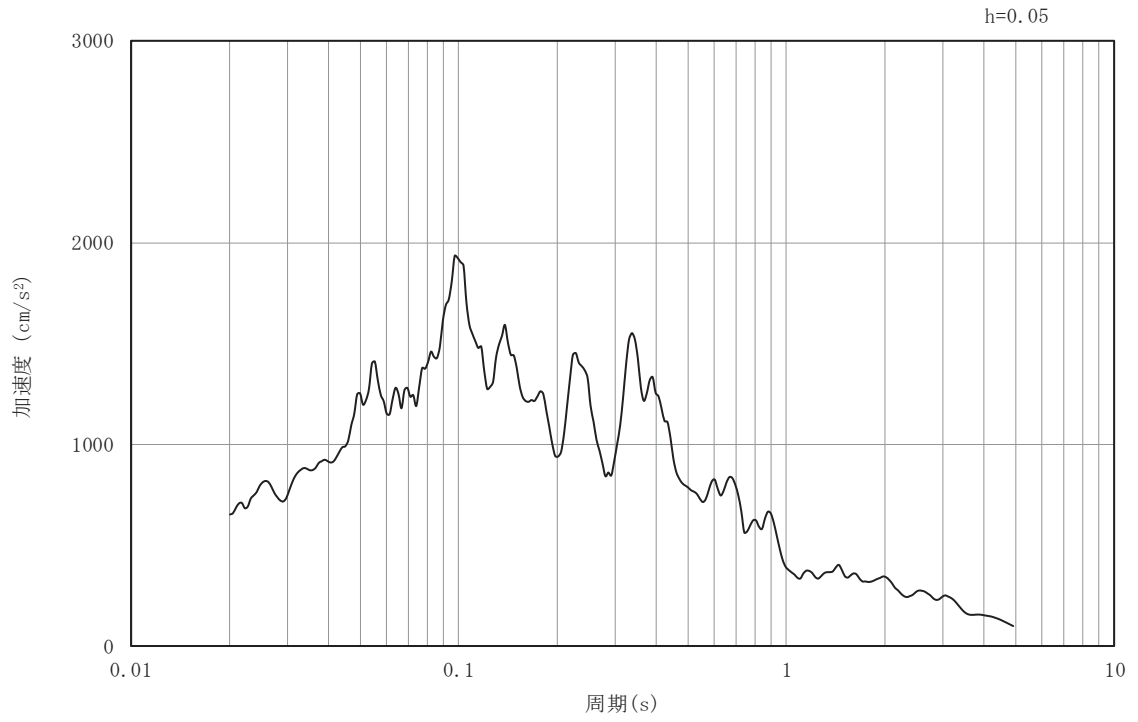


(b) 加速度応答スペクトル

図3-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - F 1)

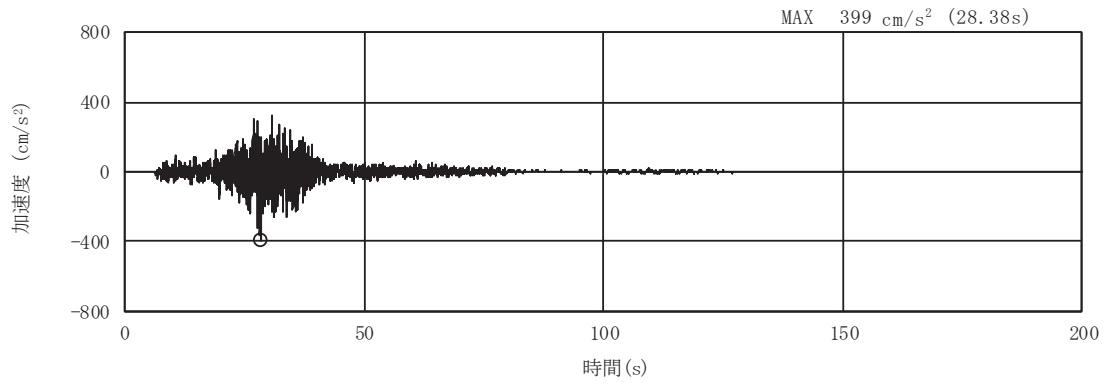


(a) 加速度時刻歴波形

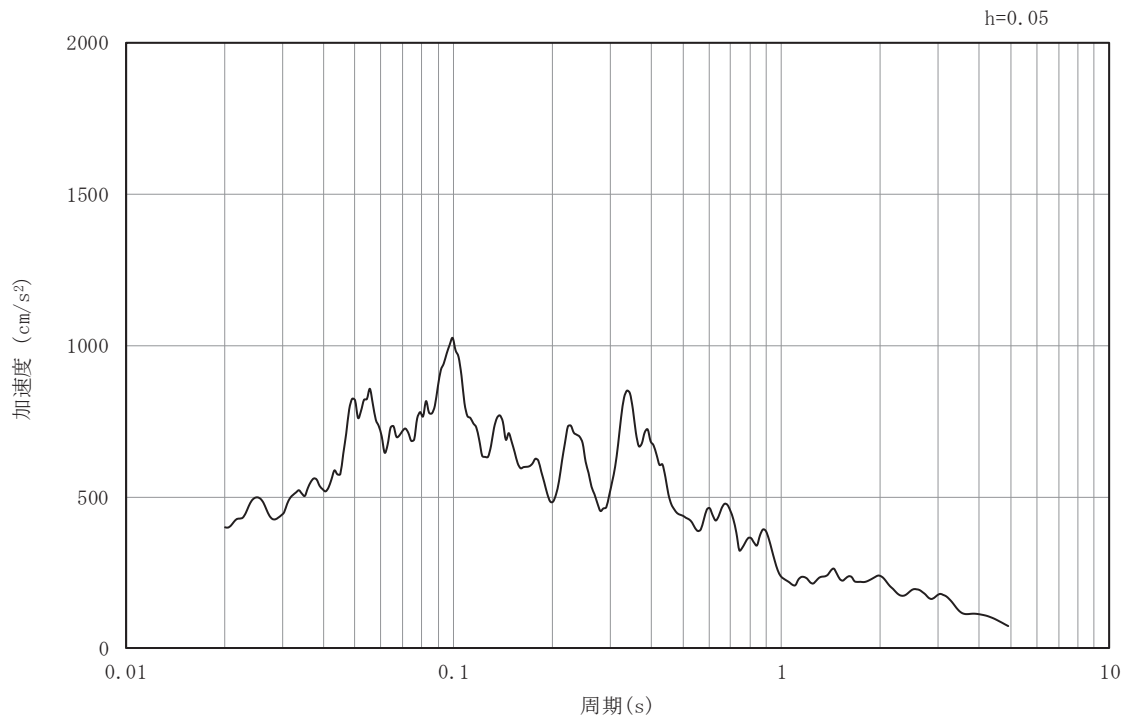


(b) 加速度応答スペクトル

図3-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - F 2)

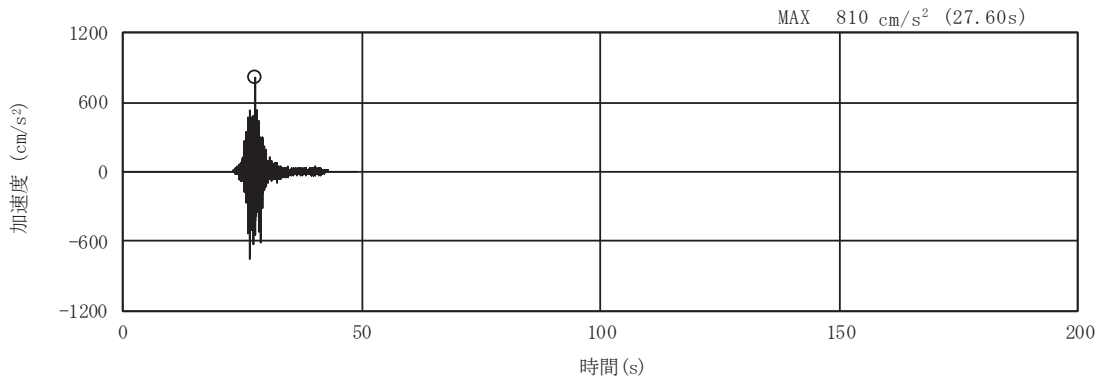


(a) 加速度時刻歴波形

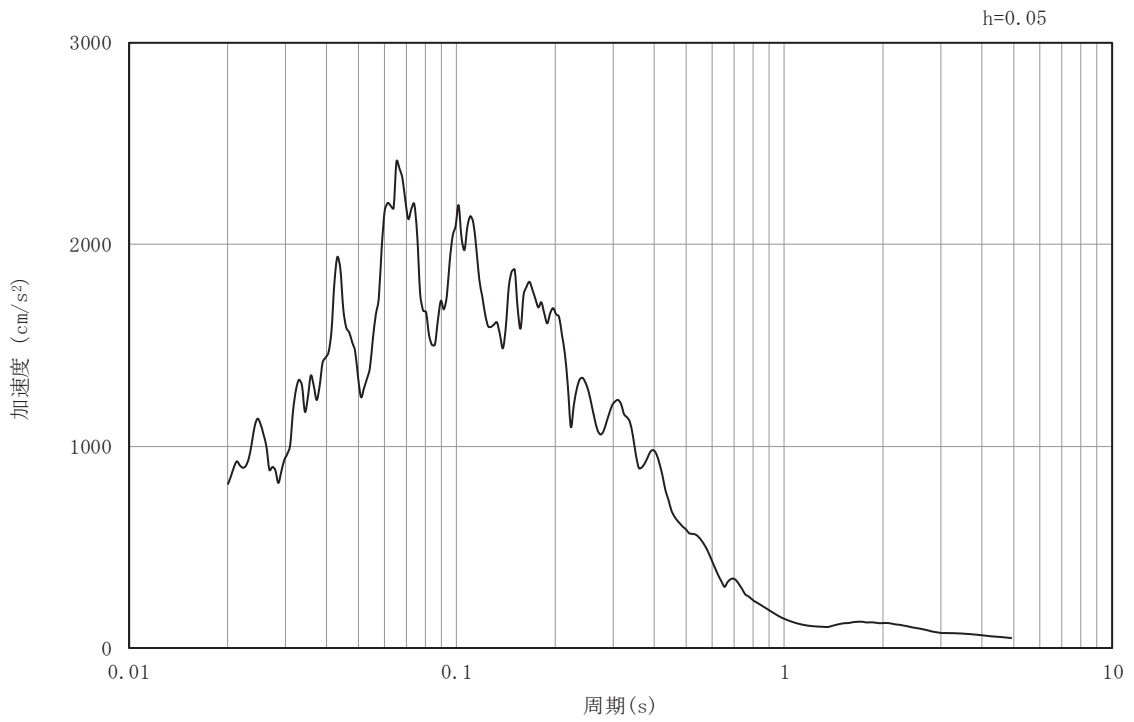


(b) 加速度応答スペクトル

図3-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - F 2)

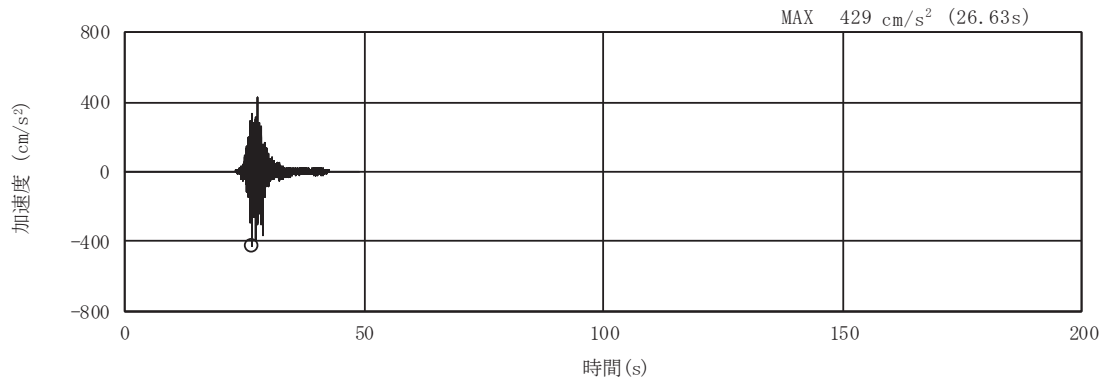


(a) 加速度時刻歴波形

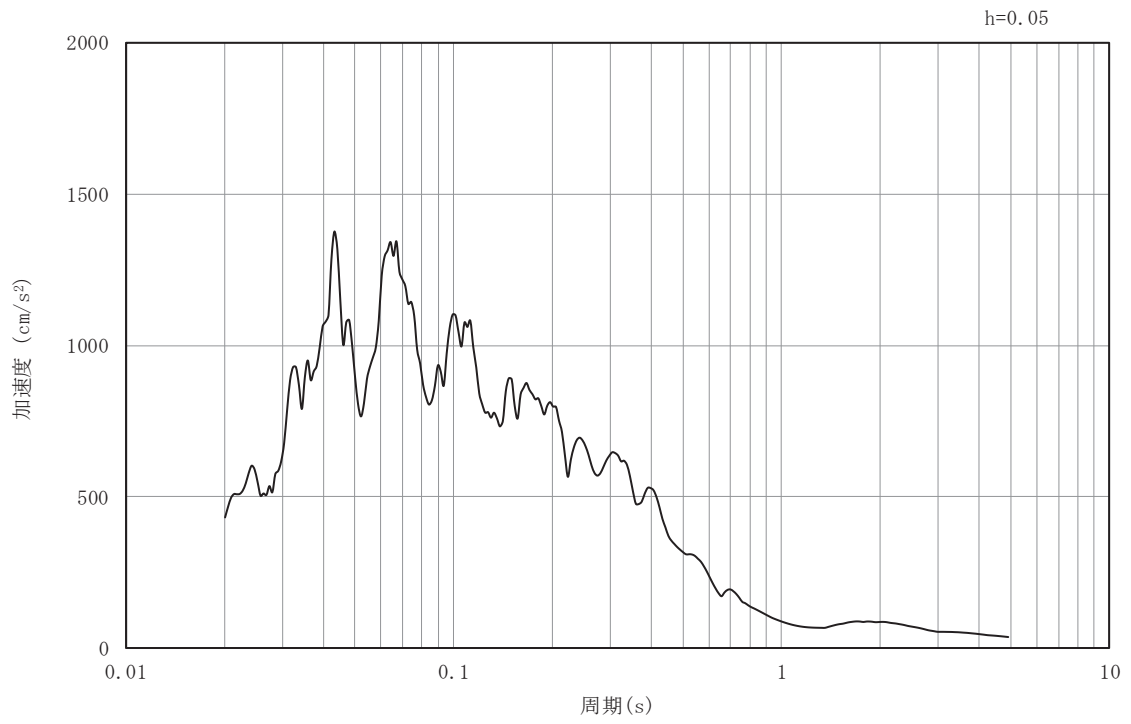


(b) 加速度応答スペクトル

図3-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - F 3)

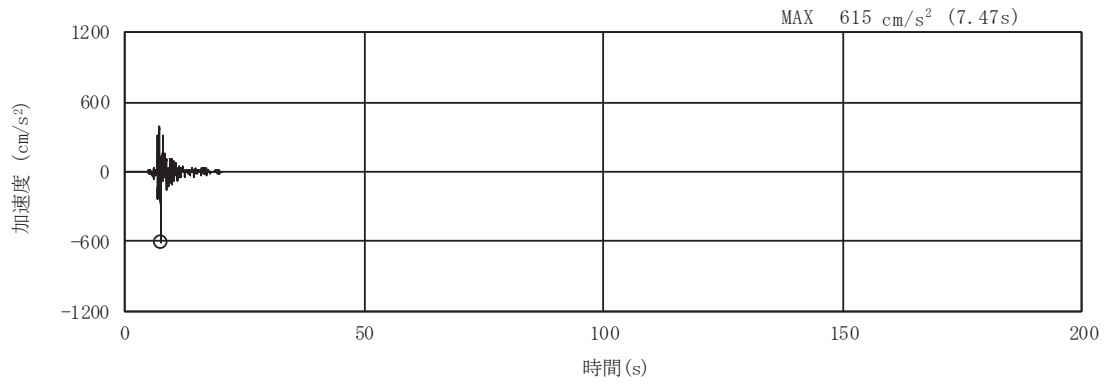


(a) 加速度時刻歴波形

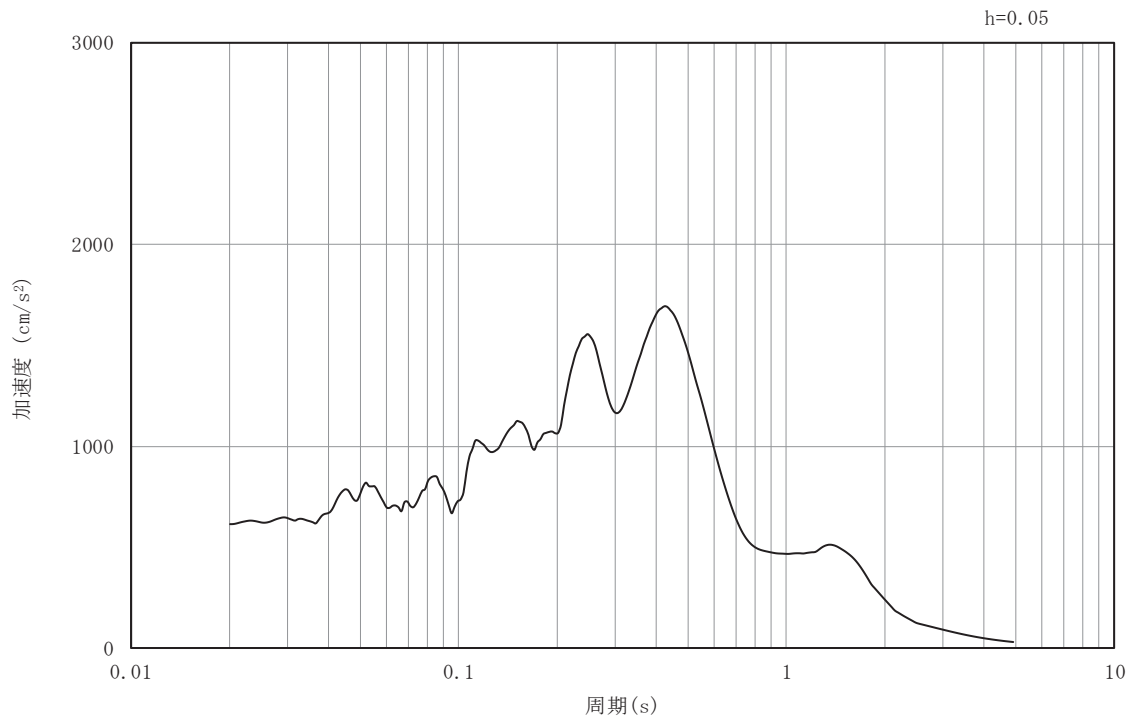


(b) 加速度応答スペクトル

図3-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - F 3)

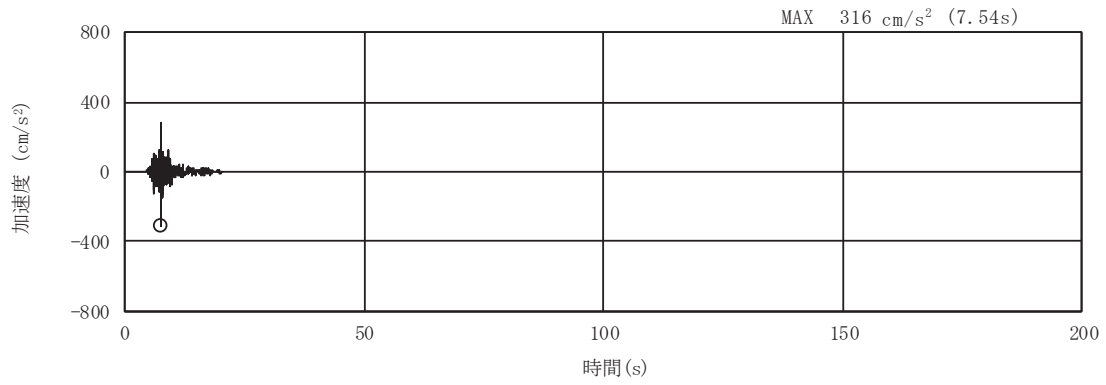


(a) 加速度時刻歴波形

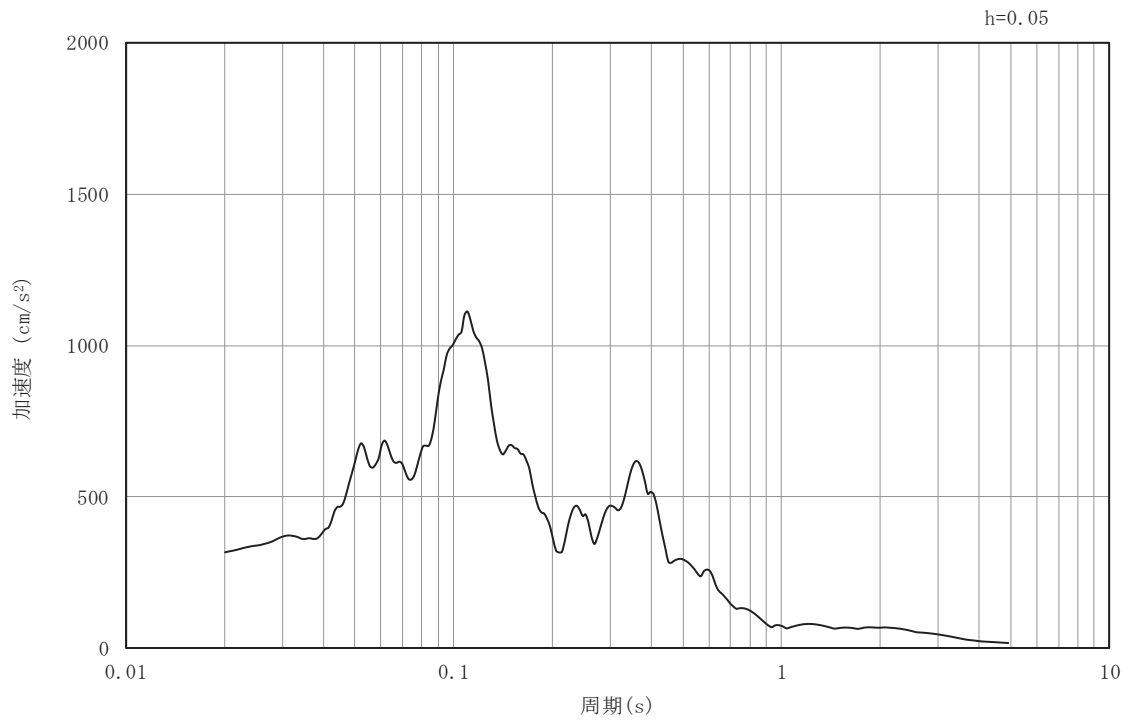


(b) 加速度応答スペクトル

図3-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 水平成分: S s - N 1)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図3-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(B-B断面, 鉛直成分: S s - N 1)

3.5 解析モデル及び諸元

3.5.1 解析モデル

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の地震応答解析モデルを図 3-33 及び図 3-34 に示す。なお、図 3-34 の地震応答解析モデル（B-B 断面）は、添付書類「VI-2-2-7 海水ポンプ室の地震応答計算書」を引用している。

(1) 解析領域

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの解析領域は、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。

(2) 境界条件

二次元有限要素法による時刻歴応答解析の解析モデルの境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。

(3) 構造物のモデル化

構造部材については、線形はり要素及び平面応力要素によりモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

D級を除く岩盤は、線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また、盛土・旧表土及び改良地盤は、地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。

(5) ジョイント要素の設定

地震時の「MMR と構造物」、「盛土及び岩盤と MMR」、「盛土及び岩盤と改良地盤」及び「盛土と構造物」との接合面における剥離及びすべりを考慮するため、これらの接合面にジョイント要素を設定する。

- 凡 例
- 旧表土
 - 盛土
 - セメント改良土
 - MMR
 - 地盤改良土
 - 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部)

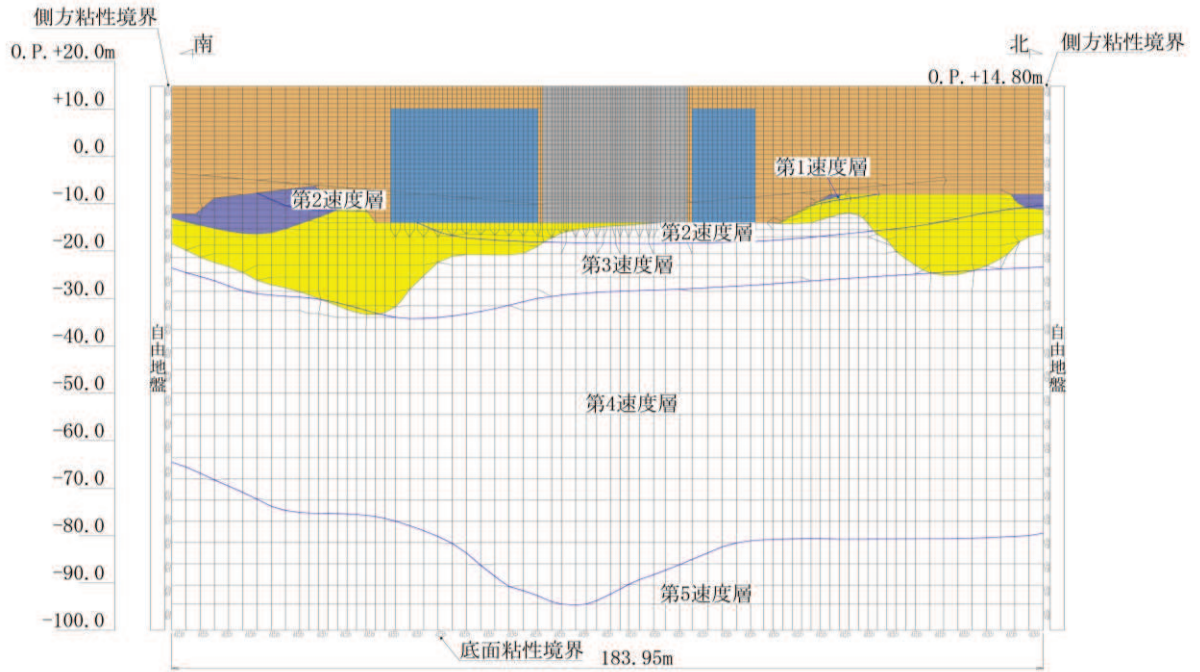


図 3-33 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) の地震応答解析モデル (A-A 断面)

- 凡 例
- 旧表土
 - 盛土
 - セメント改良土
 - MMR
 - 地盤改良土
 - 海水ポンプ室 (補機ポンプエリア)
 - 海水ポンプ室 (補機ポンプエリア)
 - 原子炉建屋
 - 防潮堤 (鋼管式鉛直壁)
 - 背面補強工及び置換コンクリート

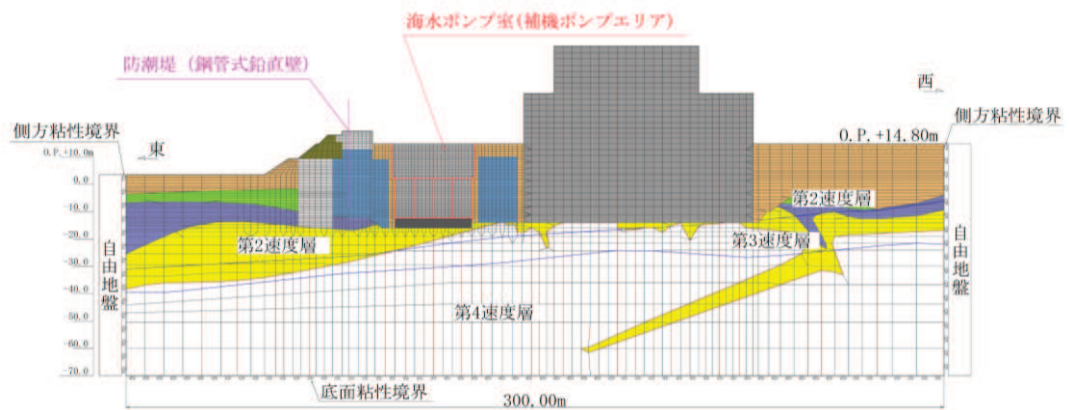


図 3-34 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) の地震応答解析モデル (B-B 断面)

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 3-5 に、材料の物性値を表 3-6 に示す。

表 3-5 使用材料

材料		仕様
コンクリート	側壁, 隔壁, 頂版	設計基準強度 20.5N/mm ²
	側壁 (新設部)	設計基準強度 50.0N/mm ²
鉄筋		SD345
鋼材		SM490

表 3-6 材料の物性値 (構造部材)

材料	項目		材料諸元	備考	
鉄筋コンクリート	単位体積重量 (kN/m ³)		24.0		
コンクリート	ヤング係数 (N/mm ²)	実強度	37.2N/mm ² *1	3.02×10 ⁴	解析ケース④
			70.0N/mm ² *2	3.70×10 ⁴	
		設計基準強度	20.5N/mm ²	2.33×10 ⁴	解析ケース①, ②, ③
			50.0N/mm ²	3.30×10 ⁴	
ポアソン比		0.2			
鋼材	単位体積重量 (kN/m ³)		77.0		
	ヤング係数 (N/mm ²)		2.00×10 ⁵		
	ポアソン比		0.3		

注記*1: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験の結果を使用する。

*2: 新設部のため推定強度を使用する。

3.5.3 地盤の物性値

地盤については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。

3.5.4 地下水位

設計用地下水位は、添付資料「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。設計用地下水位の一覧を表 3-7 に、設計用地下水位を図 3-35 及び図 3-36 に示す。

表 3-7 設計用地下水位の一覧

施設名称	地震時荷重算出断面	設計用地下水位
原子炉機冷却 海水配管ダクト (鉛直部)	A-A断面	O. P. -3.50m～O. P. -10.50m
	B-B断面	O. P. -8.50m～O. P. +2.43m*

注記*：朔望平均満潮位

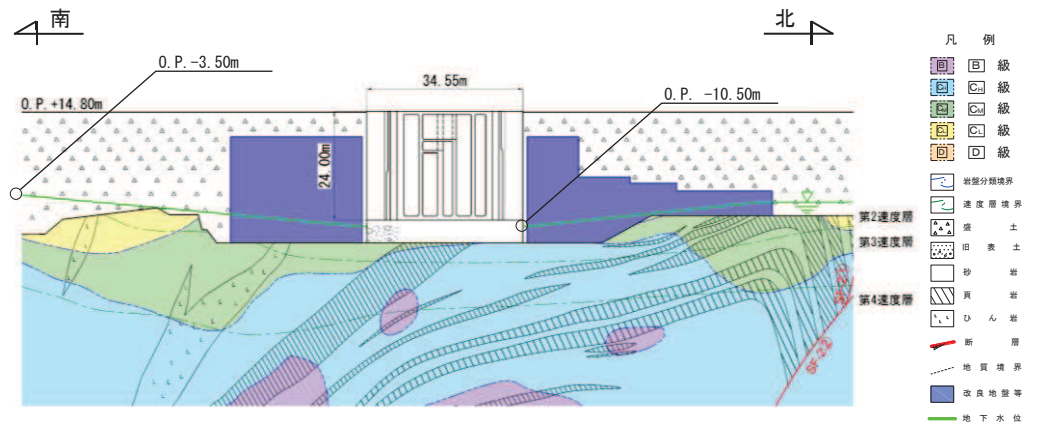


図 3-35 設計用地下水位 (A-A 断面)

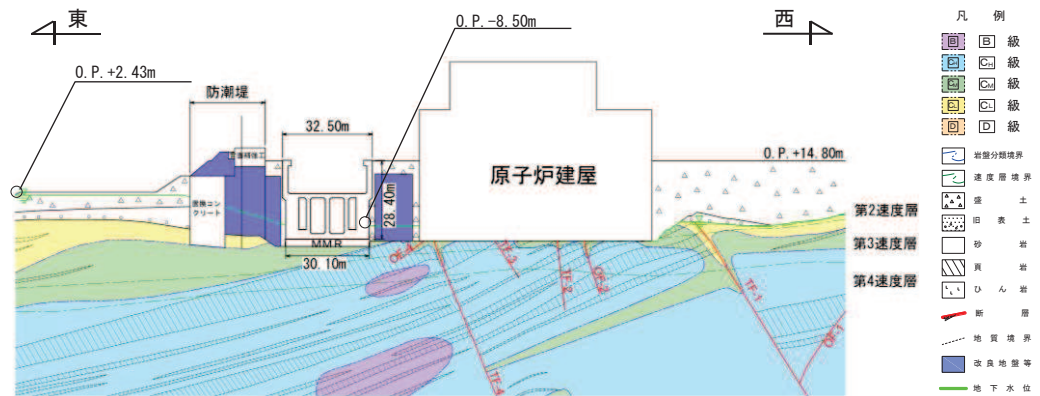


図 3-36 設計用地下水位 (B-B 断面)

3.6 地震応答解析結果

構造部材の曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査のうち、照査値が最大となる曲げ・軸力系の破壊に対する照査の地震動・解析ケースにおける作用荷重分布図を図3-37及び図3-38に示す。

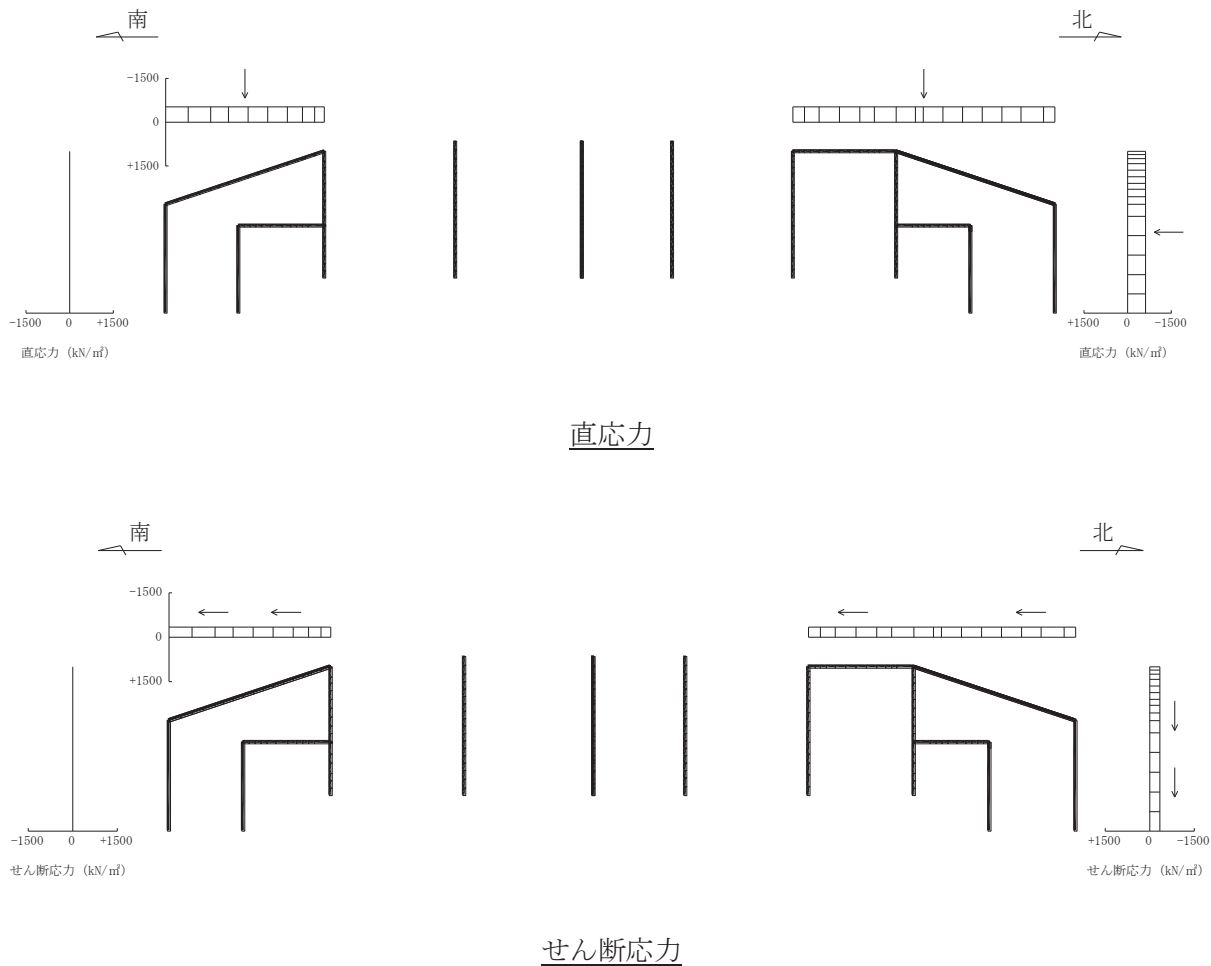


図3-37 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
 (断面⑤，解析ケース③， $S_s - N1$ (-+))

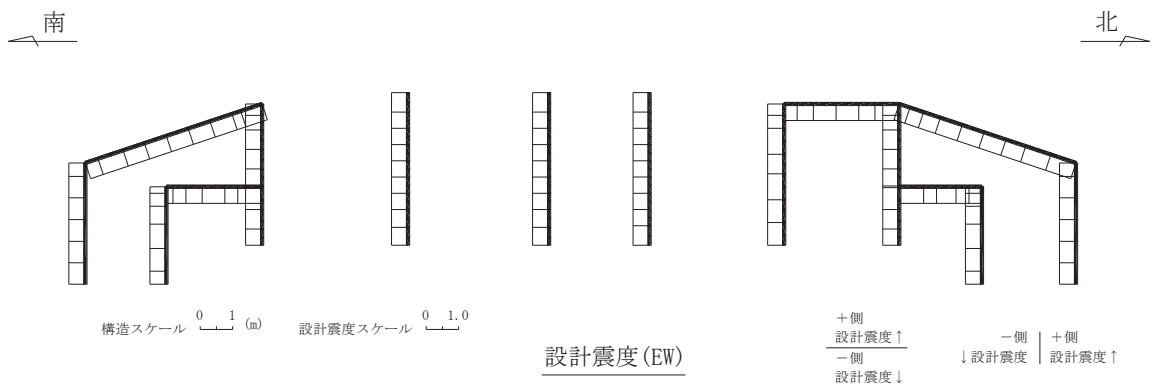
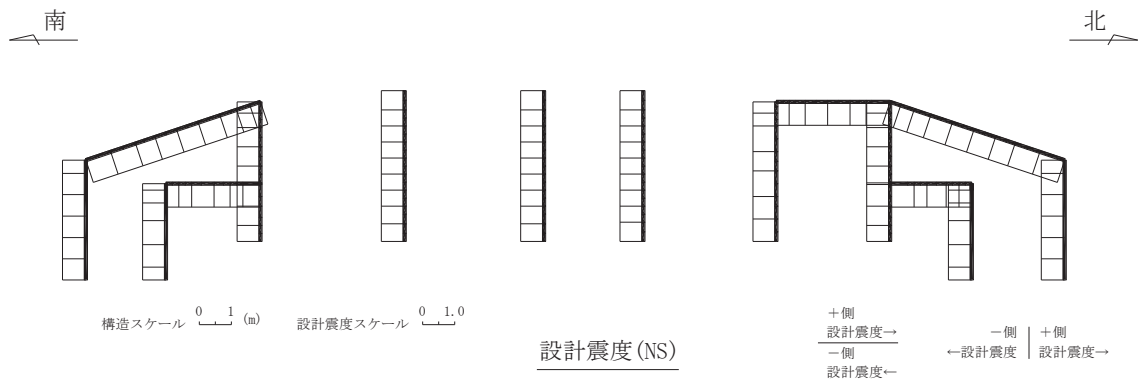


図 3-38 作用荷重分布図（設計震度分布）
 (断面⑤, 解析ケース③, S s - N 1 (-+))

4. 二次元構造解析

4.1 評価対象部材

二次元構造解析の評価対象部材は、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）を構成する構造部材である頂版、側壁、隔壁及び鋼材とする。

断面①～⑤の解析モデル図及び評価対象部材を図4-1～図4-5に示す。

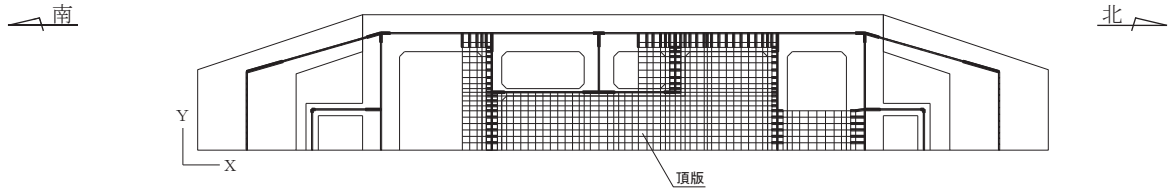


図4-1 二次元構造解析の解析モデル図及び評価対象部材（断面①）

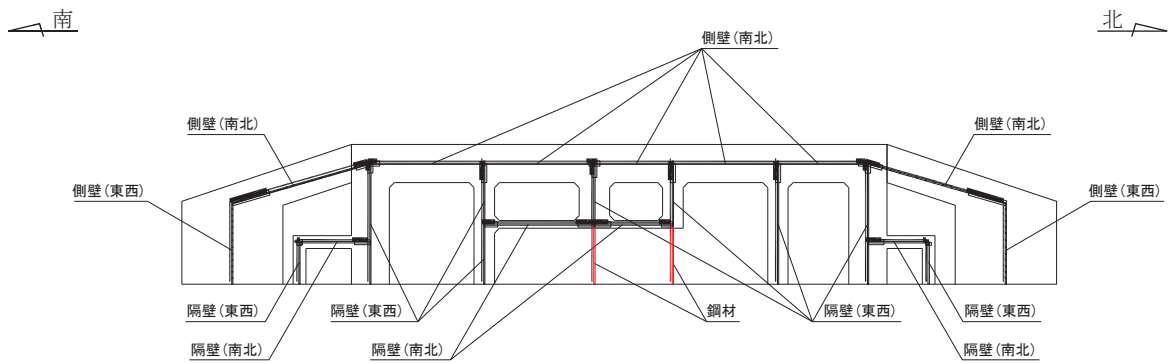


図4-2 二次元構造解析の解析モデル図及び評価対象部材（断面②）

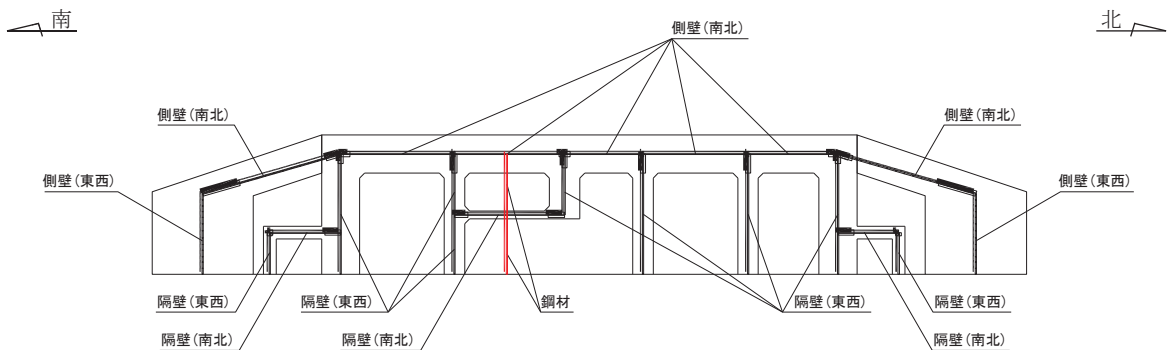


図4-3 二次元構造解析の解析モデル図及び評価対象部材（断面③）

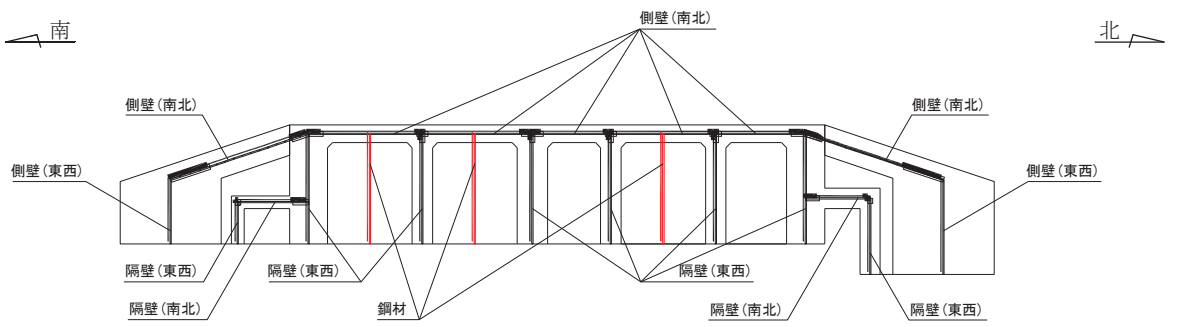


図 4-4 二次元構造解析の解析モデル図及び評価対象部材 (断面④)

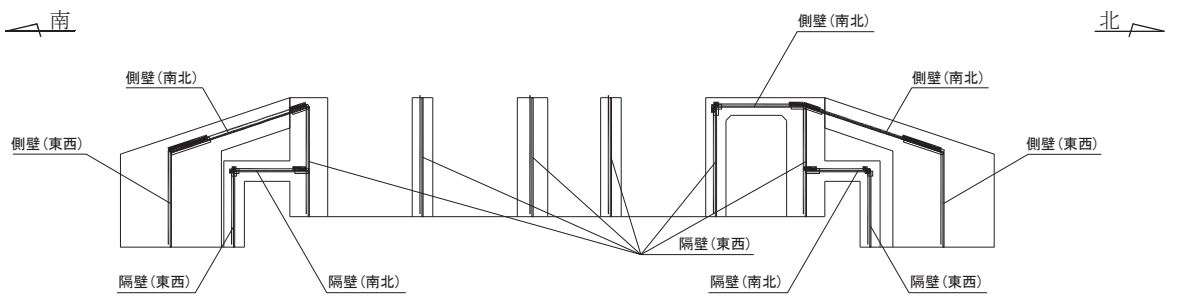


図 4-5 二次元構造解析の解析モデル図及び評価対象部材 (断面⑤)

4.2 解析方法

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の二次元構造解析は、「3. 地震応答解析」より得られた応答値に基づき、断面ごとに各基準地震動 S_s の包絡荷重を作成し、東西方向及び南北方向から同時に入力し、各構造部材について、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査を実施する。なお、断面①は頂版を有しており鉛直方向に面外変形することから、水平方向及び鉛直方向の荷重を入力し、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査を実施する。

二次元構造解析には、解析コード「TDAPⅢ Ver. 3.10.01」を用いる。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

4.3 解析モデルの諸元

4.3.1 解析モデル

(1) 構造物のモデル化

面部材と壁部材から構成される断面①は、面部材を線形シェル要素、壁部材をファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化する（図4-1参照）。シェル要素における各要素の断面力の方向を図4-6に示す。

壁部材のみから構成される断面②～⑤の鉄筋コンクリート部材はファイバーモデルによる非線形はり要素でモデル化し、鋼材は両端をピン支持とした軸力のみを負担する線形はり要素でモデル化する（図4-2～図4-5参照）。

なお、ファイバーモデルは、はり要素の断面を層状に分割し各層に材料の非線形性を考慮する材料非線形モデルであり（図4-7参照）、図4-8に示すコンクリートの応力-ひずみ関係及び図4-9に示す鉄筋の応力-ひずみ関係を考慮する。

(2) 境界条件

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は海水ポンプ室に懸架され一体構造となっていることから、二次元構造解析モデルにおける海水ポンプ室との取合部は固定境界としている。

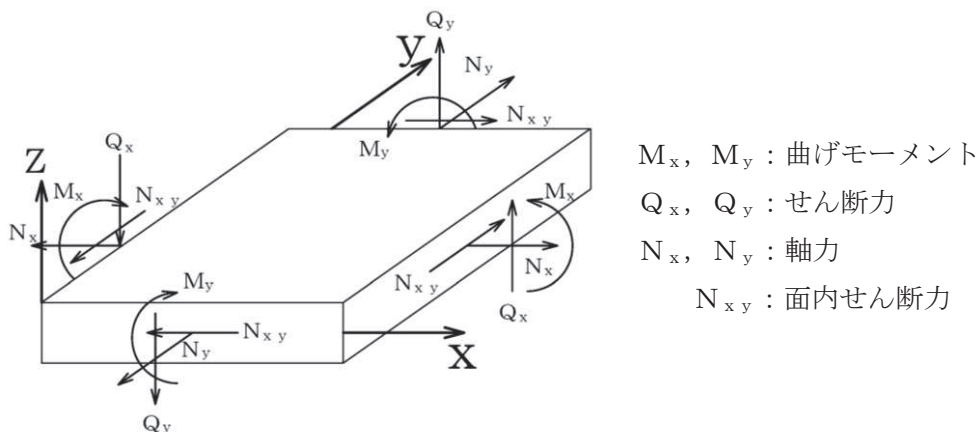


図4-6 シェル要素の各要素における断面力の方向

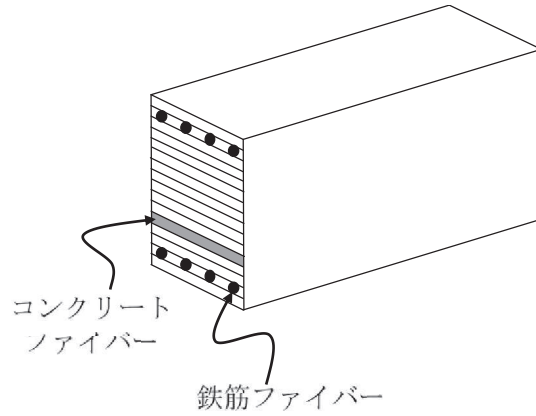


図 4-7 ファイバーモデルの概念図

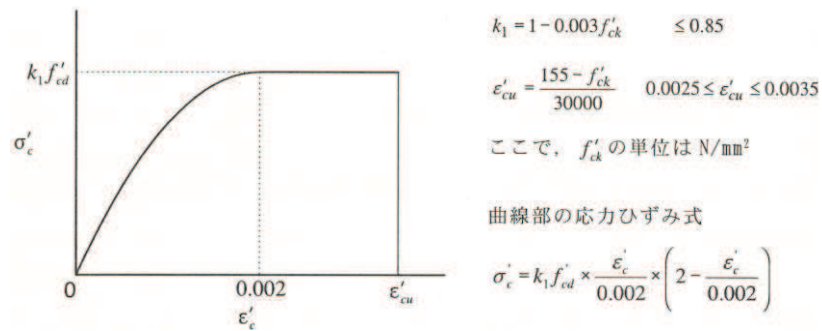


図 4-8 構造部材の非線形特性（コンクリートの応力-ひずみ関係）
 （コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）より引用）

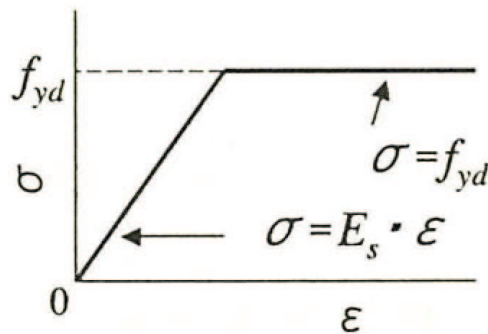


図 4-9 構造部材の非線形特性（鉄筋の応力-ひずみ関係）
 （コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）より引用）

4.3.2 使用材料及び材料の物性値

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の使用材料及び材料の物性値は、「3.5.2 使用材料及び材料の物性値」に基づき設定する。

4.4 入力荷重

二次元構造解析の入力荷重は、地震応答解析に基づく応答値を用いて算定する。入力荷重の一覧を表4-1に示す。

表4-1 二次元構造解析における入力荷重

区分	種別	考慮する荷重
常時荷重	固定荷重	躯体自重
	積載荷重	機器・配管荷重
	常時土圧	躯体に作用する常時土圧
地震時荷重	慣性力	躯体，機器・配管に作用する慣性力
	地震時土圧*	躯体に作用する地震時土圧

注記*：各断面区間の最大値を採用する。

4.5 二次元構造解析結果

4.5.1 断面①の解析結果

断面①の構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力分布図を図4-10～図4-14に、せん断破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力分布図を図4-15及び図4-16に示す。

なお、断面①と断面②の壁部材は壁厚及び配筋が同一であり、断面①は頂版を有するため断面②よりも構造的に有利となることから、断面①における壁部材の照査は断面①と断面②の荷重を包絡して照査を行う断面②で代表とし、断面①では面部材である頂版の照査を行う。

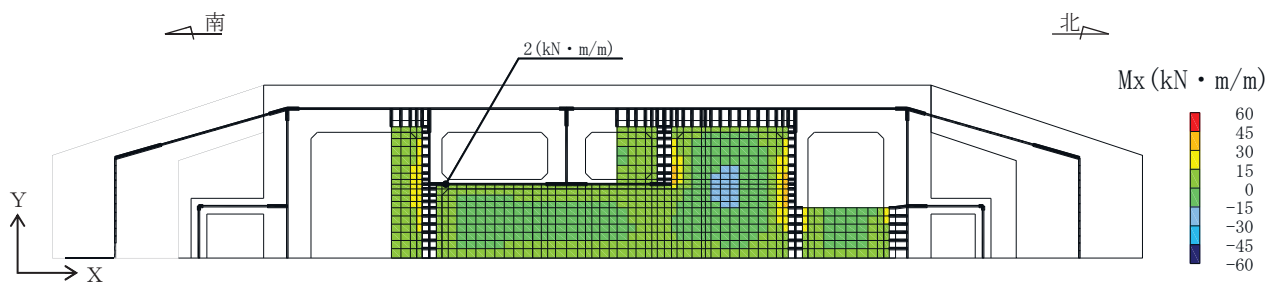


図4-10 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN・m/m) : M_x)

(頂版, 解析ケース④, $S_s - D2$ (++))

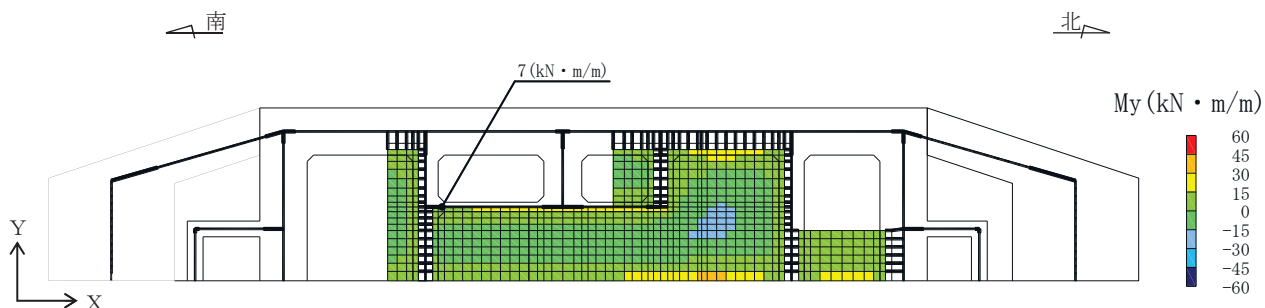


図4-11 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN・m/m) : M_y)

(頂版, 解析ケース④, $S_s - D2$ (++))

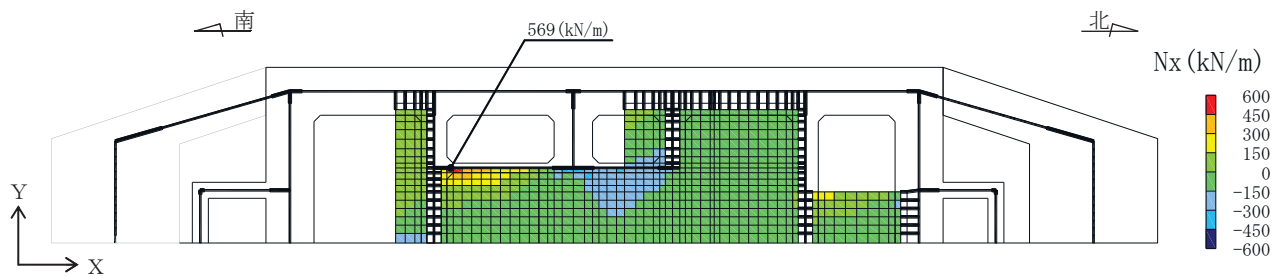


図 4-12 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(頂版, 解析ケース④, $S_s - D_2$ (++))

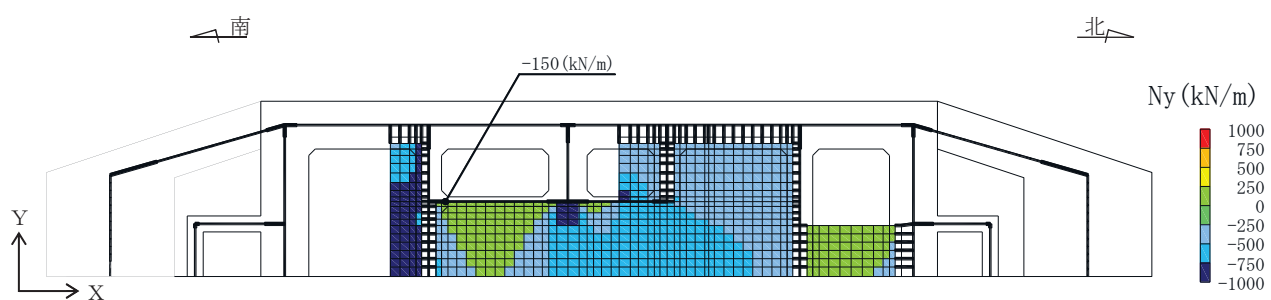


図 4-13 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_y)

(頂版, 解析ケース④, $S_s - D_2$ (++))

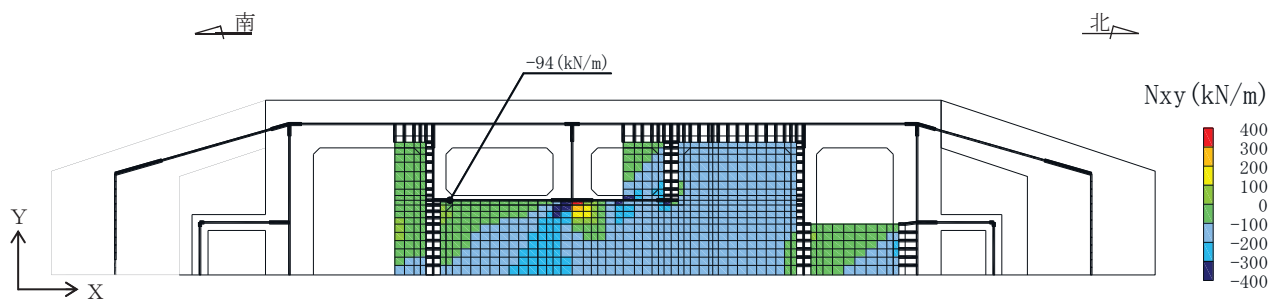


図 4-14 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(面内せん断力 (kN/m) : N_{xy})

(頂版, 解析ケース④, $S_s - D_2$ (++))

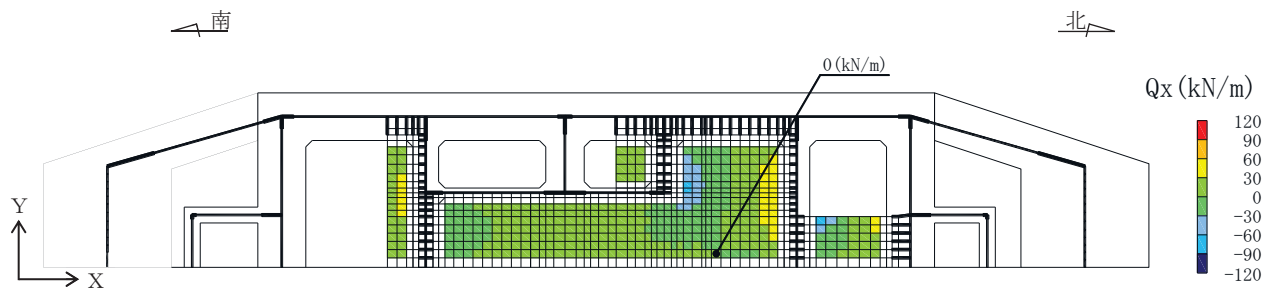


図 4-15 せん断破壊に対する照査における照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (頂版, 解析ケース②, $S_s - D 2$ (++))

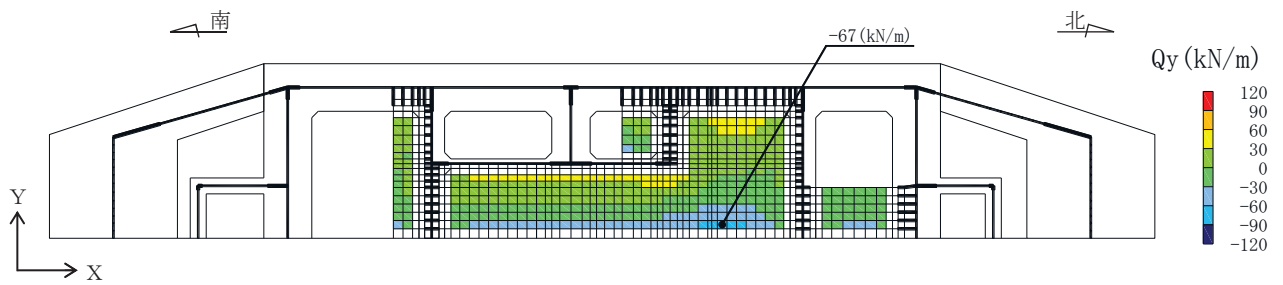


図 4-16 せん断破壊に対する照査における照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (頂版, 解析ケース②, $S_s - D 2$ (++))

VI-2-2-12-2 R 0
 ⑤
 O 2

4.5.2 断面②の解析結果

断面②の構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-17に、せん断破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-18に示す。

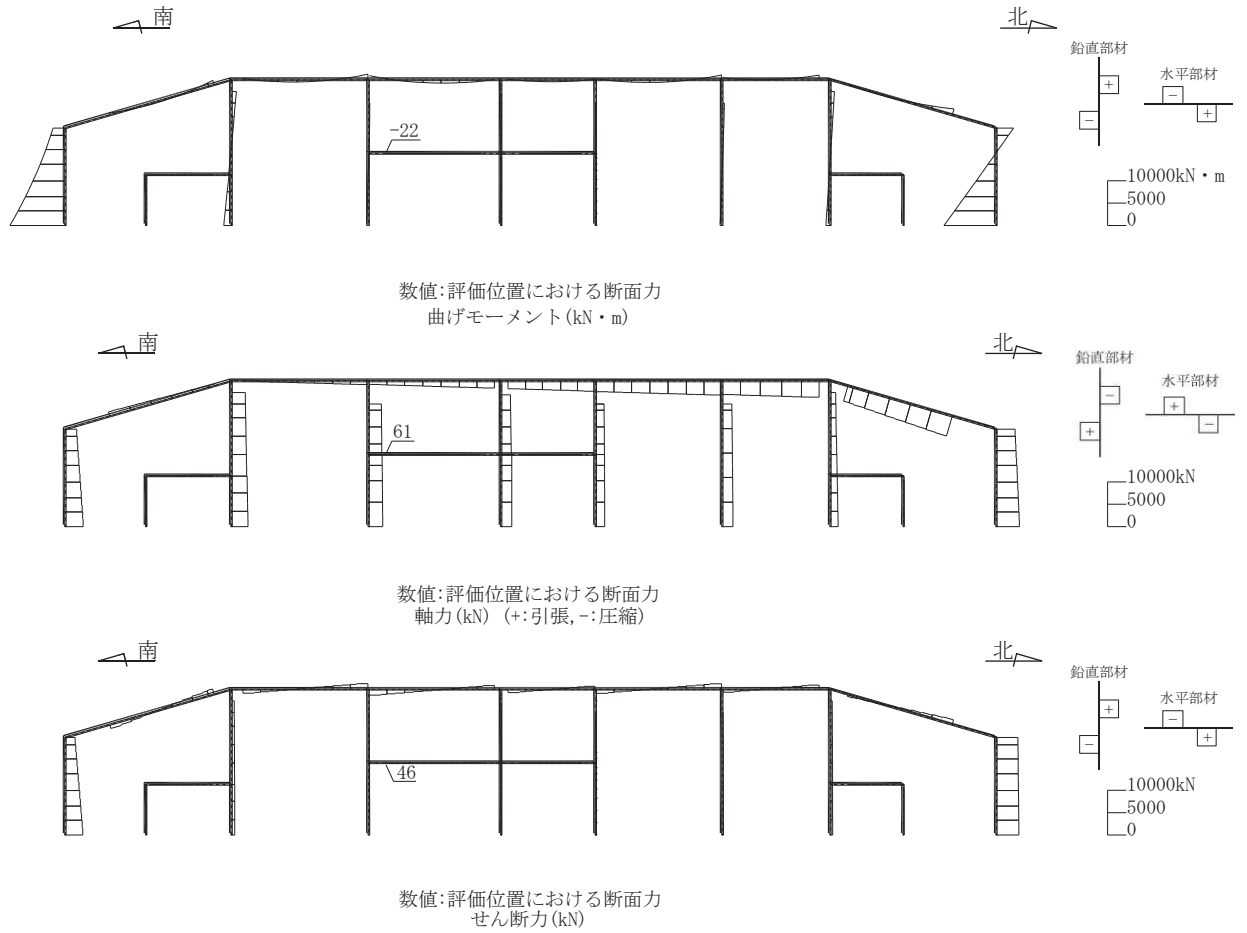
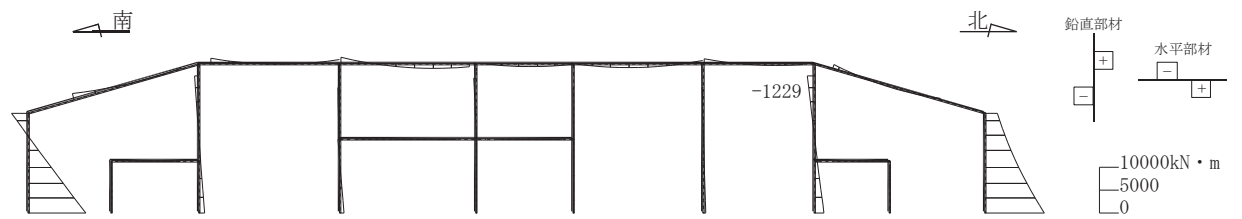
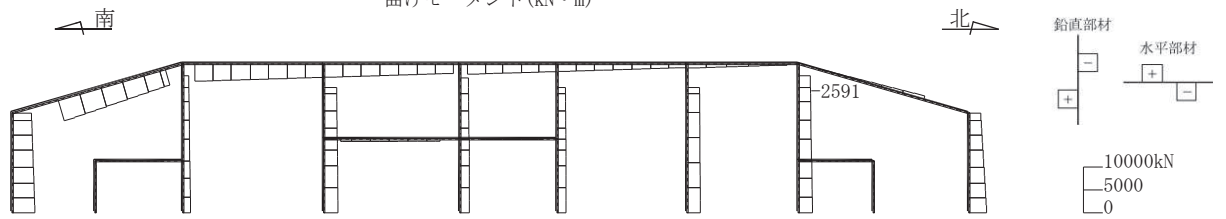


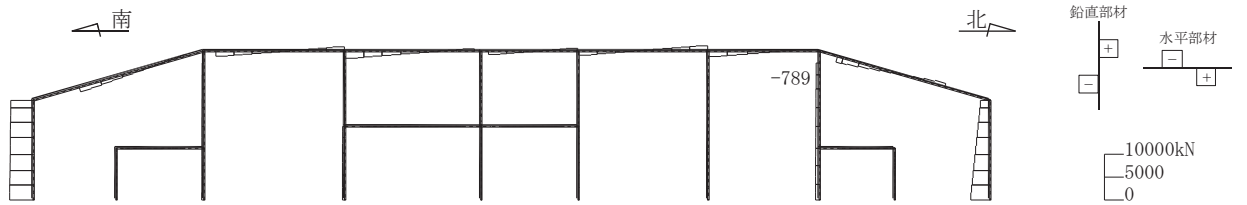
図4-17 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図
(隔壁 (南北), 解析ケース①, S s - D 1 (-+))



数值: 評価位置における断面力
曲げモーメント (kN・m)



数值: 評価位置における断面力
軸力 (kN) (+: 引張, -: 圧縮)



数值: 評価位置における断面力
せん断力 (kN)

図 4-18 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
(隔壁 (東西), 解析ケース④, S s - D 2 (++))

VI-2-2-12-2 R 0

⑤

0 2

4.5.3 断面③の解析結果

断面③の構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-19に、せん断破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-20に示す。

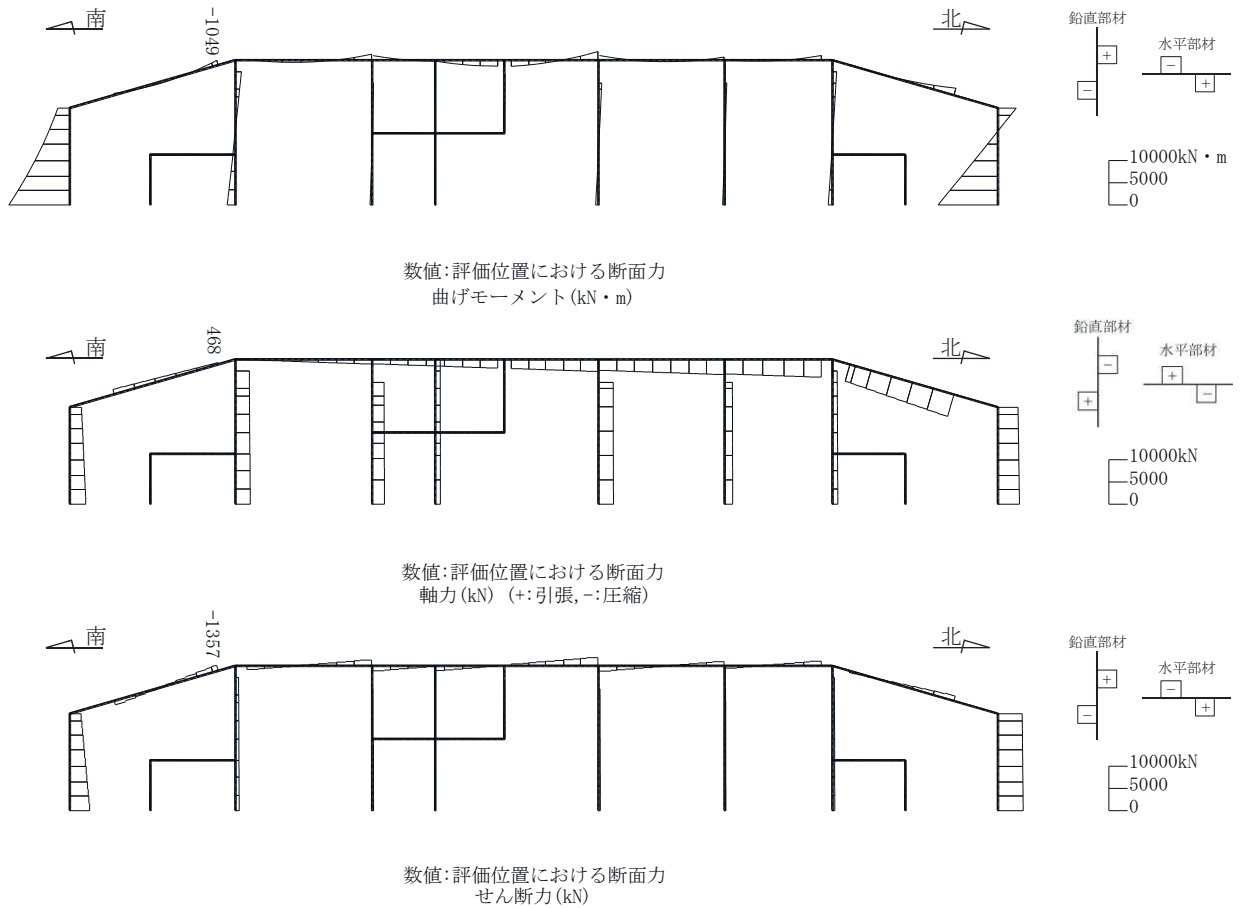
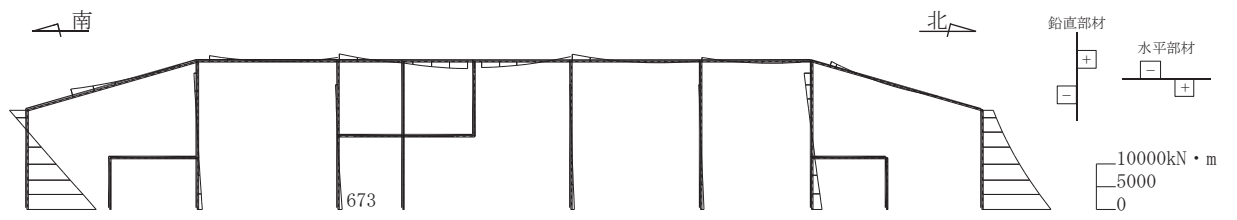
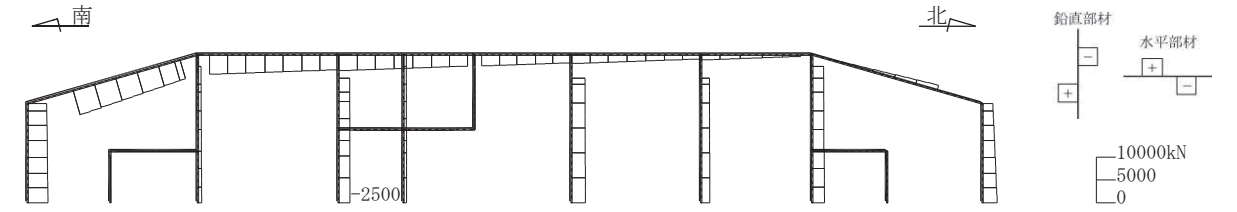


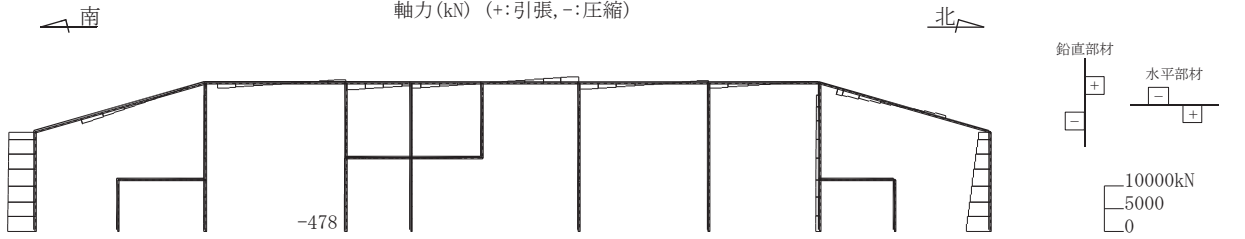
図4-19 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図
(側壁(南北), 解析ケース②, $S_s - D2$ (++))



数值: 評価位置における断面力
 曲げモーメント (kN · m)



数值: 評価位置における断面力
 軸力 (kN) (+: 引張, -: 圧縮)



数值: 評価位置における断面力
 せん断力 (kN)

図 4-20 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (隔壁 (東西), 解析ケース④, S s - D 2 (++))

VI-2-2-12-2 R 0

⑤

0 2

4.5.4 断面④の解析結果

断面④の構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-21に、せん断破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-22に示す。

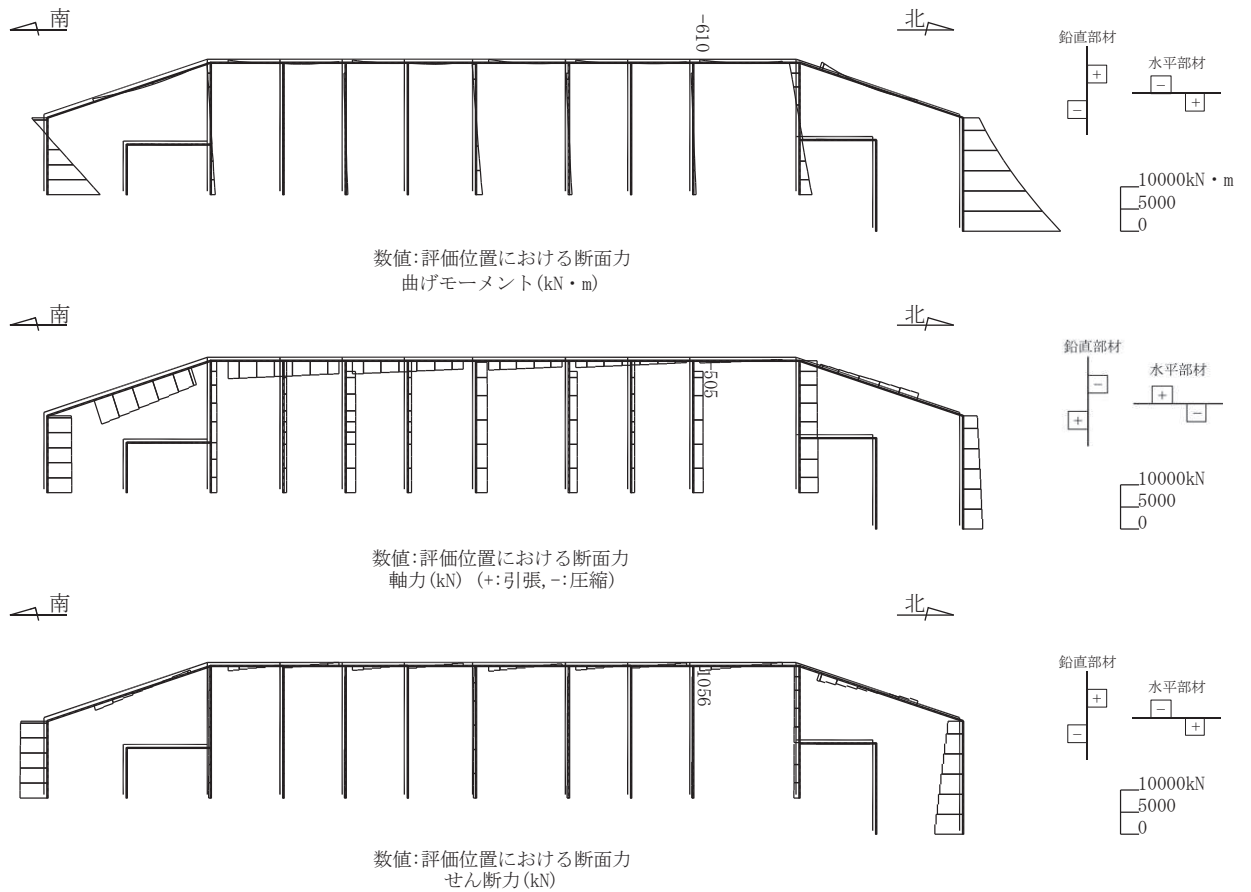


図4-21 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図
(側壁(南北), 解析ケース③, S_s-N1 (-+))

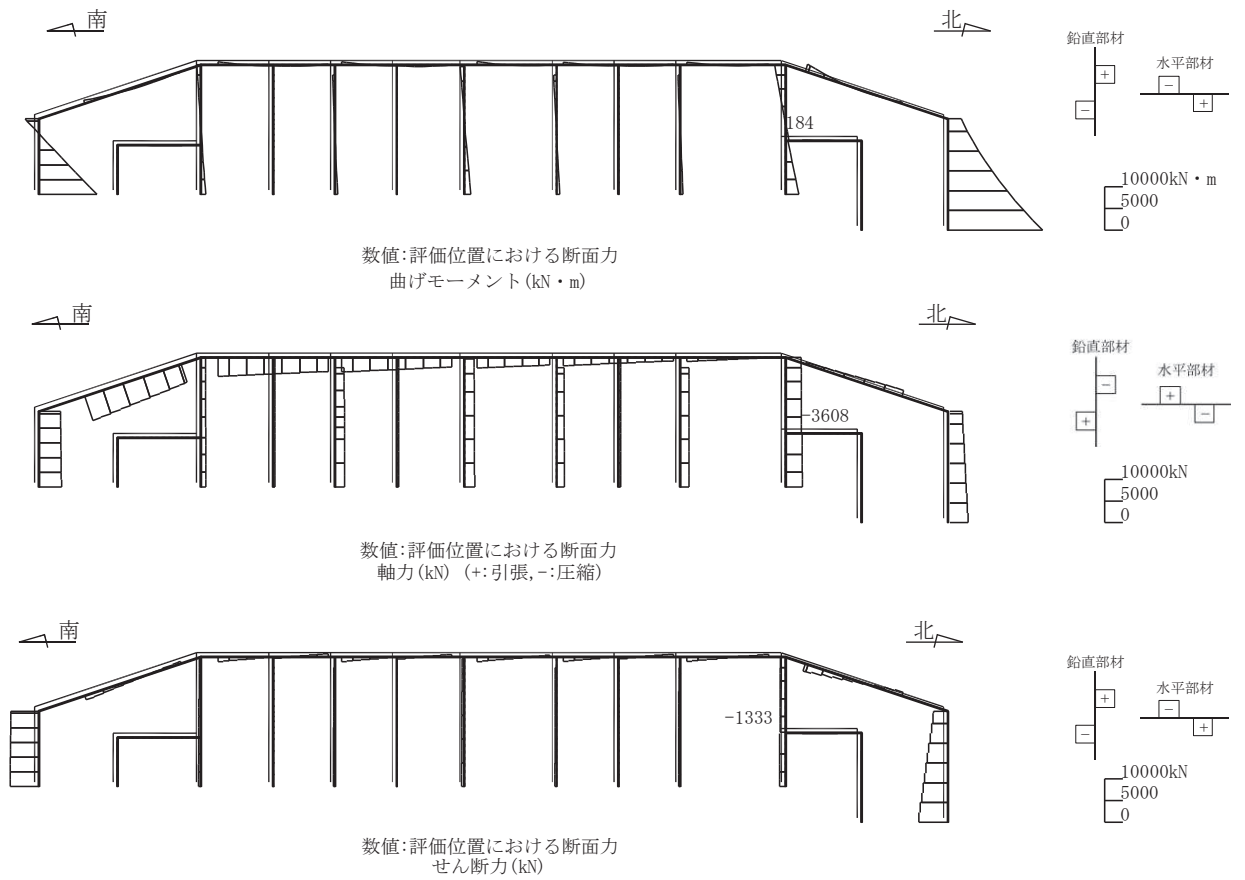


図 4-22 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
(隔壁 (東西), 解析ケース④, S s - D 2 (++))

4.5.5 断面⑤の解析結果

断面⑤の構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-23に、せん断破壊に対して最大照査値となる解析ケース及び地震動における断面力図を図4-24に示す。

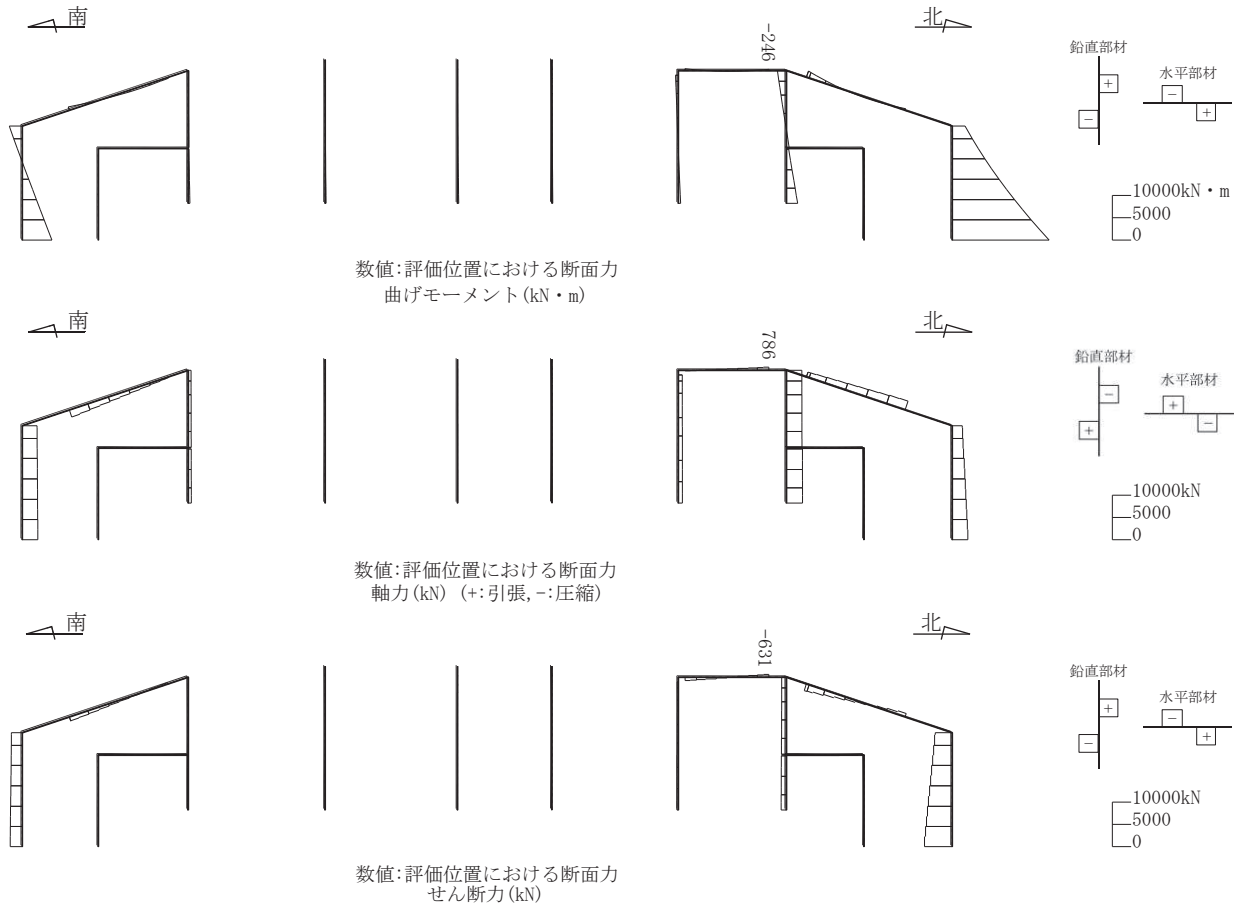


図4-23 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時の断面力図
(側壁 (南北), 解析ケース③, S s - N 1 (-+))

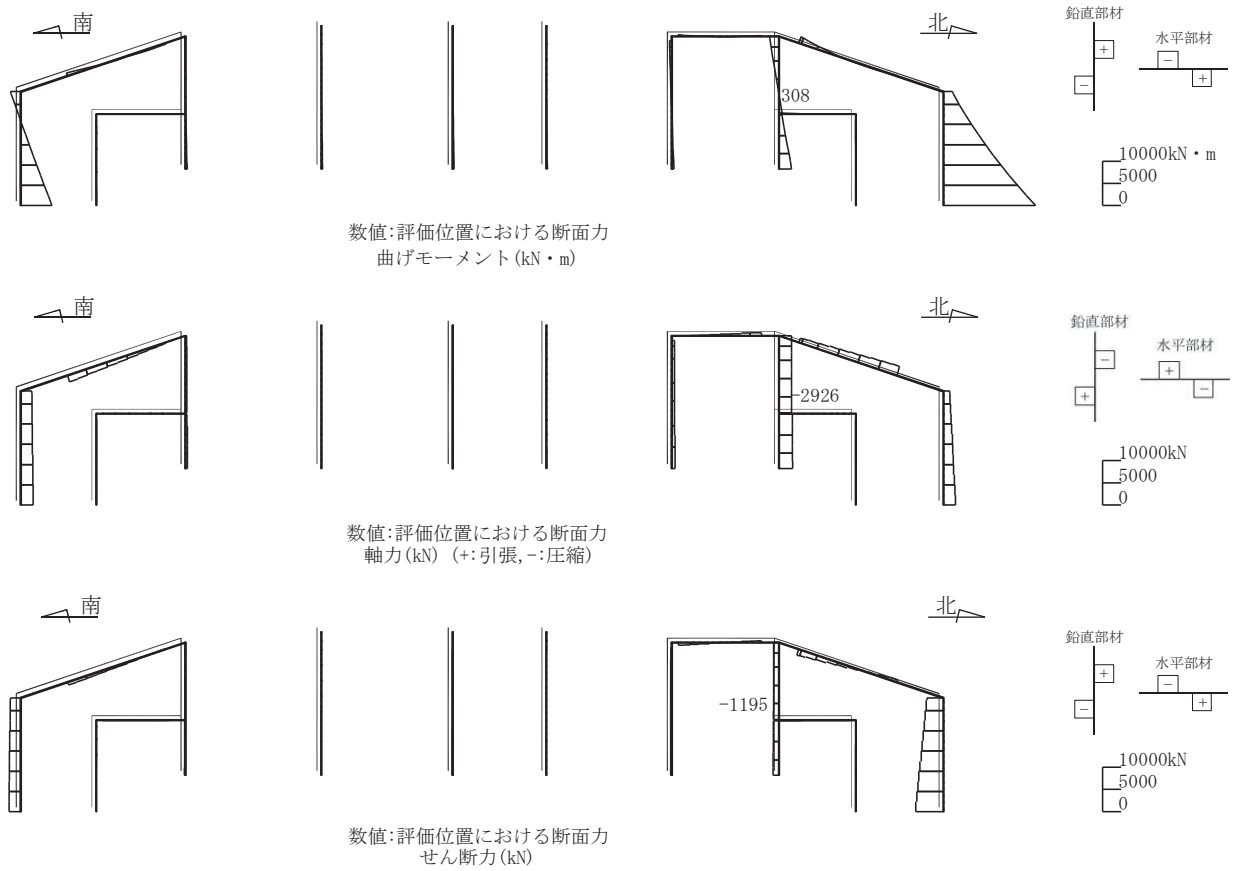


図 4-24 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力図
 (隔壁 (東西), 解析ケース④, S s - D 2 (++))

5. 耐震評価

5.1 構造部材の健全性に対する許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

5.1.1 鉄筋コンクリート部材の健全性に対する許容限界

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

a. 断面①

鉄筋コンクリート部材を線形シェル要素によりモデル化を行う断面①の構造強度を有することの確認、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことにおける構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、短期許容応力度とする。コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表5-1及び表5-2に示す。

なお、頂版に止水機能及びSクラスの施設を支持する機能を要求されるが、短期許容応力度により照査を行うため、構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、全部材に対して構造強度を有することを確認することで、止水機能及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認も同時に行う。

表5-1 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度（断面①）

設計基準強度	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
f'ck=20.5(N/mm ²)	許容曲げ圧縮応力度 σ'_{ca}	7.8	11.7
	許容せん断応力度 τ_{a1}	0.42	0.63

注記*：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

表5-2 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度（断面①）

鉄筋の種類	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
SD345	許容引張応力度 σ_{sa}	196	294

注記*：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年制定）により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

b. 断面②～⑤

鉄筋コンクリート部材を非線形はり要素によりモデル化を行う断面②～⑤の構造強度を有することの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ1.0%）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、土木学会マニュアルではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ1.0%の

状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性等が確保できるとして設定されたものである。

また、側壁及び隔壁のアンカー定着部に要求される S クラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、コンクリート標準示方書に基づき、主筋ひずみ及びコンクリートの圧縮ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（主筋ひずみ 1725μ 、コンクリート圧縮ひずみ 2000μ ）とする。鉄筋コンクリートの曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表 5-3 に示す。

表 5-3 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界（断面②～⑤）

確認項目	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	圧縮縁コンクリートひずみ：1.0% (10000μ)
S クラスの施設を支持する機能を損なわないこと		主鉄筋(SD345)： 1725μ コンクリート： 2000μ

(2) せん断破壊に対する許容限界

a. 断面①

鉄筋コンクリート部材を線形シェル要素によりモデル化を行う断面①の構造強度を有することの確認、止水機能を損なわないこと及び S クラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における構造部材（鉄筋コンクリート）のせん断破壊に対する許容限界は、表 5-1 に示す短期許容応力度とする。

b. 断面②～⑤

鉄筋コンクリート部材を非線形はり要素によりモデル化を行う断面②～⑤の構造強度を有することの確認及び S クラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づくせん断耐力とする。

5.1.2 鋼材の健全性に対する許容限界

鋼材を線形はり要素によりモデル化している部材の構造強度を有することの確認は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，表5-4に示す短期許容応力度とする。

表5-4 鋼材の許容限界

鋼材	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
	SM490	局部座屈に対する許容応力度 σ_{cal}	185

注記*：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）により地震時の割り増し係数として1.5を考慮する。

鋼材の曲げ・軸力系の破壊に対する照査は、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」に基づき，軸方向力と曲げの組合せに対して，(5.1)及び(5.2)に示す応力の照査及び座屈に対する安定の照査を行う。

$$\text{応力の照査： } \sigma_c + \frac{\sigma_{bcy}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eaz}}\right)} \leq \sigma_{cal} \quad \dots \dots \dots (5.1)$$

$$\text{座屈に対する照査： } \frac{\sigma_c}{\sigma_{caz}} + \frac{\sigma_{bcy}}{\sigma_{bagy} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eay}}\right)} + \frac{\sigma_{bcz}}{\sigma_{bao} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_{eaz}}\right)} \leq 1 \quad \dots \dots \dots (5.2)$$

ここに，

- σ_c : 照査する断面に作用する軸方向力による圧縮応力度 (N/mm²)
- $\sigma_{bcy}, \sigma_{bcz}$: 強軸及び弱軸まわりに作用する曲げモーメントによる曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{caz} : 弱軸まわりの許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{bagy} : 局部座屈を考慮しない強軸まわりの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{bao} : 局部座屈を考慮しない許容曲げ圧縮応力度の上限値 (N/mm²)
- σ_{cal} : 局部座屈に対する許容応力度 (N/mm²)
- $\sigma_{eay}, \sigma_{eaz}$: 強軸及び弱軸まわりの許容オイラー座屈応力度 (N/mm²)

$$\sigma_{eay} = 1,200,000 / (l/r_y)^2$$

$$\sigma_{eaz} = 1,200,000 / (l/r_z)^2$$

l : 有効座屈長 (mm)

r_y, r_z : 強軸及び弱軸まわりの断面二次半径 (mm)

5.1.3 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

(1) 基礎地盤（狐崎部層）

基礎地盤（狐崎部層）に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤（狐崎部層）の接地圧に対する許容限界を表 5-5 に示す。

表 5-5 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
極限支持力	狐崎部層	13.7

(2) MMR（既設）

MMR（既設）に発生する接地圧に対する許容限界は、コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）に基づき、コンクリートの支圧強度とする。

MMR（既設）の許容限界を表 5-6 に示す。

表 5-6 MMR（既設）の支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR（既設）	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	コンクリート ($f'_{ck}=15.6\text{N/mm}^2$)	$f'_a=15.6$

5.2 評価方法

構造部材の健全性評価については、地震応答解析により得られた応答値から二次元構造モデルへ入力する荷重を算定し、二次元構造解析により算定した発生応力度、照査用ひずみ、照査用せん断力が「5.1 許容限界」に示す許容限界を下回ることを確認する。基礎地盤の支持性能については、地震応答解析から算定した最大接地圧が「5.1 許容限界」に示す許容限界を下回ることを確認する。

6. 耐震評価結果

6.1 構造部材の健全性に対する評価結果

6.1.1 断面①の評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-1 及び表 6-2 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-3 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の断面①において、発生応力度及び発生せん断力が、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 6-1 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリート）

評価位置*	解析 ケース	地震動	曲げモー メント	軸力	発生 応力度	短期許容 応力度	照査値 σ'_c / σ'_{ca}	
			(kN・m/m)	(kN/m)	σ'_c (N/mm ²)	σ'_{ca} (N/mm ²)		
頂版	101	①	S s - D 1 (-+)	17	-1894	2.5	11.7	0.22

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-2 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（鉄筋）

評価位置*	解析 ケース	地震動	曲げモー メント	軸力	発生 応力度	短期許容 応力度	照査値 σ_s / σ_{sa}	
			(kN・m/m)	(kN/m)	σ_s (N/mm ²)	σ_{sa} (N/mm ²)		
頂版	101	④	S s - D 2 (++)	2	664	100	294	0.35

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-3 せん断破壊に対する照査

評価位置*	解析 ケース	地震動	発生 せん断力	発生 応力度	短期許容 応力度	照査値 τ_d / τ_{a1}	
			(kN/m)	τ_d (N/mm ²)	τ_{a1} (N/mm ²)		
頂版	101	②	S s - D 2 (++)	-67	0.14	0.63	0.23

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

6.1.2 断面②～⑤の評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-4 に、鋼材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-5 及び表 6-6 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-7 に示す。

原子炉機器冷却配管ダクト（鉛直部）の断面②～⑤において照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ）、発生応力度及び照査用せん断力が、構造部材の健全性に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 6-4 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
断面②	隔壁(東西)	233	①	S s - D 2 (++)	683 μ	10000 μ	0.07
断面③	隔壁(東西)	336	②	S s - D 2 (++)	712 μ	10000 μ	0.08
断面④	側壁(南北)	414	②	S s - D 2 (++)	1022 μ	10000 μ	0.11
断面⑤	隔壁(東西)	536	③	S s - N 1 (-+)	805 μ	10000 μ	0.09

注記*1：評価位置は図 6-1 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 6-5 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（鋼材，応力の照査）

評価位置*			解析 ケース	地震動	発生 応力度 σ_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{cal} (N/mm ²)	照査値 σ_c / σ_{cal}
断面②	鋼材	251	①	S _s -F3 (-+)	155	277	0.56
断面③	鋼材	351	②	S _s -D2 (++)	97	277	0.36
断面④	鋼材	451	②	S _s -D2 (++)	88	277	0.32
断面⑤	—	—	—	—	—	—	—

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-6 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（鋼材，座屈に対する安定性の照査）

評価位置*			解析 ケース	地震動	応力度 区分	発生 応力度 σ_c, σ_{bc} (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{ca}, σ_{ba} (N/mm ²)	個別照査値 $\sigma_c / \sigma_{ca},$ $\sigma_{bc} / \sigma_{ba}$	照査値
断面②	鋼材	251	①	S _s -F3 (-+)	軸力	150	252	0.60	0.63
					強軸 曲げ	1	247	0.01	
					弱軸 曲げ	3	246	0.02	
断面③	鋼材	351	②	S _s -D2 (++)	軸力	91	242	0.38	0.41
					強軸 曲げ	1	241	0.01	
					弱軸 曲げ	4	250	0.02	
断面④	鋼材	451	②	S _s -D2 (++)	軸力	69	190	0.37	0.45
					強軸 曲げ	1	190	0.01	
					弱軸 曲げ	13	210	0.07	
断面⑤	—	—	—	—	—	—	—	—	

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-7 せん断破壊に対する最大照査値

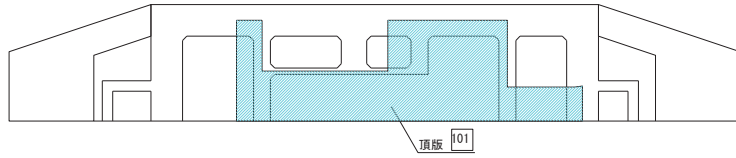
評価位置*1			解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d/V_{y d}$
断面②	隔壁(東西)	238	④	S s - D 2 (++)	829	1649*3	0.51
断面③	隔壁(東西)	333	④	S s - D 2 (++)	502	563*3	0.90
断面④	隔壁(東西)	437	④	S s - D 2 (++)	1400	1808*3	0.78
断面⑤	隔壁(東西)	537	④	S s - D 2 (++)	1255	1965*3	0.64

注記*1：評価位置は図 6-1 に示す。

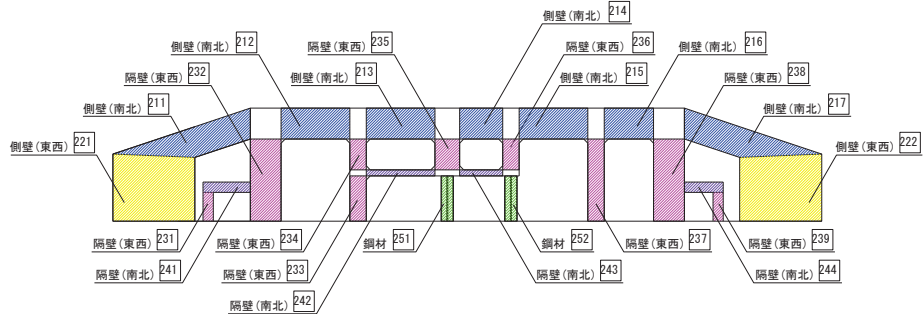
*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a

*3：材料非線形解析によるせん断耐力

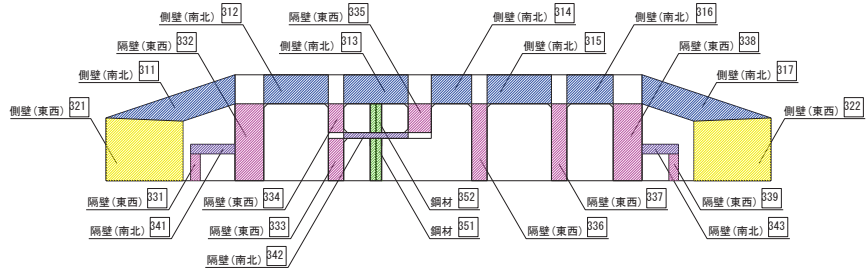
断面①



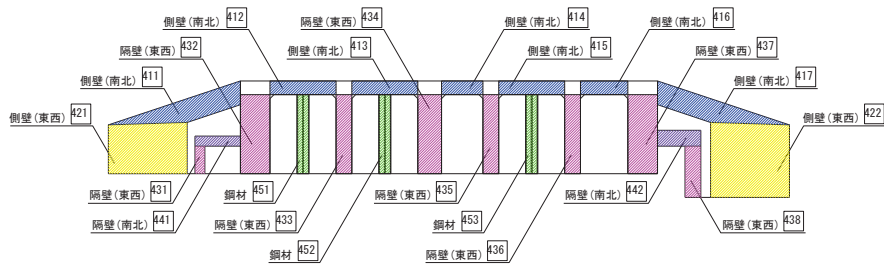
断面②



断面③



断面④



断面⑤

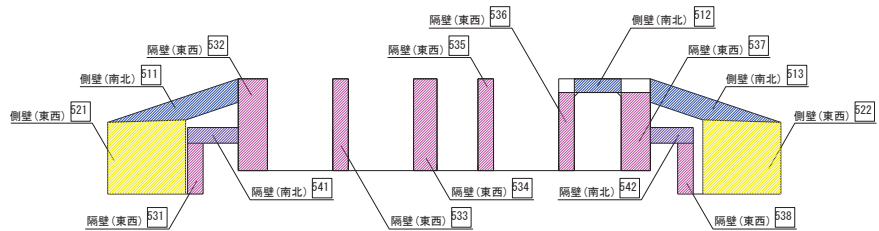


図 6-1 評価位置図

6.2 止水機能に対する評価結果

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の頂版（断面①）の一部に浸水防止のための止水機能が要求されるが、短期許容応力度により照査を行う構造強度を有することの確認と許容限界が同一となることから、「6.1 構造部材の健全性に対する評価結果」の「6.1.1 断面①の評価結果」により、止水機能を損なわないことを確認した。

6.3 Sクラスの施設を支持する機能に対する評価結果

6.3.1 断面①の評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-8 及び表 6-9 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-10 に示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の断面①において、発生応力度及び発生せん断力が、Sクラスの施設を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 6-8 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリート）（再掲）

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生 応力度 σ'_c (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	照査値 σ' / σ'_{ca}
頂版	101	①	S s - D 1 (-+)	17	-1894	2.5	11.7	0.22

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-9 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（鉄筋）（再掲）

評価位置*		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生 応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
頂版	101	④	S s - D 2 (++)	2	664	100	294	0.35

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

表 6-10 せん断破壊に対する照査（再掲）

評価位置*		解析 ケース	地震動	発生 せん断力 (kN/m)	発生 応力度 τ_d (N/mm ²)	短期許容 応力度 τ_{a1} (N/mm ²)	照査値 τ_d / τ_{a1}
頂版	101	②	S s - D 2 (++)	-67	0.14	0.63	0.23

注記*：評価位置は図 6-1 に示す。

6.3.2 断面②～⑤の評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-11 及び表 6-12 に、せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表 6-13 に示す。

原子炉機器冷却配管ダクト（鉛直部）の断面②～⑤において照査用ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみ）及び照査用せん断力が、S クラスの施設を支持する機能に対する許容限界を下回ることを確認した。

表 6-11 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
断面②	隔壁(東西)	233	①	S s - D 2 (++)	683 μ	2000 μ	0.35
断面③	隔壁(東西)	336	②	S s - D 2 (++)	712 μ	2000 μ	0.36
断面④	側壁(南北)	414	②	S s - D 2 (++)	1022 μ	2000 μ	0.52
断面⑤	隔壁(東西)	536	③	S s - N 1 (-+)	805 μ	2000 μ	0.41

注記*1：評価位置は図 6-1 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 6-12 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値（主筋ひずみ）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
断面②	隔壁(南北)	242	①	S s - D 1 (-+)	1017 μ	1725 μ	0.59
断面③	側壁(南北)	311	②	S s - D 2 (++)	873 μ	1725 μ	0.51
断面④	側壁(南北)	416	③	S s - N 1 (-+)	1345 μ	1725 μ	0.78
断面⑤	側壁(南北)	512	③	S s - N 1 (-+)	1596 μ	1725 μ	0.93

注記*1：評価位置は図 6-1 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a

表 6-13 せん断破壊に対する最大照査値（再掲）

評価位置*1			解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d/V_{y d}$
断面②	隔壁(東西)	238	④	S s - D 2 (++)	829	1649*3	0.51
断面③	隔壁(東西)	333	④	S s - D 2 (++)	502	563*3	0.90
断面④	隔壁(東西)	437	④	S s - D 2 (++)	1400	1808*3	0.78
断面⑤	隔壁(東西)	537	④	S s - D 2 (++)	1255	1965*3	0.64

注記*1：評価位置は図 6-1 に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a

*3：材料非線形解析によるせん断耐力

6.4 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、海水ポンプ室に懸架され一体構造になっていることから、添付資料「VI-2-2-8 海水ポンプ室の耐震性についての計算書」により、基礎地盤に発生する最大接地圧が極限支持力を下回ること及び MMR（既設）に発生する最大接地圧が支圧強度を下回ることを確認した。

VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-1 原子炉冷却系統施設の耐震性についての計算結果
- VI-2-5-2 原子炉冷却材再循環設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-3 原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-4 残留熱除去設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-6 原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-7 原子炉補機冷却設備の耐震性についての計算書
- VI-2-5-8 原子炉冷却材浄化設備の耐震性についての計算書

VI-2-5-3 原子炉冷却材の循環設備の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書

VI-2-5-3-2 復水給水系の耐震性についての計算書

VI-2-5-3-1 主蒸気系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-5-3-1-1 アキュムレータの耐震性についての計算書

VI-2-5-3-1-2 管の耐震性についての計算書（主蒸気系）

VI-2-5-3-1-2 管の耐震性についての計算書
(主蒸気系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	18
3. 計算条件	38
3.1 計算方法	38
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	39
3.3 設計条件	41
3.4 材料及び許容応力	57
3.5 設計用地震力	58
4. 解析結果及び評価	60
4.1 固有周期及び設計震度	60
4.2 評価結果	72
4.2.1 管の応力評価結果	72
4.2.2 支持構造物評価結果	78
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	79
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	80

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、主蒸気系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 21 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

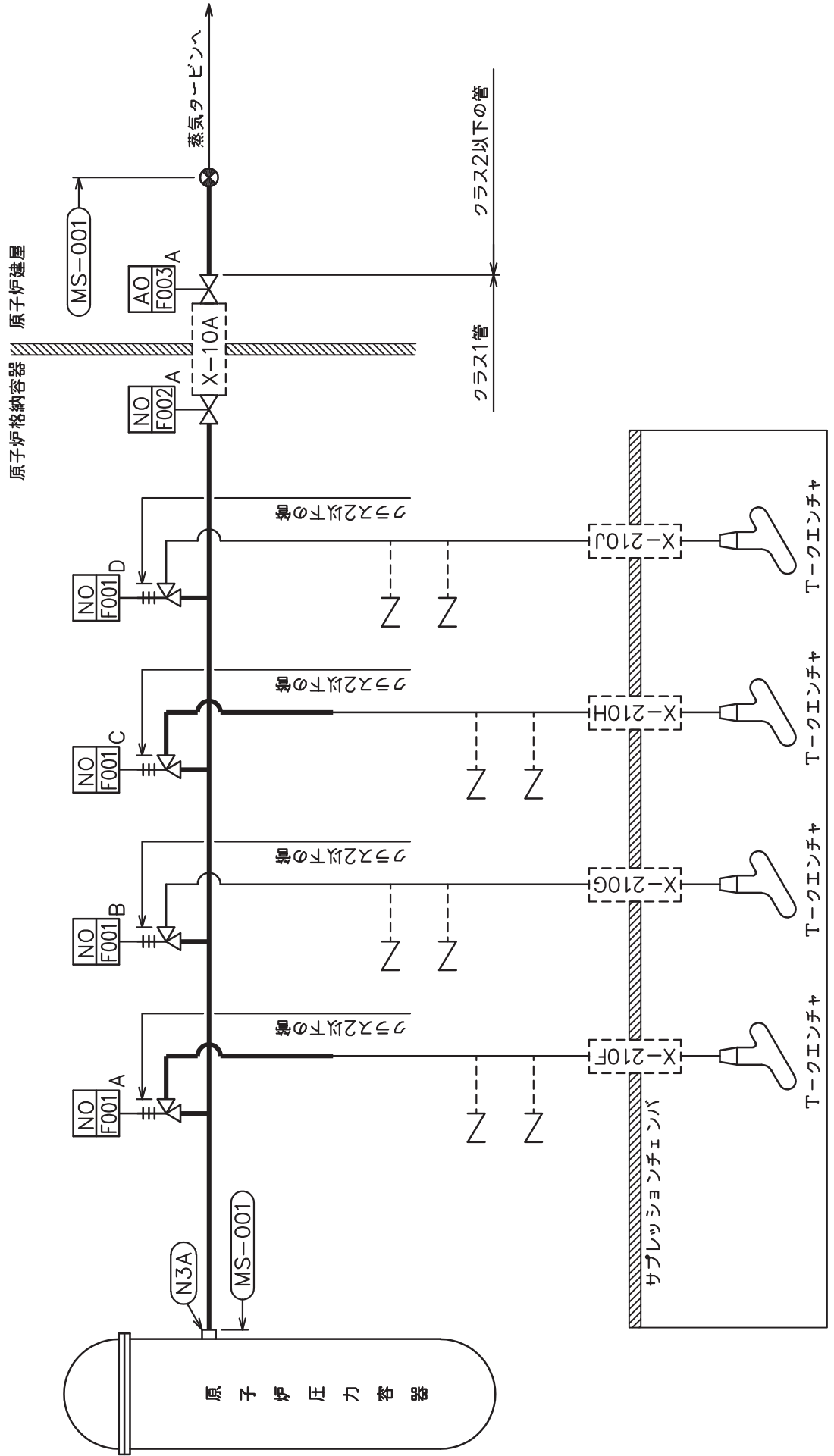
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

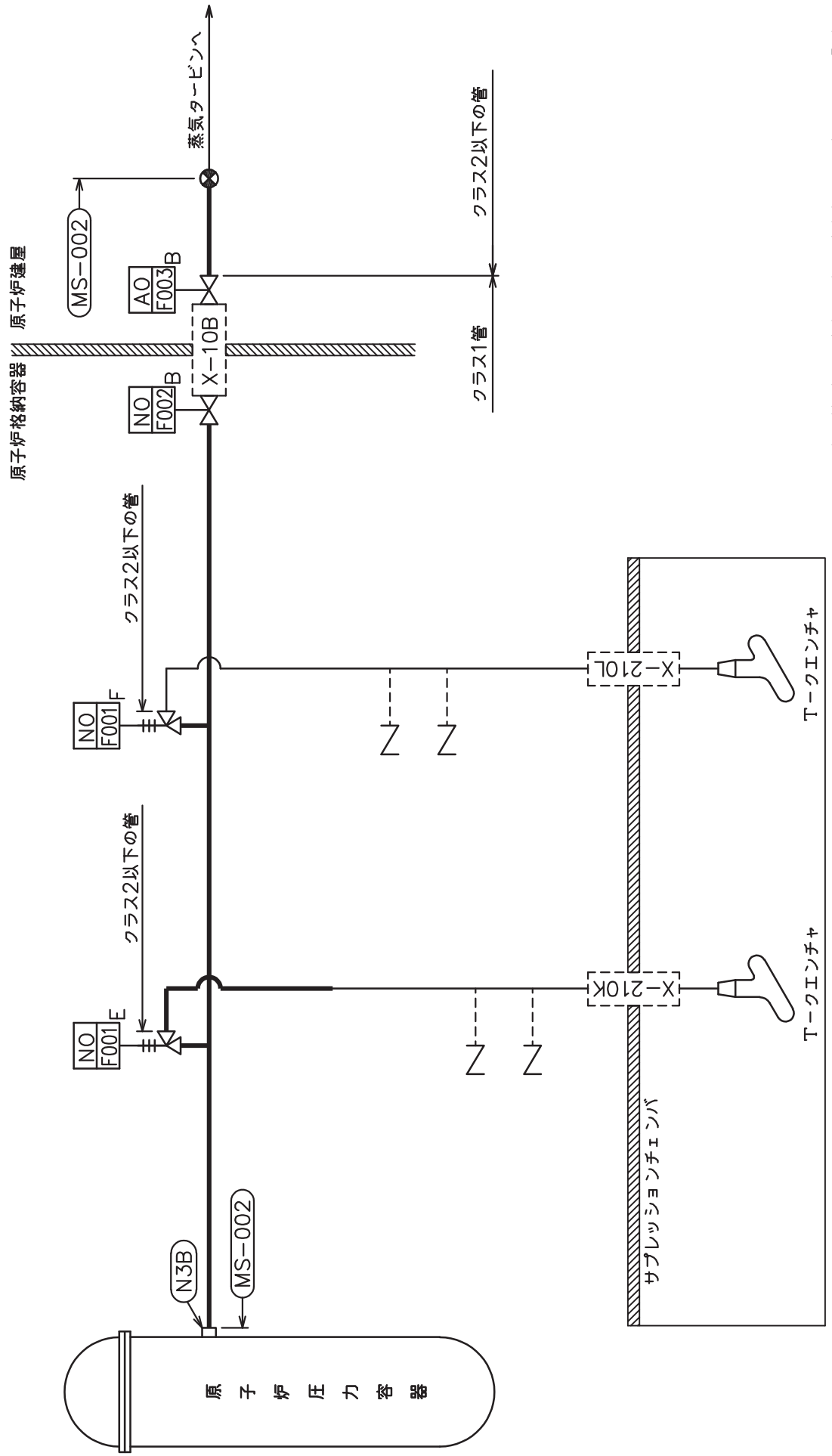
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

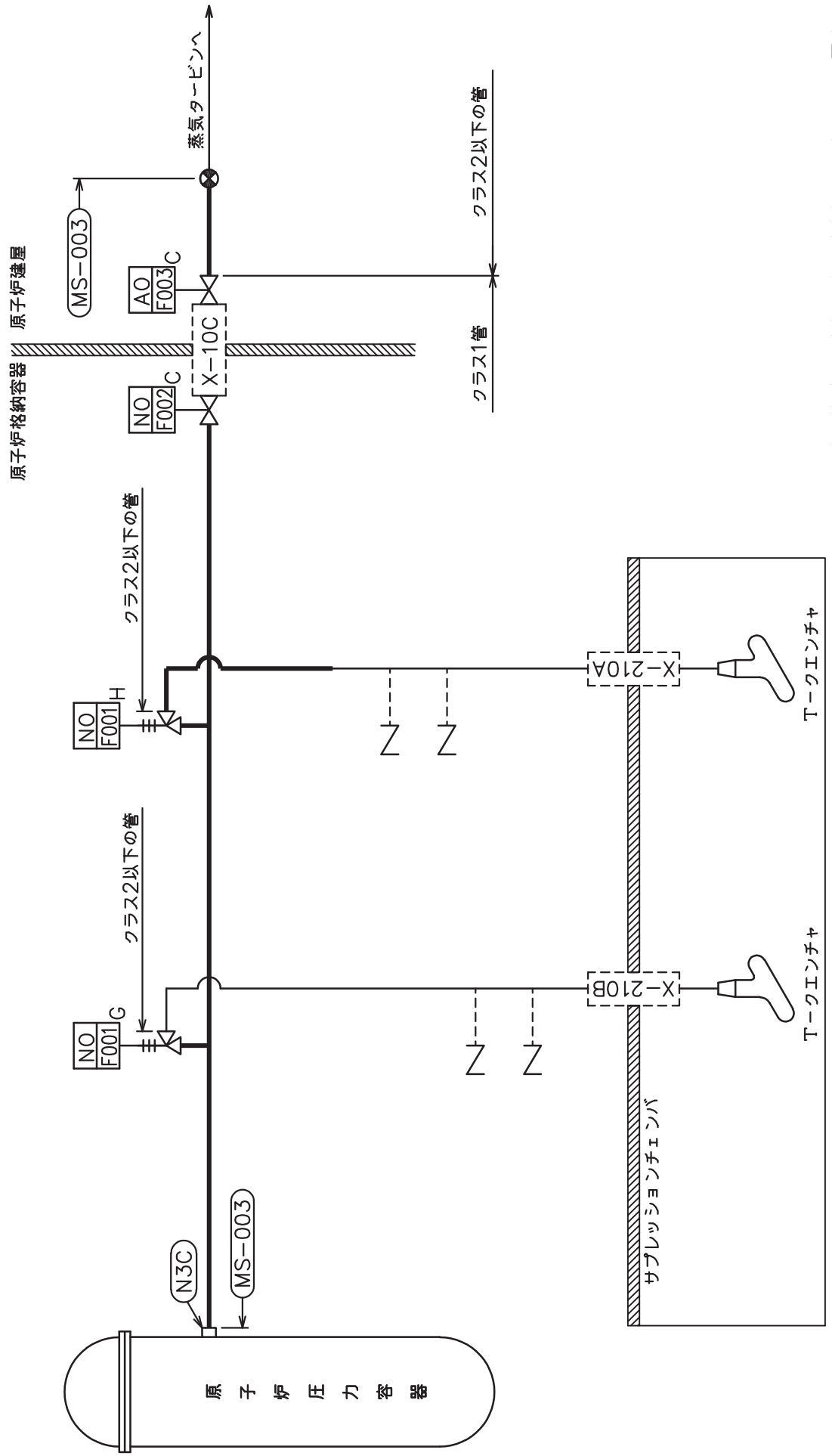
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

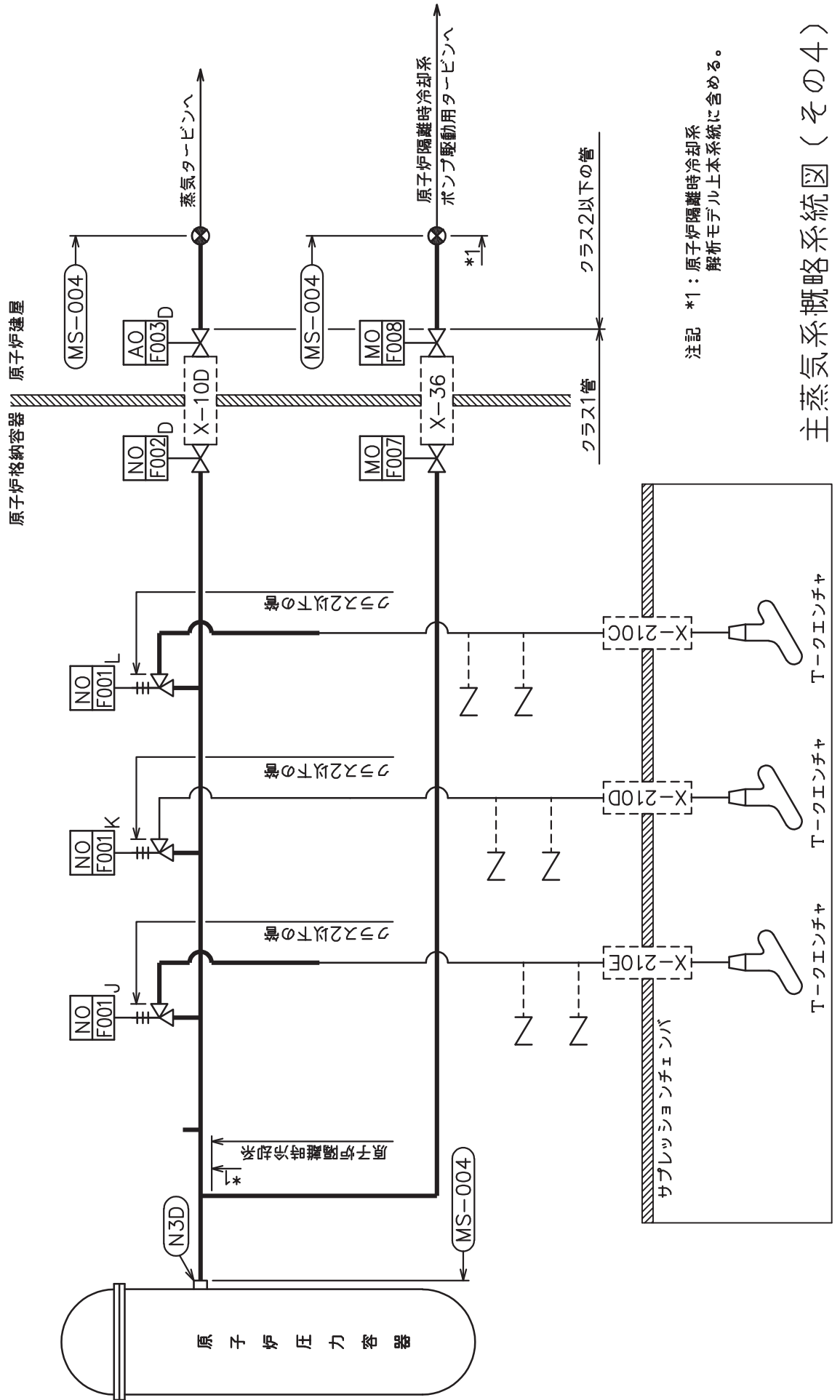


主蒸気系概略系統図 (その1)

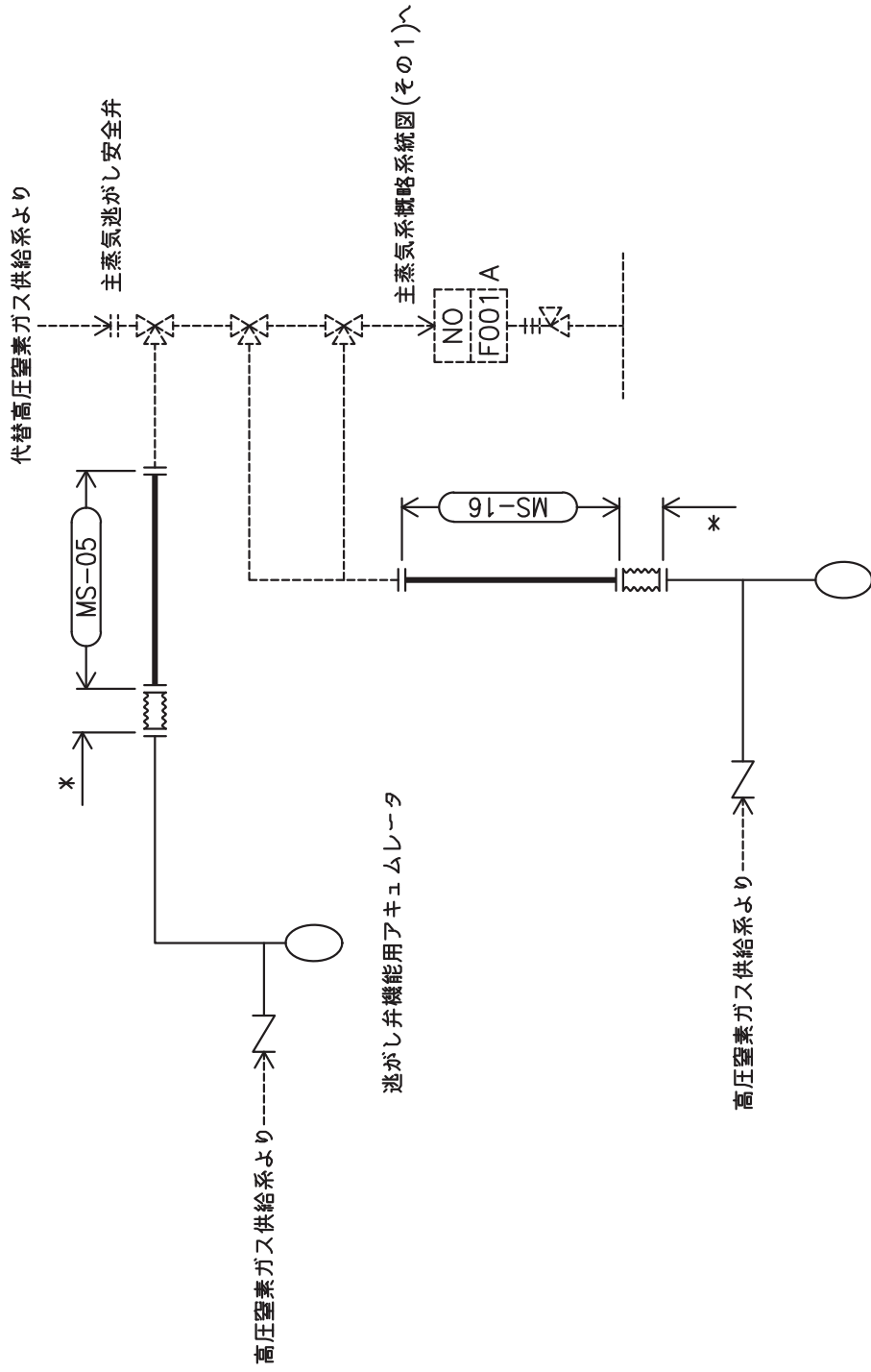


主蒸気系概略系統図 (その2)





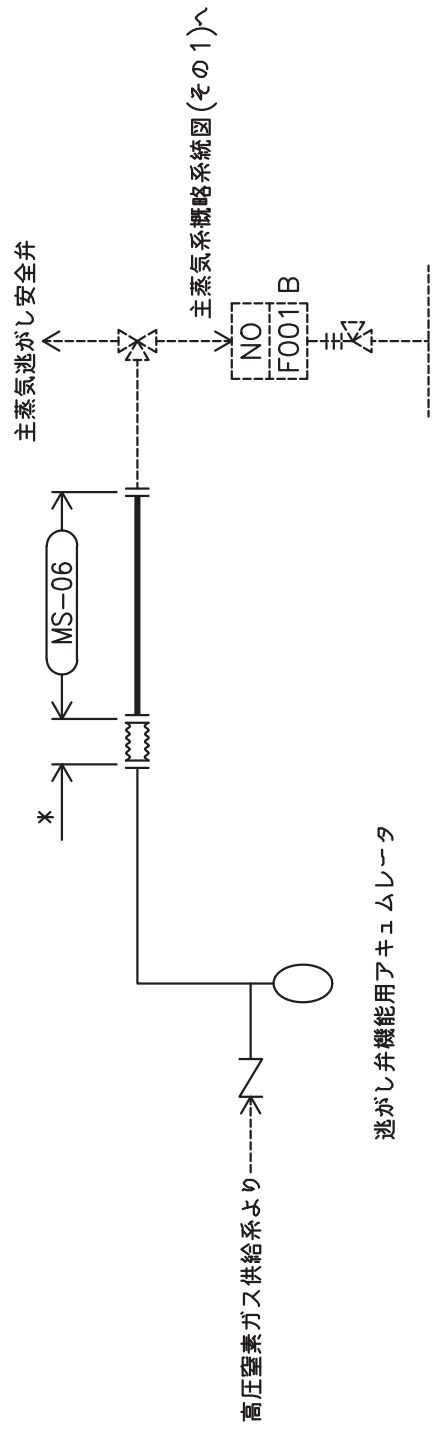
主蒸気系概略系統図 (その4)



注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

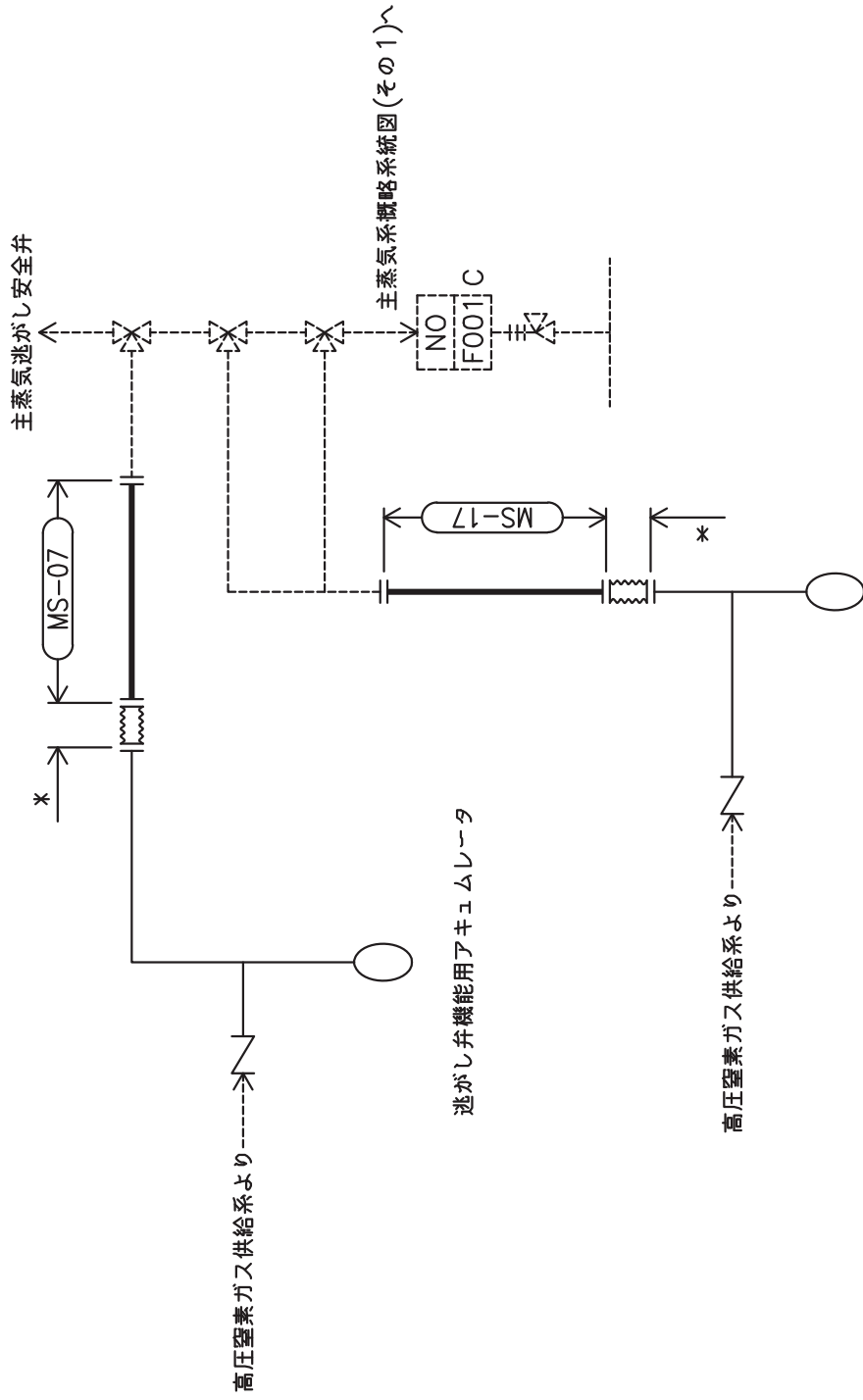
自動減圧機能用アキュムレータ

主蒸気系概略系統図(その5)



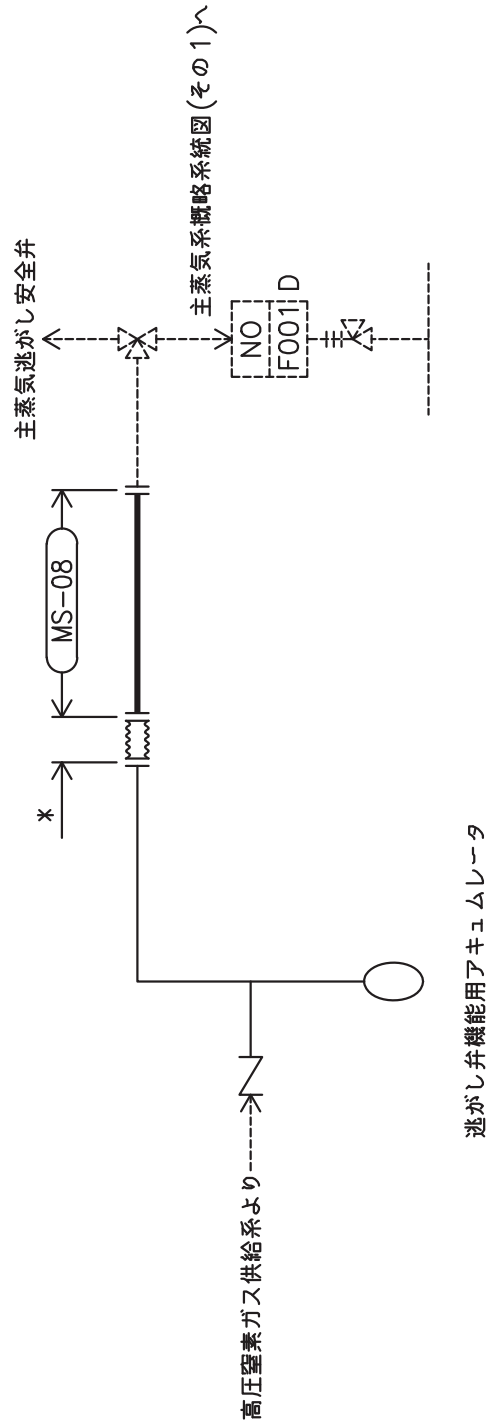
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その6)



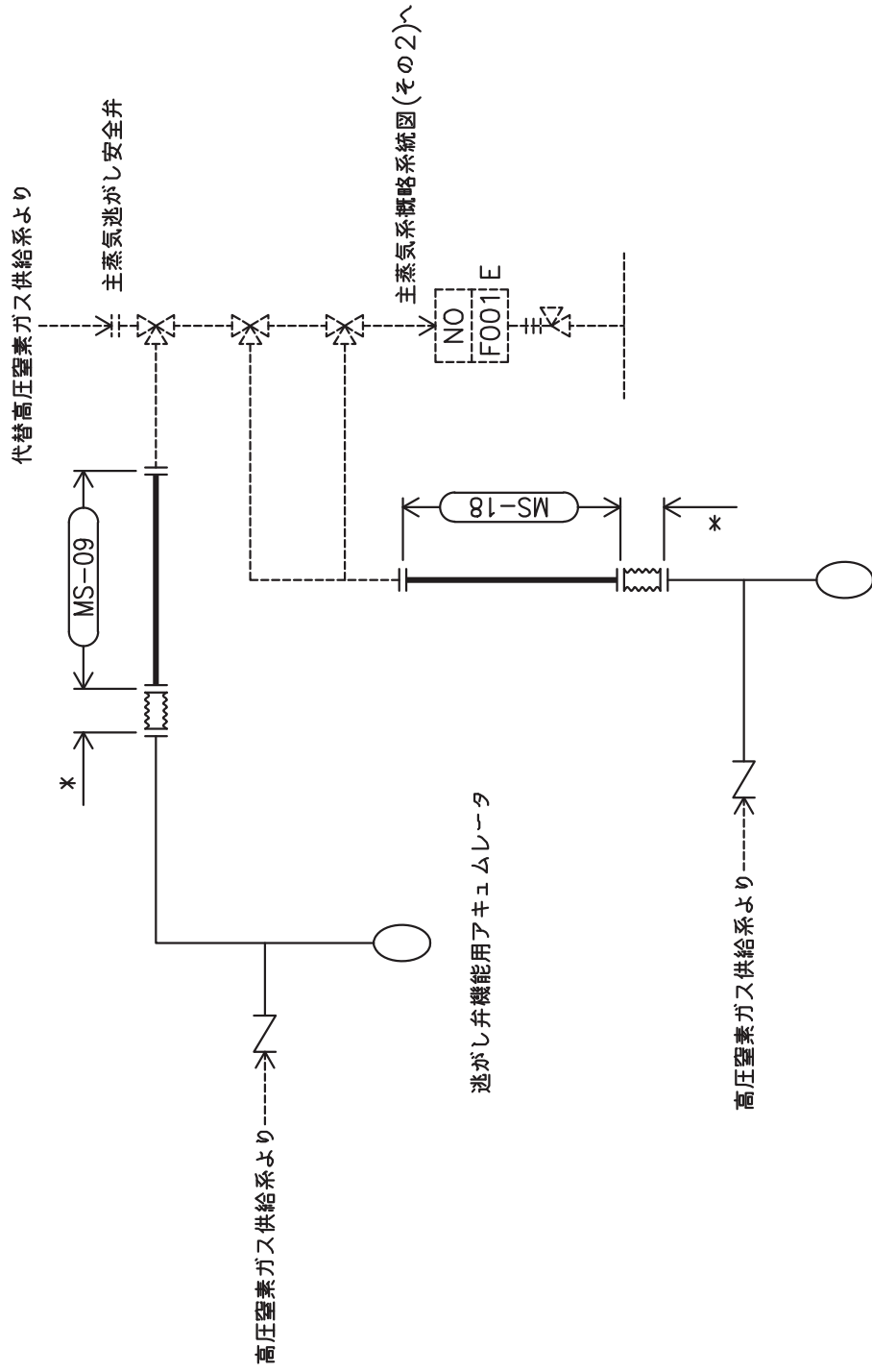
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その7)



注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

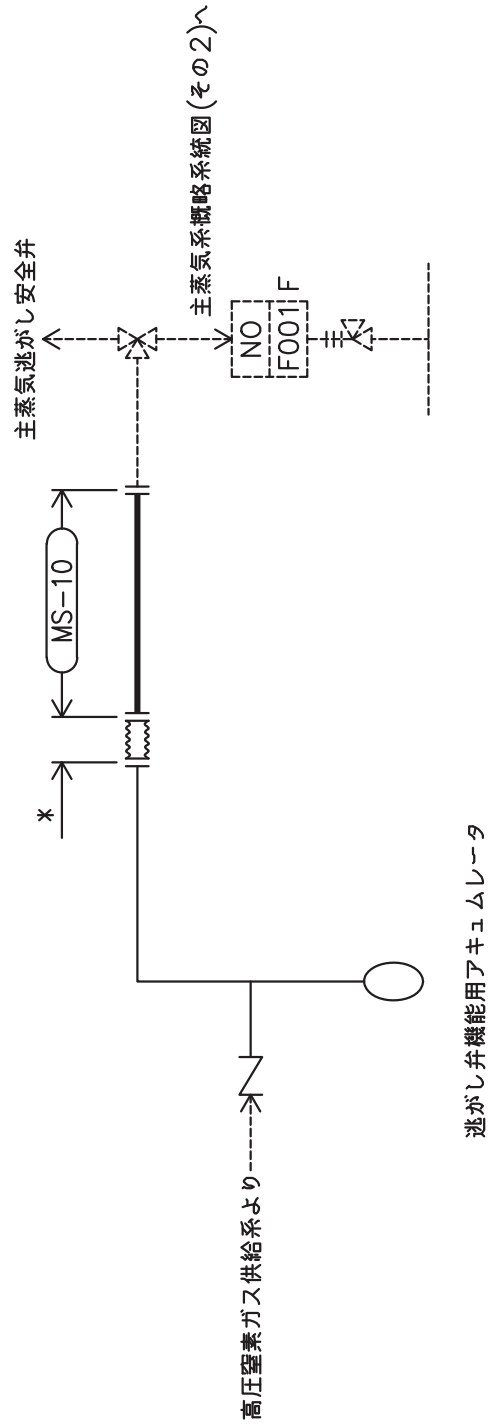
主蒸気系概略系統図(その8)



自動減圧機能用アキュムレータ

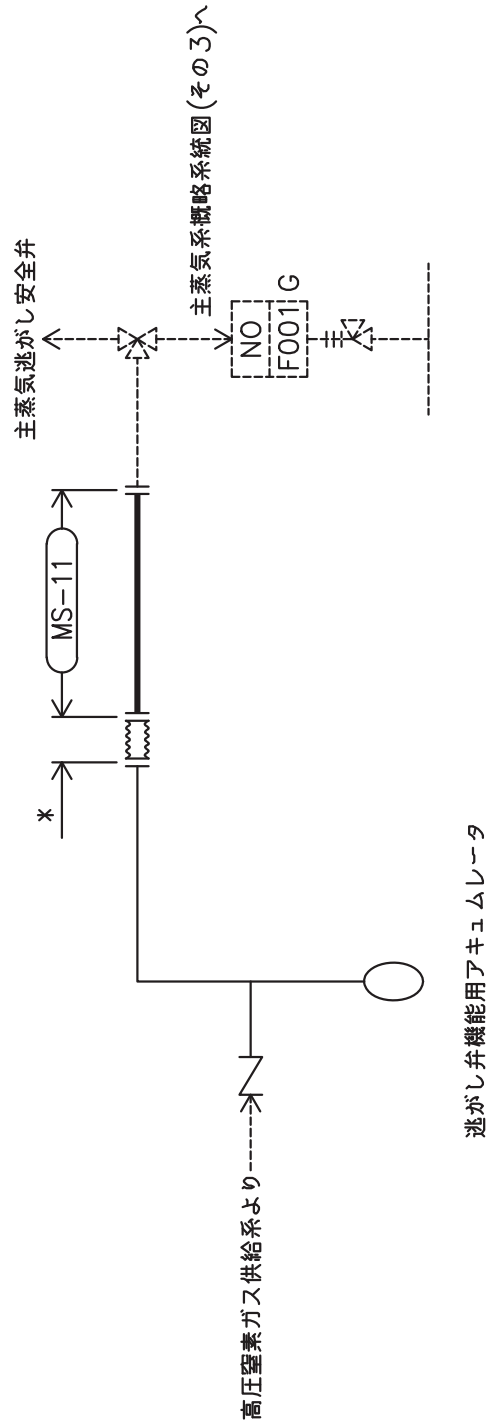
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その9)



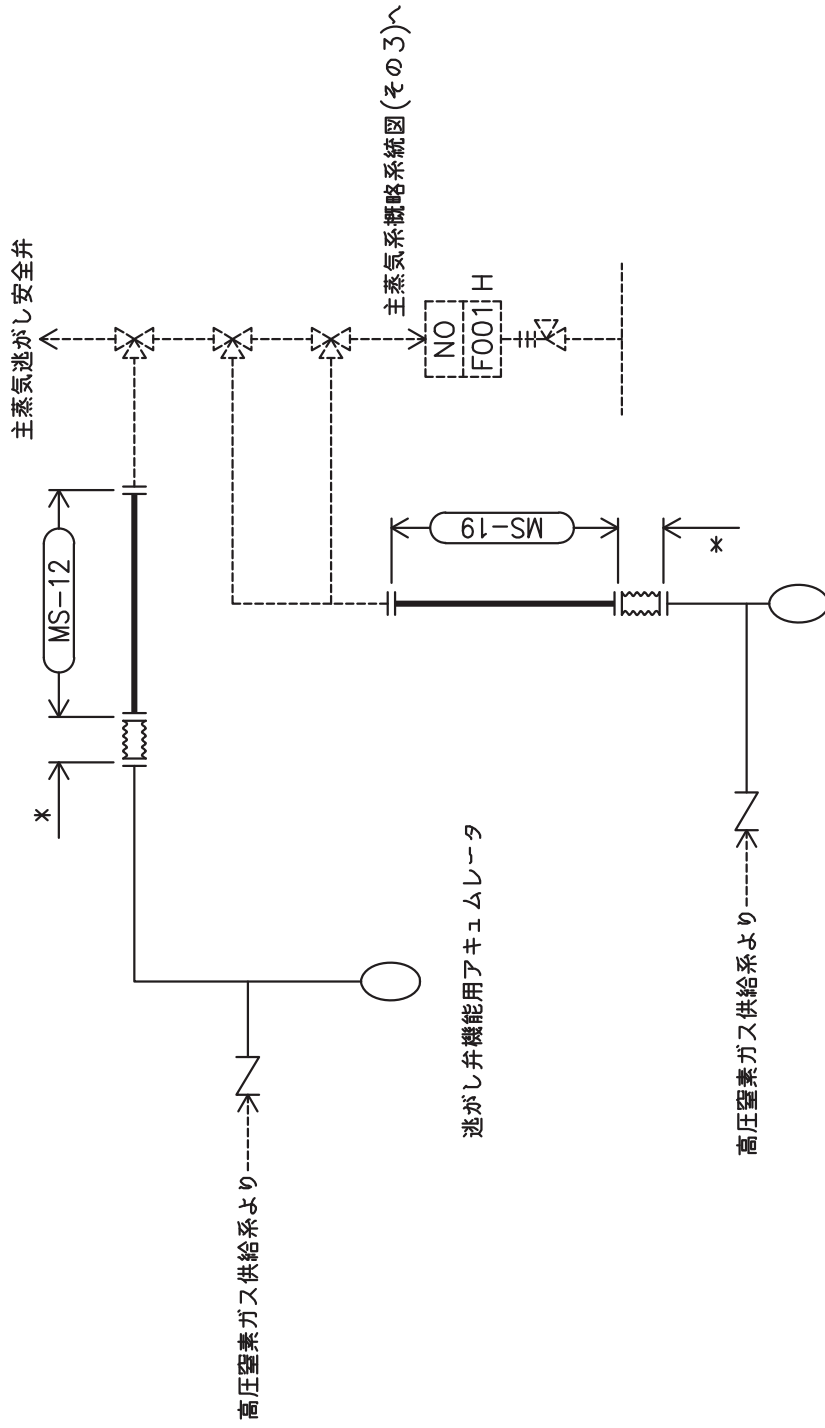
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その10)



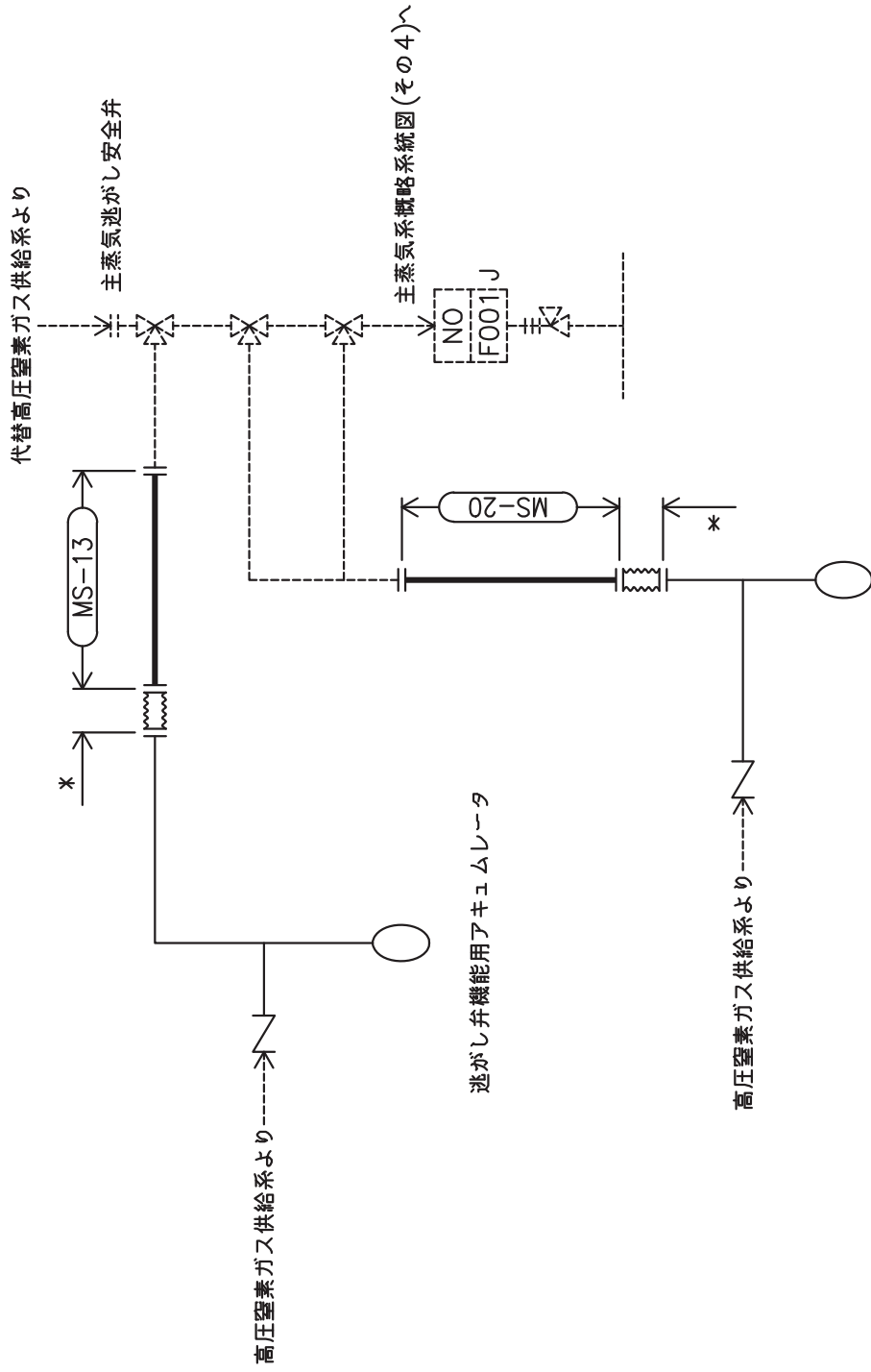
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その11)



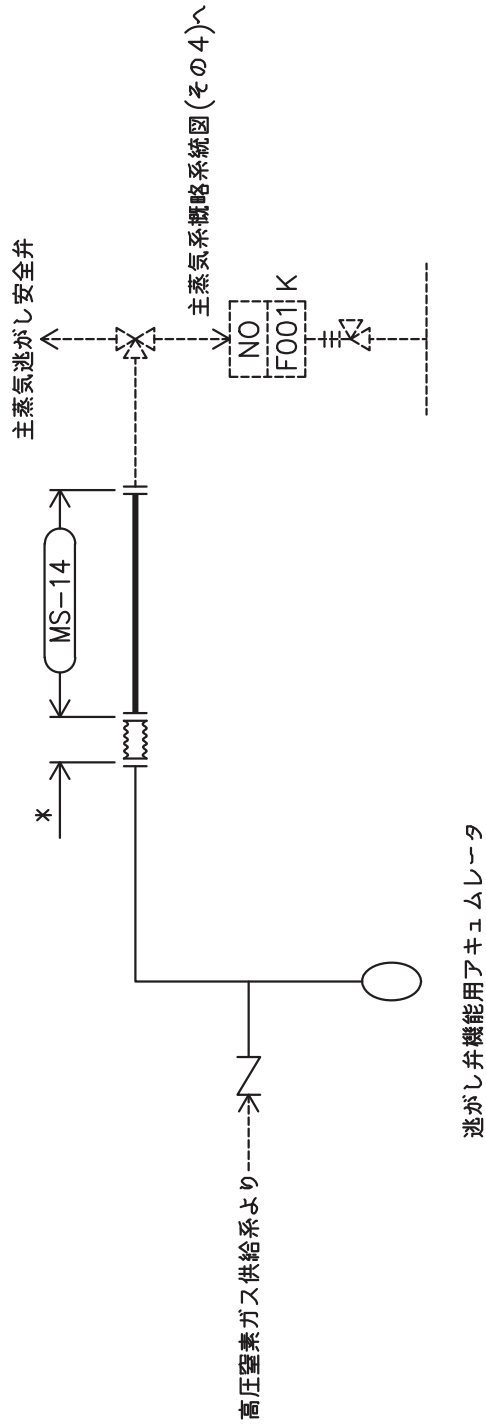
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

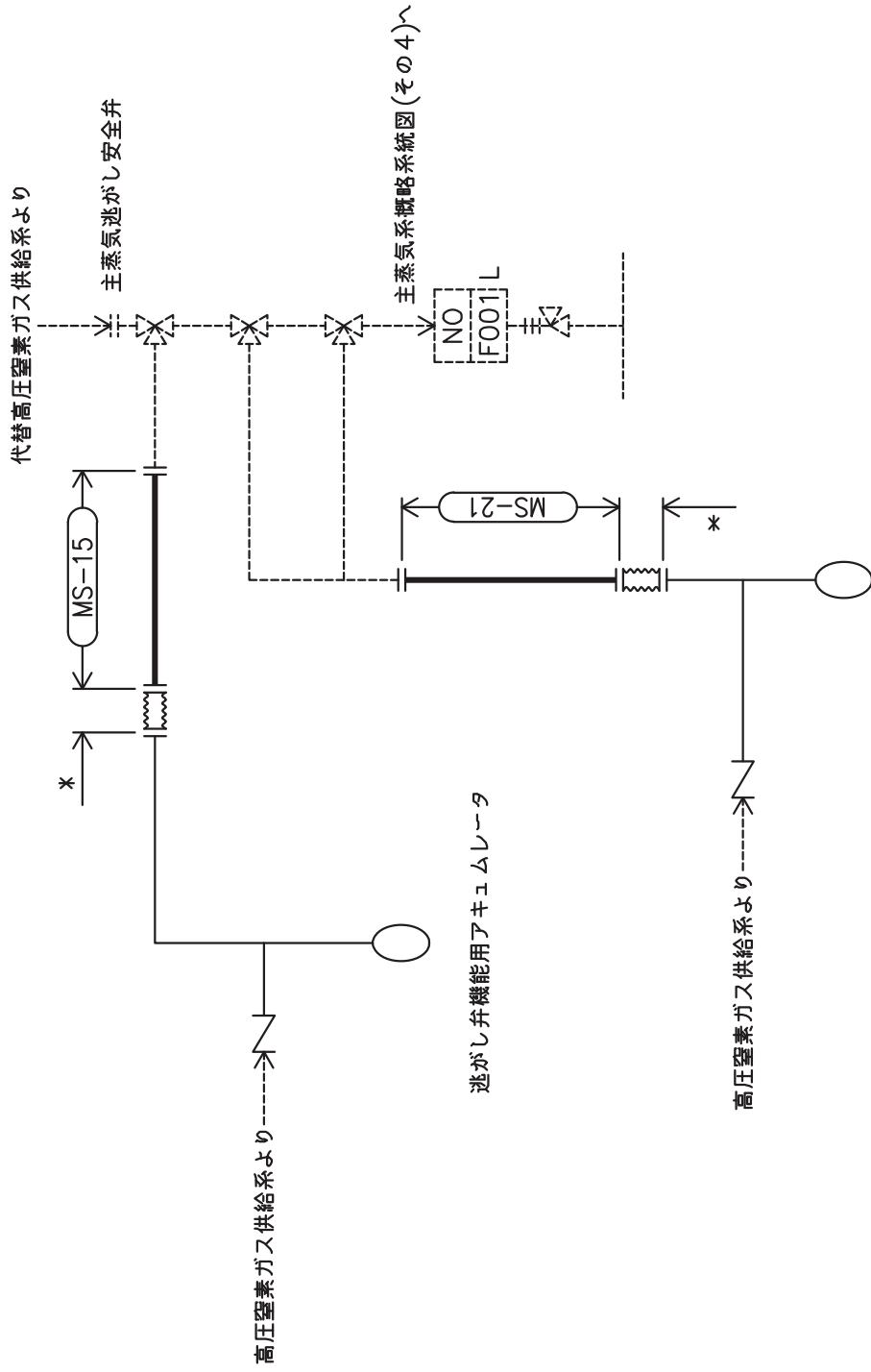
主蒸気系概略系統図(その12)



注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その13)






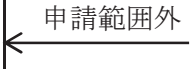



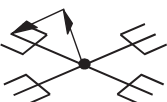
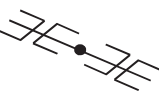

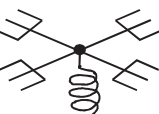
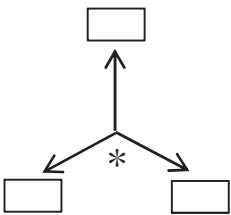
自動減圧機能用アキュムレータ

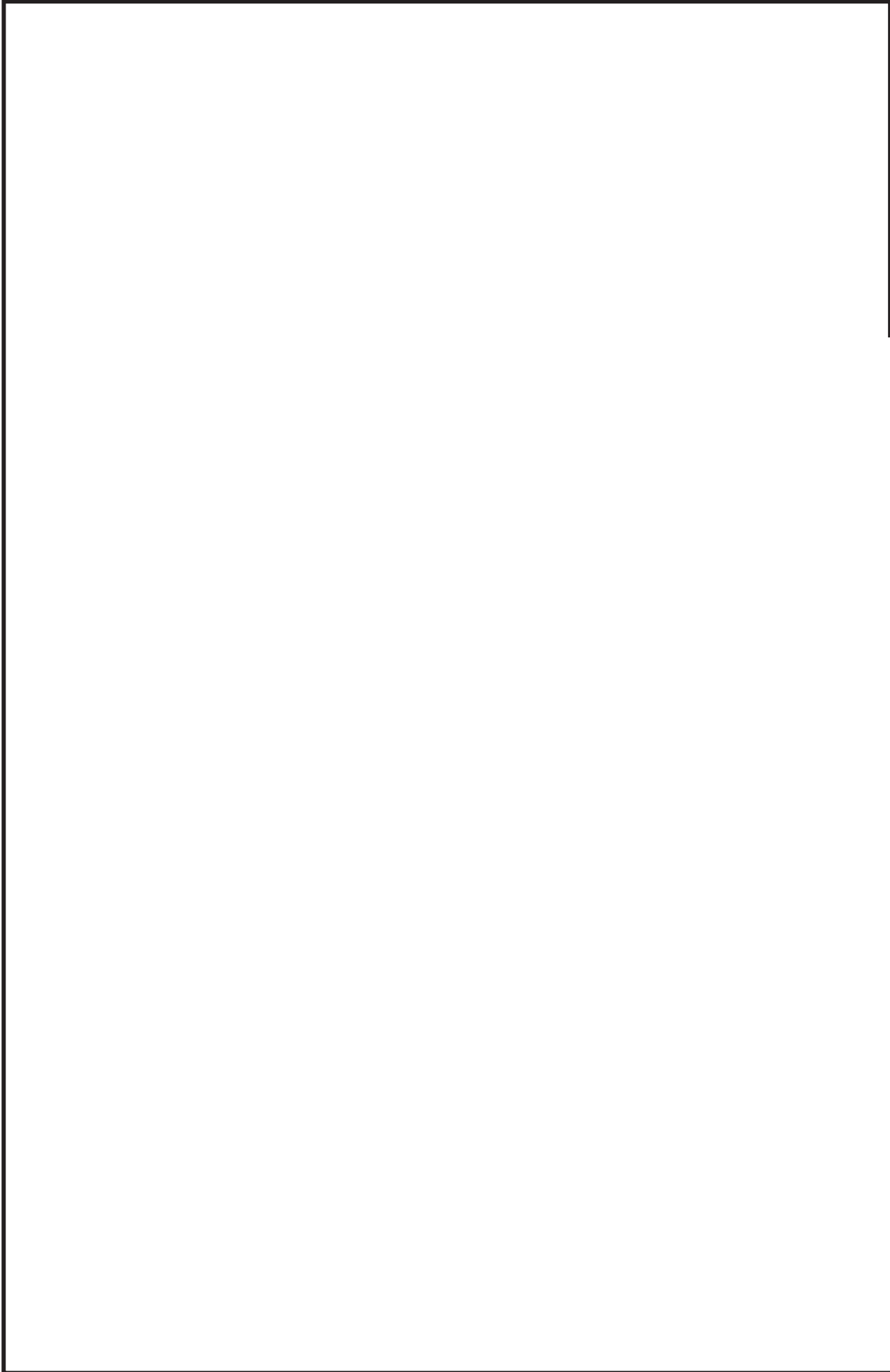
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その15)

2.2 鳥瞰図

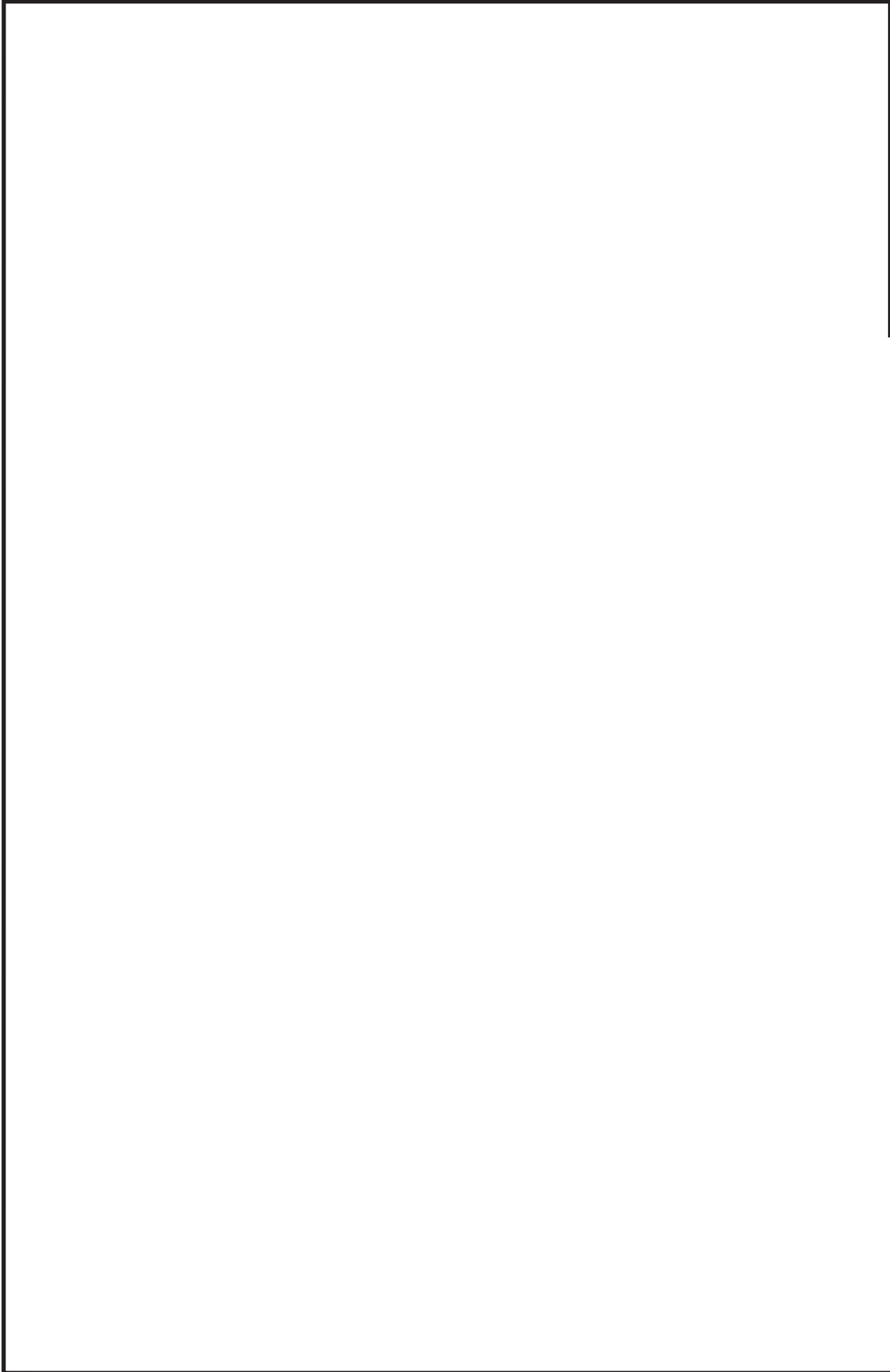
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)



鳥瞰図 MS-001-1/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



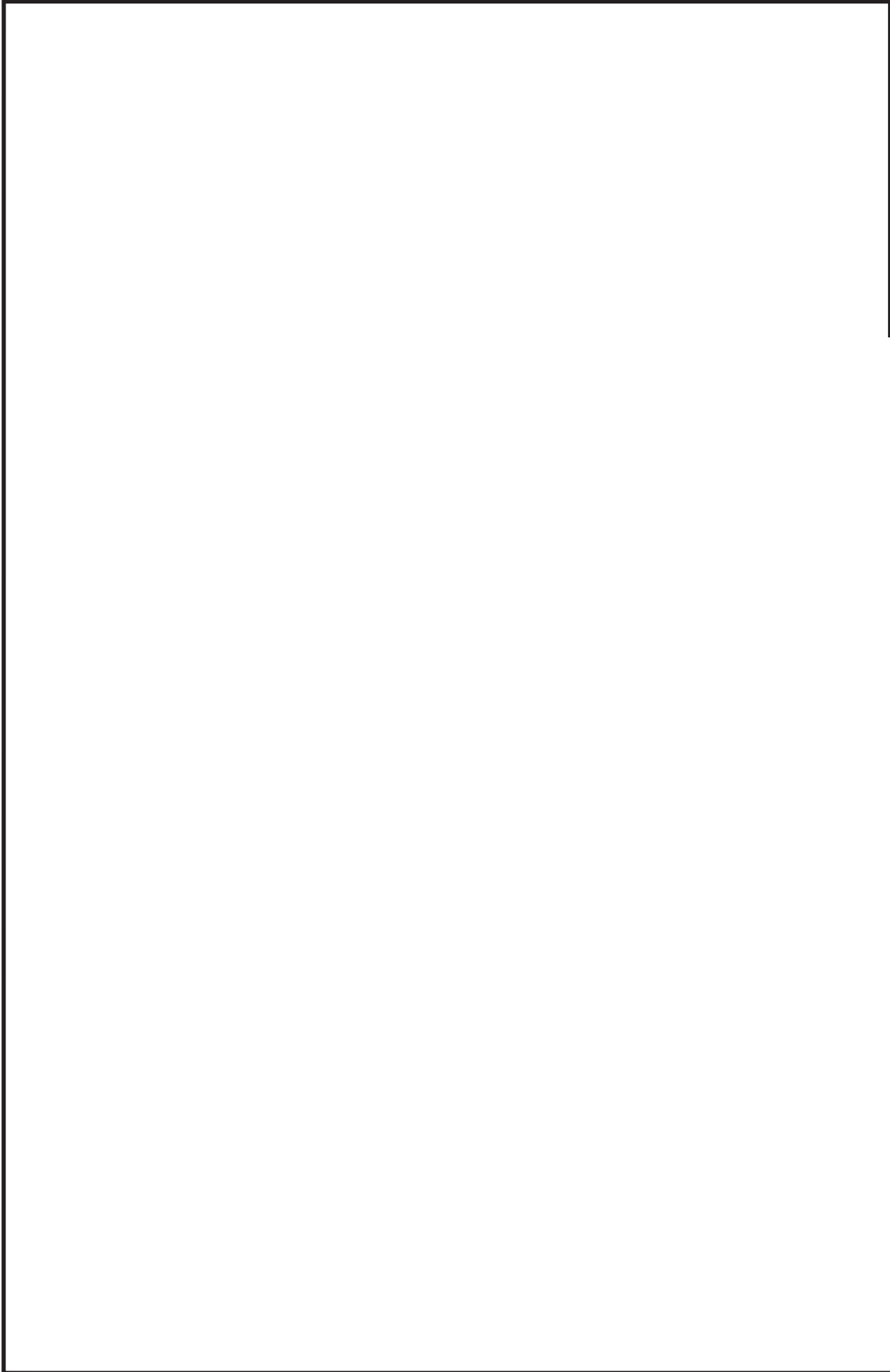
鳥瞰図 MS-001-2/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-3/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-4/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



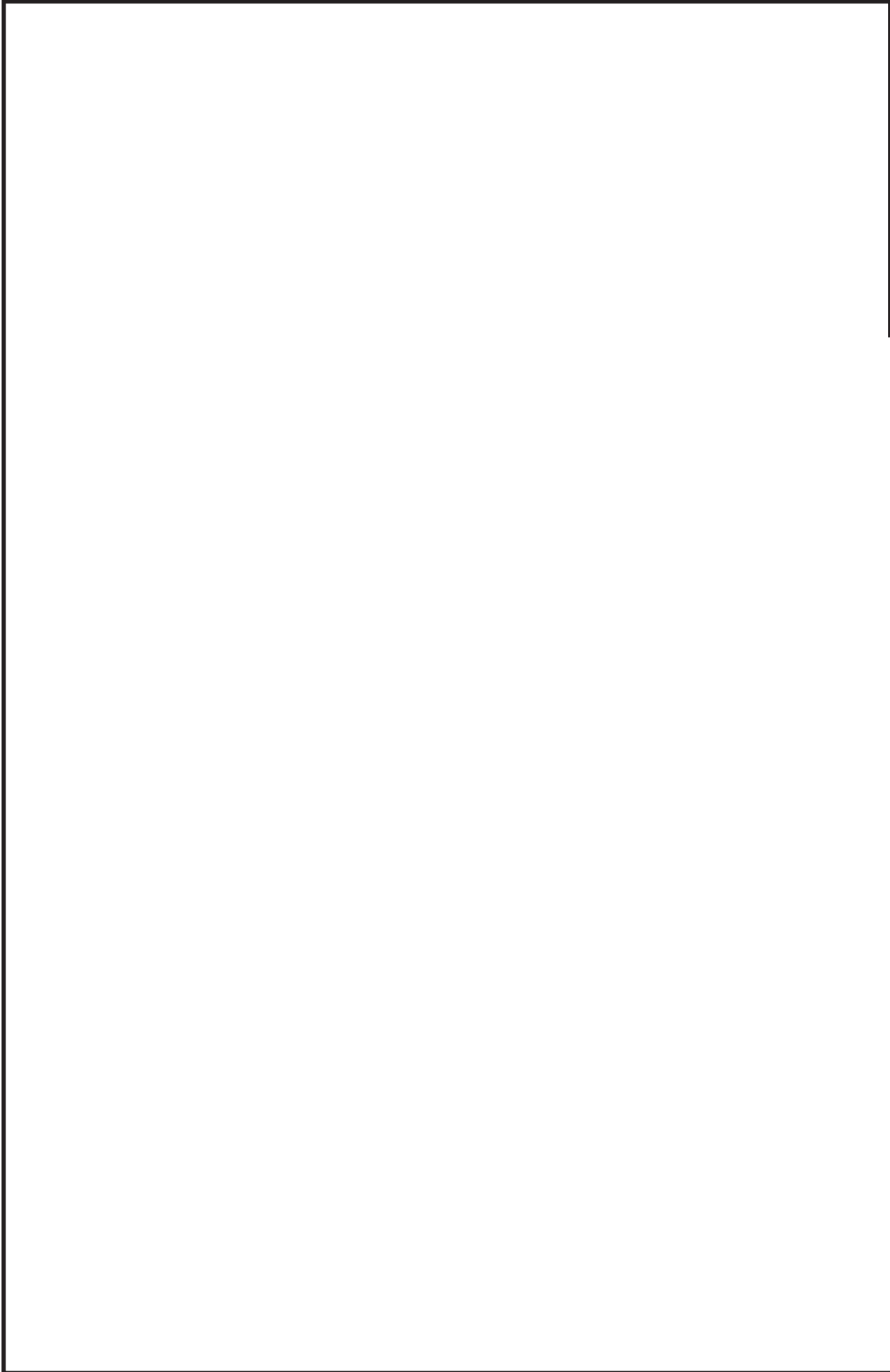
鳥瞰図 MS-001-5/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-6/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-7/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



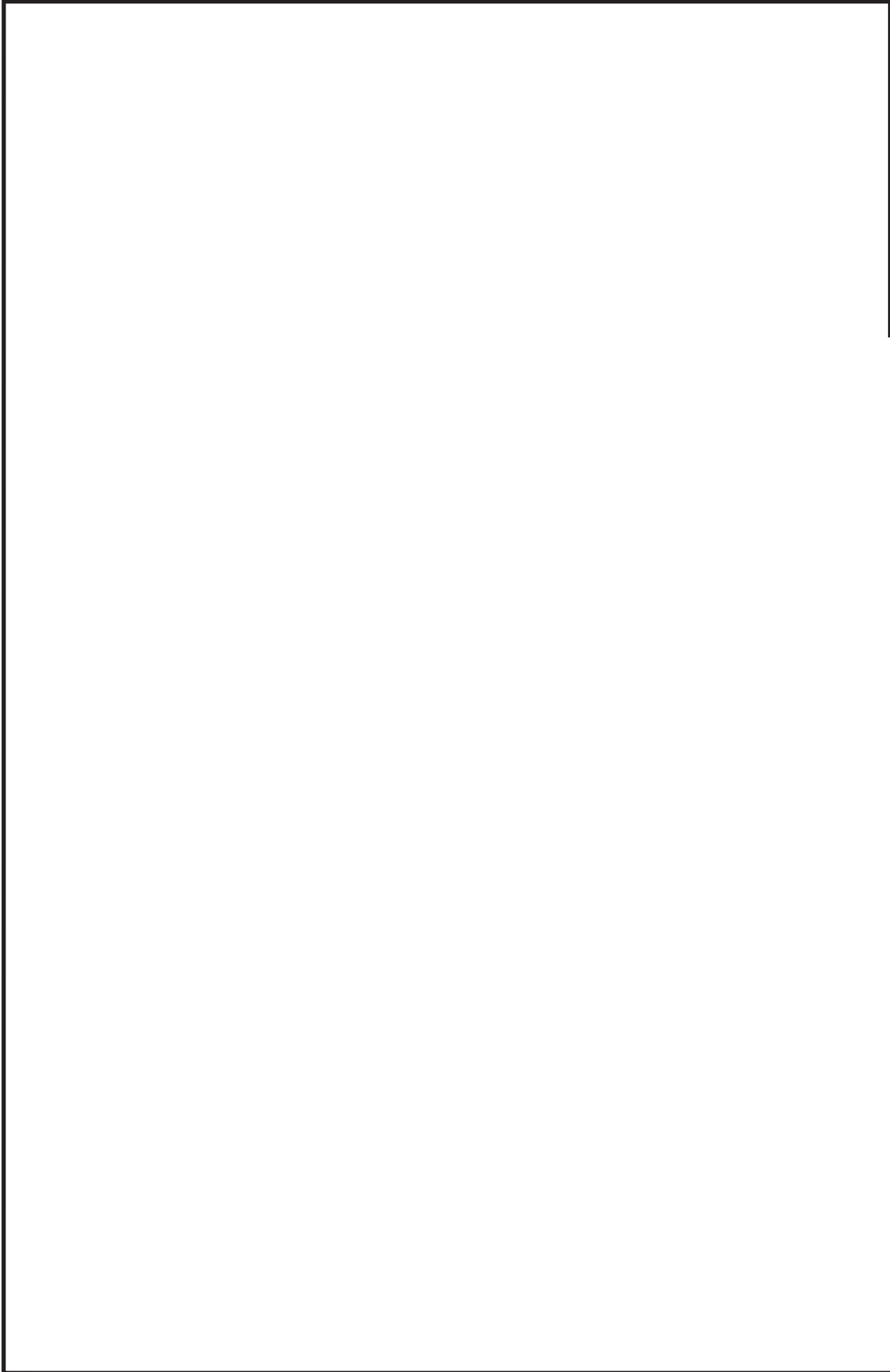
鳥瞰図 MS-001-8/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-9/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-10/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-1/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-2/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-3/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-4/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-5/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



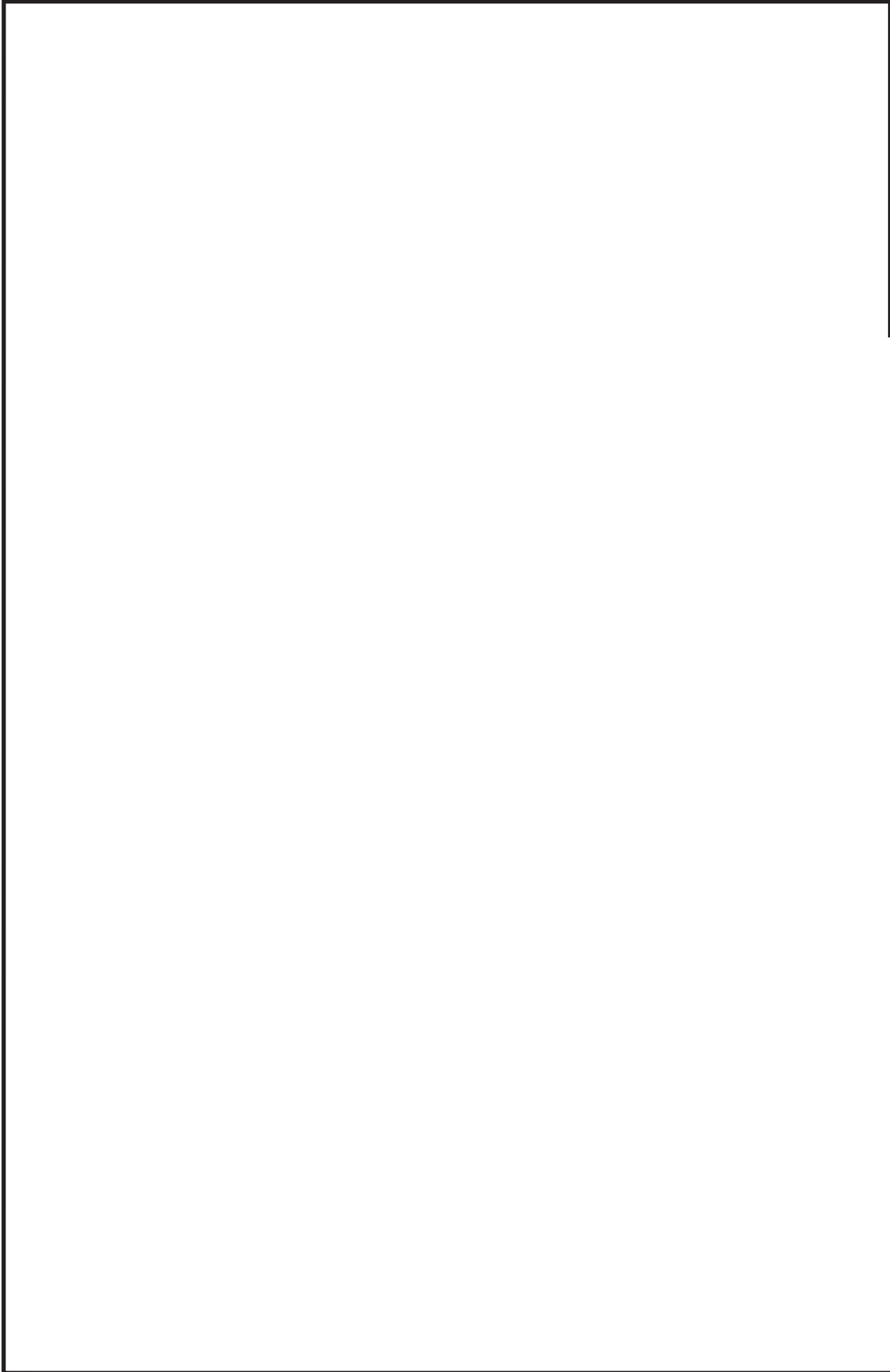
鳥瞰図 MS-004-6/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-7/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-8/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-9/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」及び「S O L V E R」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	DB	—	クラス1管	S	I _L +S d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S d	
							I _L +S s	
							Ⅱ _L +S s	
							Ⅳ _L (L)+S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	DB	—	クラス2管	S	I _L +S d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S d	
							I _L +S s	
							Ⅱ _L +S s	
							Ⅳ _L (L)+S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	DB	—	クラス3管	S	I _L +S d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S d	
							I _L +S s	
							Ⅱ _L +S s	
							Ⅳ _L (L)+S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材補給設備	原子炉隔離時冷却系	DB	—	クラス1管	S	I _L +S d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S d	
							I _L +S s	
							Ⅱ _L +S s	
							Ⅳ _L (L)+S d	

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態					
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材補給設備	原子炉隔離時冷却系	DB	—	クラス2管	S	<table border="1"> <tr> <td>I_L+S d</td> <td rowspan="4">Ⅲ_AS</td> </tr> <tr> <td>Ⅱ_L+S d</td> </tr> <tr> <td>I_L+S s</td> </tr> <tr> <td>Ⅱ_L+S s</td> </tr> </table>	I _L +S d	Ⅲ _A S	Ⅱ _L +S d	I _L +S s	Ⅱ _L +S s	Ⅲ _A S
I _L +S d	Ⅲ _A S												
Ⅱ _L +S d													
I _L +S s													
Ⅱ _L +S s													
							<table border="1"> <tr> <td>Ⅱ_L+S s</td> <td rowspan="2">Ⅳ_AS</td> </tr> <tr> <td>Ⅱ_L+S s</td> </tr> </table>	Ⅱ _L +S s	Ⅳ _A S	Ⅱ _L +S s	Ⅳ _A S		
Ⅱ _L +S s	Ⅳ _A S												
Ⅱ _L +S s													

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス1管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	609.6	31.0	STS480	S	184760
2	8.62	302	228.6	33.0	SFVC2B	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス1管)

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	73	74	75	76	77	801	802	803	804	805	901
	902	904	907	908											
2	12	14	16	19	44	45	50	51	56	57	62	63	81	82	83
	84														

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-001（クラス1管）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		13		25		62		803	
2		14		26		73		804	
3		15		27		74		805	
4		16		28		75		901	
5		17		29		76		902	
6		18		30		77		904	
7		19		31		81		907	
8		20		32		82		908	
9		21		33		83			
10		22		44		84			
11		23		50		801			
12		24		56		802			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
34		40		45		51		57	
35		41		46		52		58	
36		42		101		201		301	
68		70		47		53		59	
69		71		48		54		60	
				49		55		61	

弁 6

評価点	質量(kg)
63	
64	
401	
65	
66	
67	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	35			
弁2	41			
弁3	46			
弁4	52			
弁5	58			
弁6	64			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス1管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
** 7 **						
** 9 **						
13						
** 15 **						
** 18 **						
20						
24						
** 26 **						
31						
33						
** 901 **						
** 902 **						
** 904 **						
** 907 **						
** 908 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(設) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス2以下の管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	609.6	31.0	SGV480	S	184760
2	3.80	249	267.4	15.1	STS410	S	188080

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス2以下の管)

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	42	43													
2	101	102	103	104	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
	117	195	198	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
	313	314	315	316	317	806	807	808	920						

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-001（クラス2以下の管）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
42		109		195		308		317	
43		110		198		309		806	
101		111		301		310		807	
102		112		302		311		808	
103		113		303		312		920	
104		114		304		313			
106		115		305		314			
107		116		306		315			
108		117		307		316			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001 (クラス2以下の管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
43						
** 102 **						
** 104 **						
** 106 **						
109						
112						
117						
** 117 **						
** 195 **						
302						
** 304 **						
307						
** 309 **						
313						
317						
** 317 **						
** 920 **						



O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(設) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス1管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	609.6	31.0	STS480	S	184760
2	8.62	302	114.3	11.1	SFVC2B	S	184760
3	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760
4	8.62	302	228.6	33.0	SFVC2B	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス1管)

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	80	90	802	803	805	901	902	906
2	10	84	101												
3	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
	116	117	118	119	142	143	144	804	912						
4	13	15	17	20	47	48	49	50	55	56	61	62	81	82	83
	85														

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-004（クラス1管）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		17		33		101		117	
2		18		34		102		118	
3		19		35		103		142	
4		20		36		104		143	
5		21		47		105		144	
6		22		48		106		802	
7		23		49		107		803	
8		24		55		108		804	
9		25		61		109		805	
10		26		80		110		901	
11		27		81		111		902	
12		28		82		112		906	
13		29		83		113		912	
14		30		84		114			
15		31		85		115			
16		32		90		116			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
37		43		50		56		62	
38		44		51		57		63	
39		45		201		301		401	
67		69		52		58		64	
68		70		53		59		65	
				54		60		66	

弁 6		弁 7	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
119		129	
120		130	
121		131	
133		136	
135		138	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	38			
弁2	44			
弁3	51			
弁4	57			
弁5	63			
弁6	120			
弁7	130			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス1管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
** 7 **						
** 9 **						
14						
** 16 **						
** 19 **						
21						
** 26 **						
** 28 **						
34						
36						
** 107 **						
113						
118						
** 118 **						
** 135 **						
138						
** 144 **						
** 901 **						
** 902 **						
** 906 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(設) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス1管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 912 **						

--

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス2以下の管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	609.6	31.0	SGV480	S	184760
2	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760
3	3.80	249	267.4	15.1	STS410	S	188080

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス2以下の管)

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	45	46														
2	131	132														
3	201	202	203	204	205	206	401	402	403	404	405	406	407	408	409	
	410	411	412	413	414	415	416	417	418	850	913	940	949	951	952	

配管の質量 (付加質量含む)

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
45		204		405		412		850	
46		205		406		413		913	
131		206		407		414		940	
132		401		408		415		949	
201		402		409		416		951	
202		403		410		417		952	
203		404		411		418			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004 (クラス2以下の管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
46						
132						
204						
206						
** 402 **						
** 404 **						
407						
** 409 **						
412						
** 418 **						
913						
949						
** 951 **						
** 952 **						

--

O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SFVC2B	302	125	187	—	—
STS480	302	138	209	—	—
SGV480	302	—	198	419	—
STS410	249	—	197	404	—
	302	122	182	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
MS-001	原子炉しゃへい壁		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
MS-004	原子炉しゃへい壁		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-001

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s			
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1		
			X 方 向	Z 方 向		X 方 向	Z 方 向			
1 次										
2 次										
3 次										
4 次										
5 次										
6 次										
7 次										
8 次										
28 次										
29 次*2										
動的震度*3										
静的震度*4										

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 MS-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
28 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

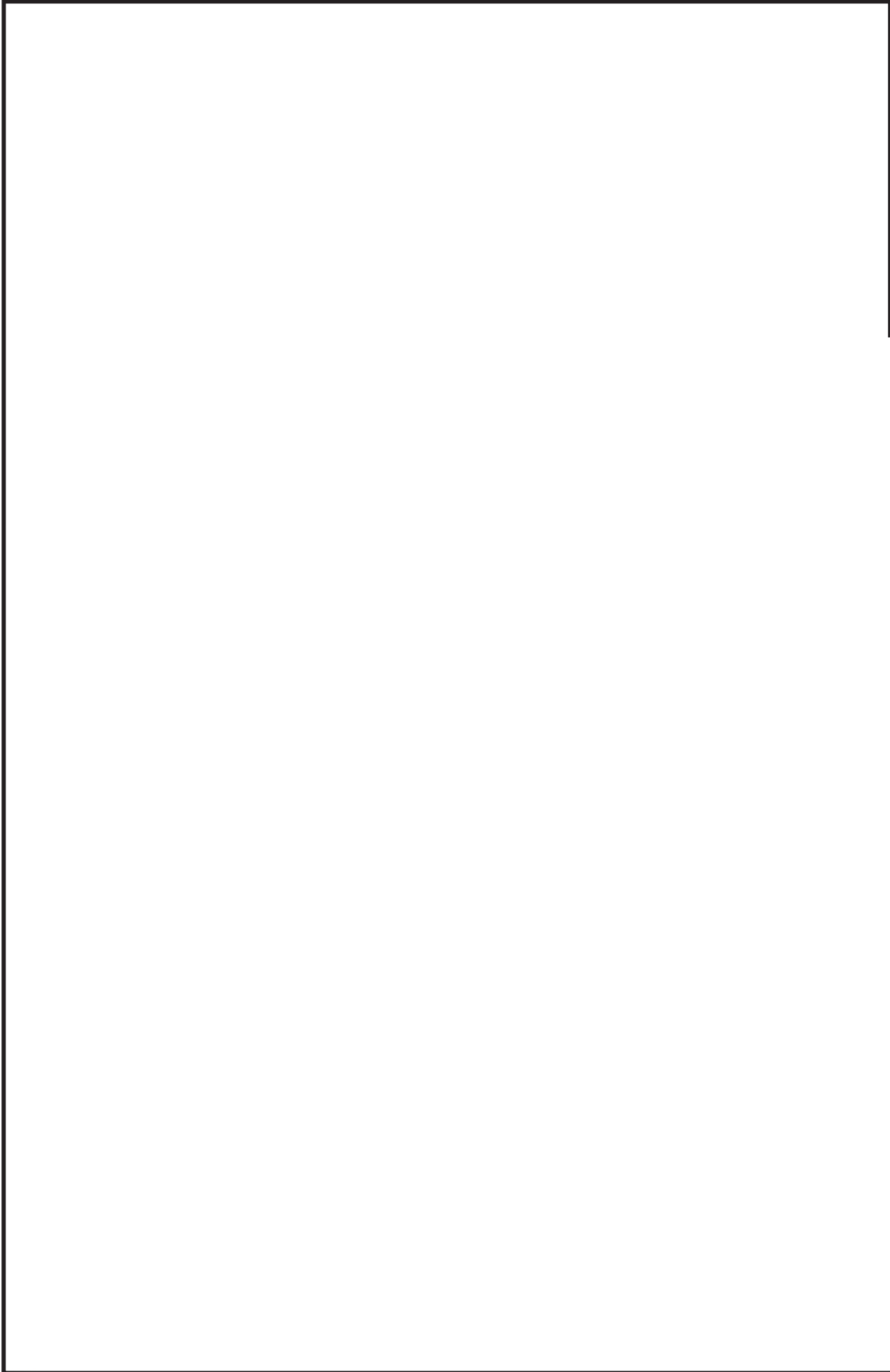
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-004

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次							
6 次							
7 次							
8 次							
26 次							
27 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 MS-004

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
26次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 MS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004

特許みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
					一次応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 2.25・Sm 3・Sm	ねじり応力 St(Sd) St(Ss)	許容応力 0.55・Sm 0.73・Sm	一次+二次応力 Sn(Sd) Sn(Ss)	許容応力	
MS-001	III _A S	16	TEE	Spr m(S d)	202	281	—	—	—	—	—
	III _A S	19	TEE	S t(S d)	—	—	105*	68	—	—	—
	III _A S	19	TEE	S n(S d)	—	—	—	—	391***	375	0.0773
	III _A S	19	TEE	U+U S d	—	—	—	—	—	—	0.0773
	IV _A S	16	TEE	S p r m(S s)	281	375	—	—	—	—	—
	IV _A S	19	TEE	S t(S s)	—	—	158*	91	—	—	—
	IV _A S	19	TEE	S n(S s)	—	—	—	—	684***	375	0.6140
	IV _A S	19	TEE	U+U S s	—	—	—	—	—	—	0.6140

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 \cdot S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 \cdot S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥 瞰 図 MS-001

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容応力 $0.55 \cdot S_m$ $0.73 \cdot S_m$	曲げとねじり応力 S _t +S _b (S _d) S _t +S _b (S _s)	許容応力 $1.8 \cdot S_m$ $2.4 \cdot S_m$
16	98 * 150 *	68 91	155 234	225 300
19	105 * 158 *	68 91	142 220	225 300

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
MS-001	III _A S	307	Spr m(Sd)	168	197	—	—	—
	IV _A S	307	Spr m(Ss)	255	363	—	—	—
	IV _A S	307	Sn(Ss)	—	—	376	394	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
					一次応力 Sprm(S d) Sprm(S s)	許容応力 2. 25・Sm 3・Sm	ねじり応力 St(S d) St(S s)	許容応力 0. 55・Sm 0. 73・Sm	一次+二次応力 Sn(S d) Sn(S s)	許容応力 3・Sm 3・Sm	
MS-004	III _A S	17	TEE	Spr m(S d)	194	281	—	—	—	—	—
	III _A S	15	TEE	St(S d)	—	—	108*	68	—	—	—
	III _A S	17	TEE	Sn(S d)	—	—	—	—	392**	375	0. 0598
	III _A S	10	TEE	U+US d	—	—	—	—	—	—	0. 0812
	IV _A S	17	TEE	Spr m(S s)	264	375	—	—	—	—	—
	IV _A S	15	TEE	St(S s)	—	—	151*	91	—	—	—
	IV _A S	17	TEE	Sn(S s)	—	—	—	—	626**	375	0. 4095
	IV _A S	119	BUTT WELD	U+US s	—	—	—	—	—	—	0. 6836

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 \cdot S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 \cdot S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥 瞰 図 MS-004

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容応力 $0.55 \cdot S_m$ $0.73 \cdot S_m$	曲げとねじり応力 S _t +S _b (S _d) S _t +S _b (S _s)	許容応力 $1.8 \cdot S_m$ $2.4 \cdot S_m$
15	108 * 151 *	68 91	146 211	225 300
17	103 * 150 *	68 91	147 218	225 300

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス 2 以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大 応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次＋二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S d)	許容応力 S y *1	計算応力 S n (S d)	許容応力 2・S y	
MS-004	III _A S	131	S p r m (S d)	139	182	—	—	—
	III _A S	131	S n (S d)	—	—	267	364	—
	IV _A S	131	S p r m (S s)	208	363	—	—	—
	IV _A S	131	S n (S s)	—	—	458*	364	0.8381

*印は一次＋二次応力が許容応力を超えていることを示し，簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が

1 以下であり許容値を満足している。

注記*1：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，S y と 1・2・S h のうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
MS-001-013H	バリアブルハンガ	VS120-18	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		100	52×2
MS-001-109S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100			178	230
MS-003-921SB	メカニカルスナッパ	SMS-10-100			186	230
MS-003-216B	ロッドレストレイント	RST-3			27	129

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
MS-002-031G	レストレイント	ラグ	SGV480	302	900	588	-	-	-	-	265	支圧	61	270
MS-004-036G	レストレイント	ラグ	SGV480	302	1574	598	-	-	-	-	118	せん断	26	114
MS-004-046A	アンカ	架構	SM400B	55	518	192	1689	142	410	204	204	曲げ	126	458

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
B21-F001E	逃し安全弁	α (S s)	13.9	7.7	20.0	20.0	—	—
B21-F003D	グローブ弁	α (S s)	13.9	5.7	15.0	15.0	—	—
E51-F007	仕切弁	β (S s)	2.6	7.4	10.0	10.0	115	280

* 応答加速度は、打ち切り振動数を50Hzとして計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S										許容応力状態 IV _A S									
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					一次+二次応力*				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表
1	MS-001	16	202	281	1.39	○	16	281	375	1.33	○	19	684	375	0.54	○	19	6140	0.6140	—	—
2	MS-002	17	193	281	1.45	—	17	253	375	1.48	—	19	601	375	0.62	—	19	3572	0.3572	—	—
3	MS-003	19	192	281	1.46	—	19	256	375	1.46	—	19	630	375	0.59	—	19	3900	0.3900	—	—
4	MS-004	17	194	281	1.44	—	17	264	375	1.42	—	17	626	375	0.59	—	119	6836	0.6836	○	○

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*								
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労係数	代表
1	MS-001	307	168	197	1.17	○	307	255	363	1.42	○	307	376	394	1.04	—	—	—	—
2	MS-002	43	75	198	2.64	—	43	87	377	4.33	—	101	155	394	2.54	—	—	—	—
3	MS-003	215	110	197	1.79	—	215	152	363	2.38	—	215	268	394	1.47	—	—	—	—
4	MS-004	131	139	182	1.30	—	131	208	363	1.74	—	131	458	364	0.79	○	0.8381	○	—
5	MS-05	3	45	150	3.33	—	3	61	371	6.08	—	3	82	300	3.65	—	—	—	—
6	MS-06	4	30	150	5.00	—	4	39	371	9.51	—	4	46	300	6.52	—	—	—	—
7	MS-07	4	29	150	5.17	—	4	37	371	10.02	—	4	42	300	7.14	—	—	—	—
8	MS-08	5	27	150	5.55	—	5	35	371	10.60	—	5	40	300	7.50	—	—	—	—
9	MS-09	4	42	150	3.57	—	4	58	371	6.39	—	4	82	300	3.65	—	—	—	—
10	MS-10	4	24	150	6.25	—	4	31	371	11.96	—	4	34	300	8.82	—	—	—	—
11	MS-11	4	29	150	5.17	—	4	38	371	9.76	—	4	44	300	6.81	—	—	—	—

注記* : III_AS の一次+二次応力の許容値はIV_AS と同様であることから, 地震荷重が大きいIV_AS の一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S						疲労評価				
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*			評価点	疲労係数	代表		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)				許容応力 (MPa)	裕度
12	MS-12	3	26	150	5.76	—	3	34	371	10.91	—	3	38	300	7.89	—	—	—
13	MS-13	6	27	150	5.55	—	6	35	371	10.60	—	6	40	300	7.50	—	—	—
14	MS-14	3	18	150	8.33	—	3	22	371	16.86	—	3	22	300	13.63	—	—	—
15	MS-15	3	29	150	5.17	—	3	37	371	10.02	—	3	44	300	6.81	—	—	—
16	MS-16	4	40	150	3.75	—	4	55	371	6.74	—	4	78	300	3.84	—	—	—
17	MS-17	4	19	150	7.89	—	4	24	371	15.45	—	4	24	300	12.50	—	—	—
18	MS-18	4	25	150	6.00	—	4	33	371	11.24	—	4	42	300	7.14	—	—	—
19	MS-19	3	17	150	8.82	—	3	21	371	17.66	—	3	20	300	15.00	—	—	—
20	MS-20	3	43	150	3.48	—	3	57	371	6.50	—	3	72	300	4.16	—	—	—
21	MS-21	4	32	150	4.68	—	4	44	371	8.43	—	4	62	300	4.83	—	—	—

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	18
3. 計算条件	38
3.1 計算方法	38
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	39
3.3 設計条件	40
3.4 材料及び許容応力	59
3.5 設計用地震力	60
4. 解析結果及び評価	62
4.1 固有周期及び設計震度	62
4.2 評価結果	74
4.2.1 管の応力評価結果	74
4.2.2 支持構造物評価結果	76
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	77
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	78

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、主蒸気系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 21 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

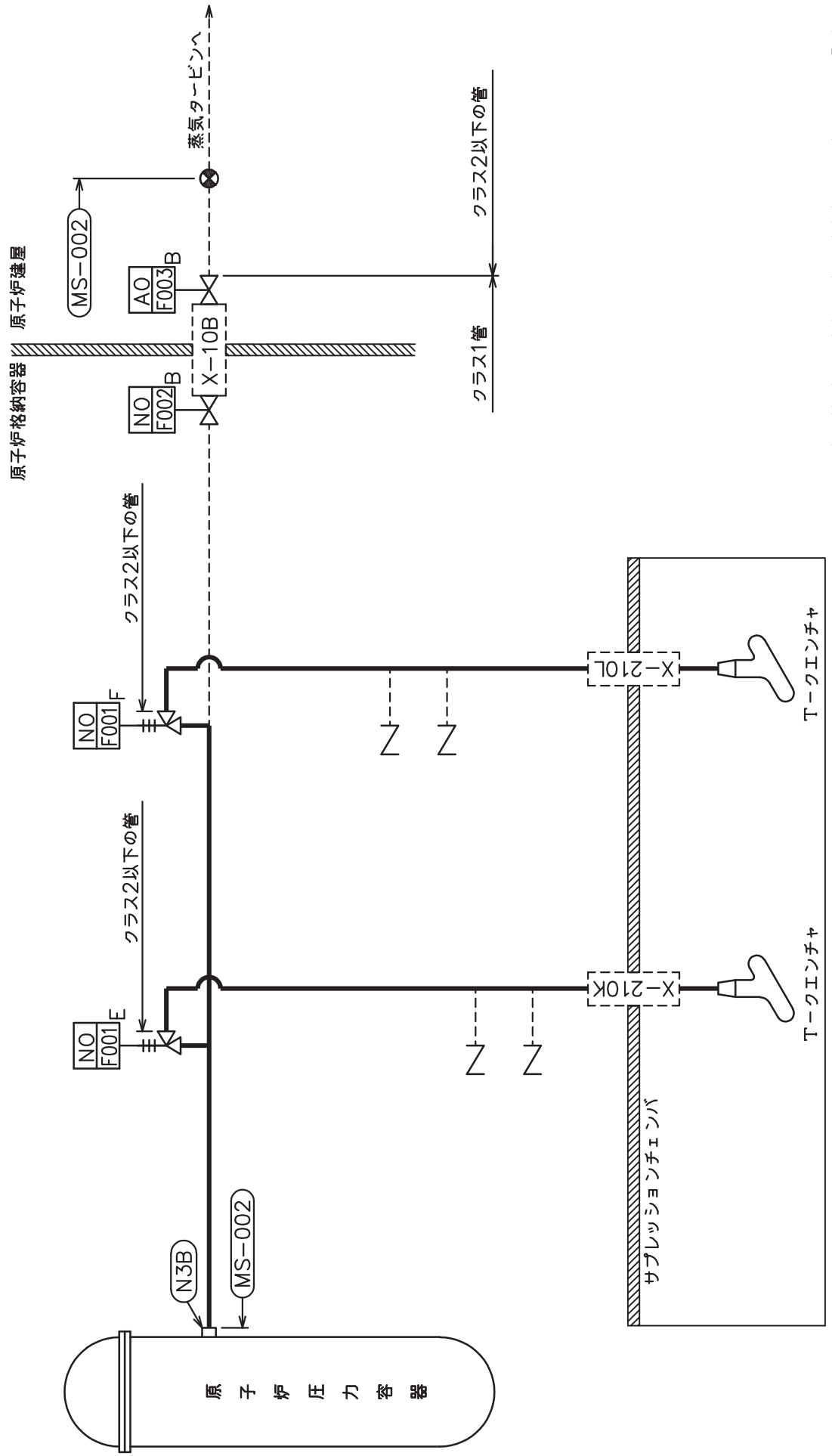
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

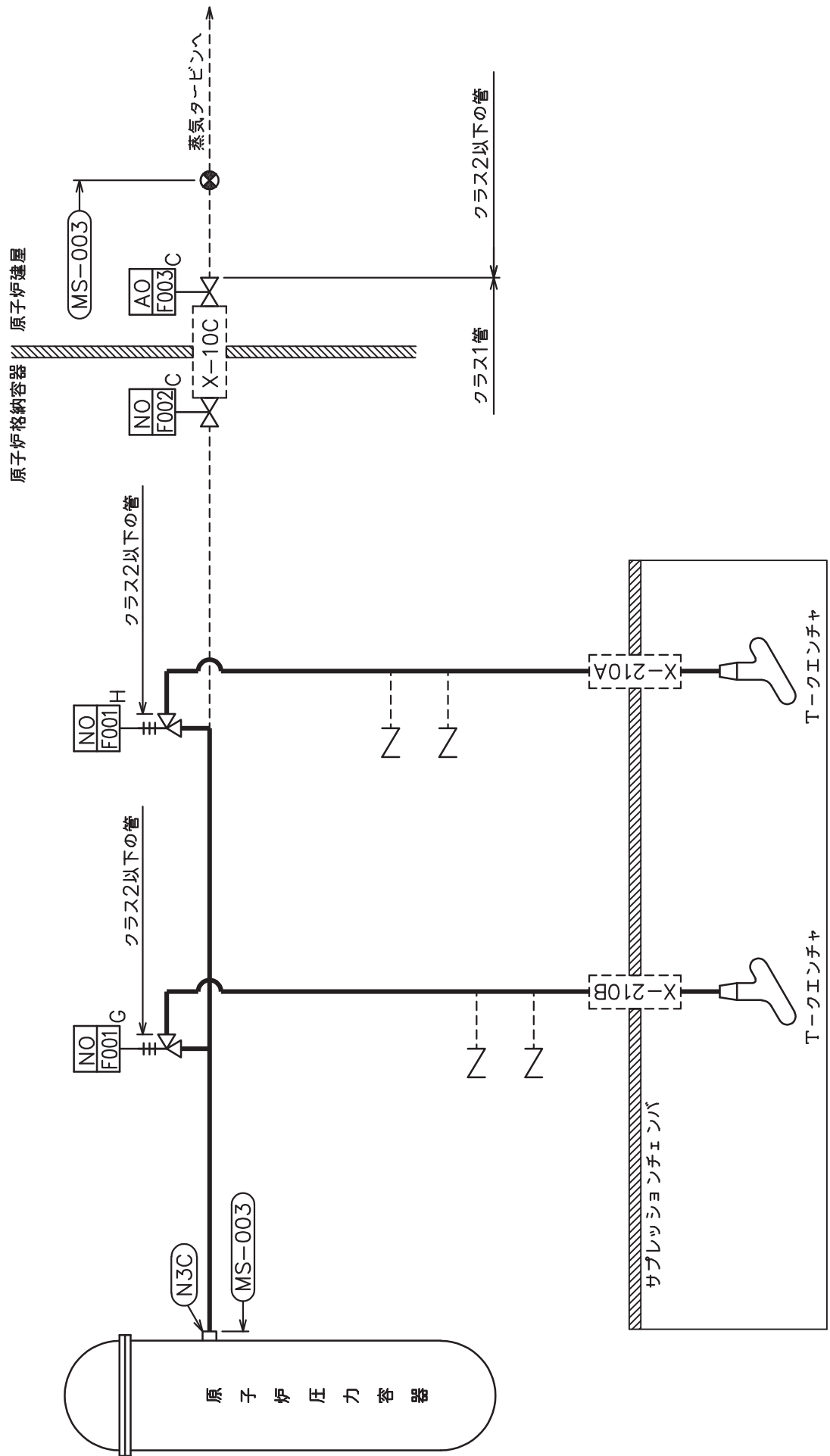
2.1 概略系統図

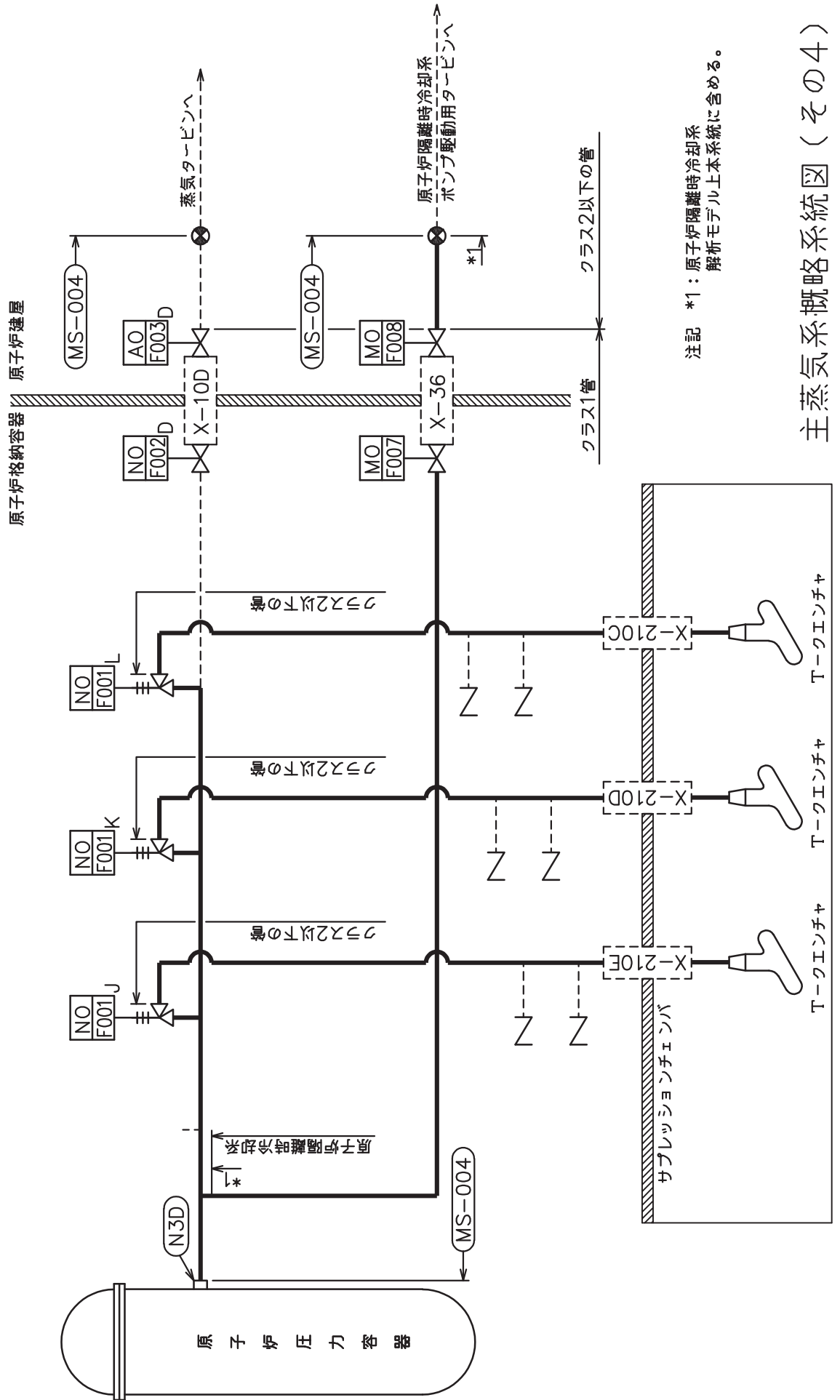
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

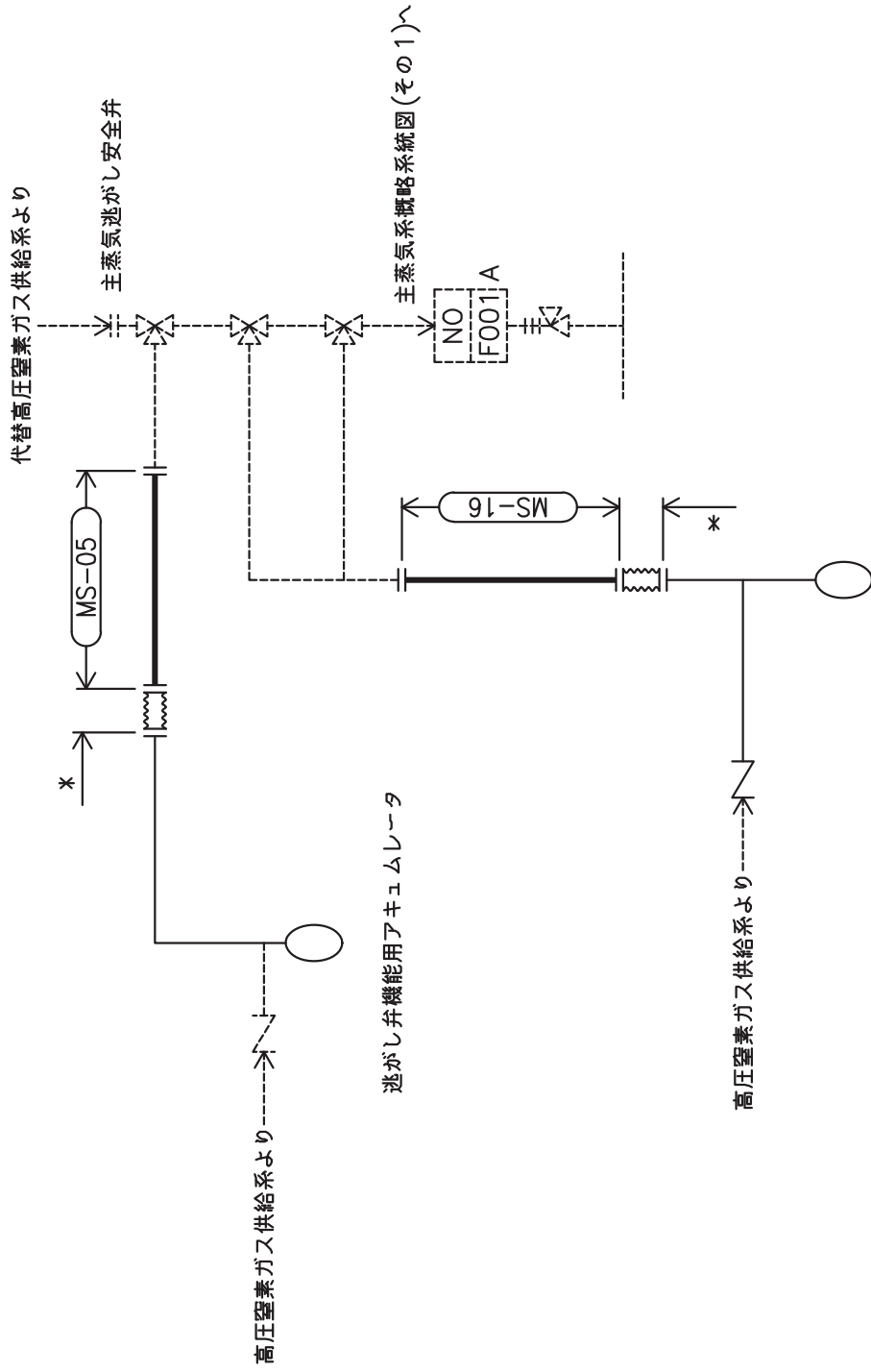


主蒸気系概略系統図 (その2)





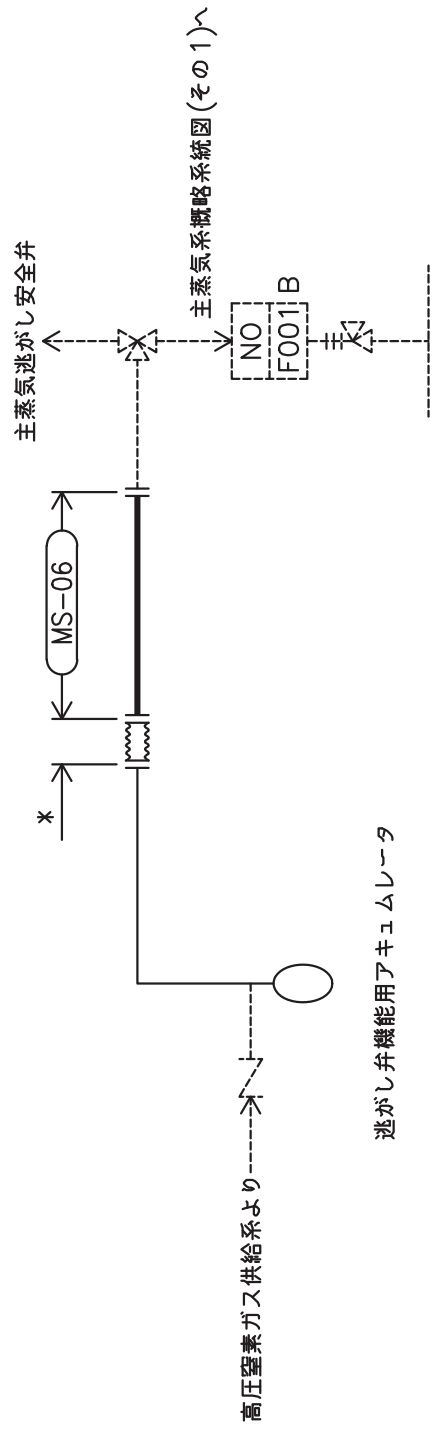
主蒸気系概略系統図 (その4)



自動減圧機能用アキュムレータ

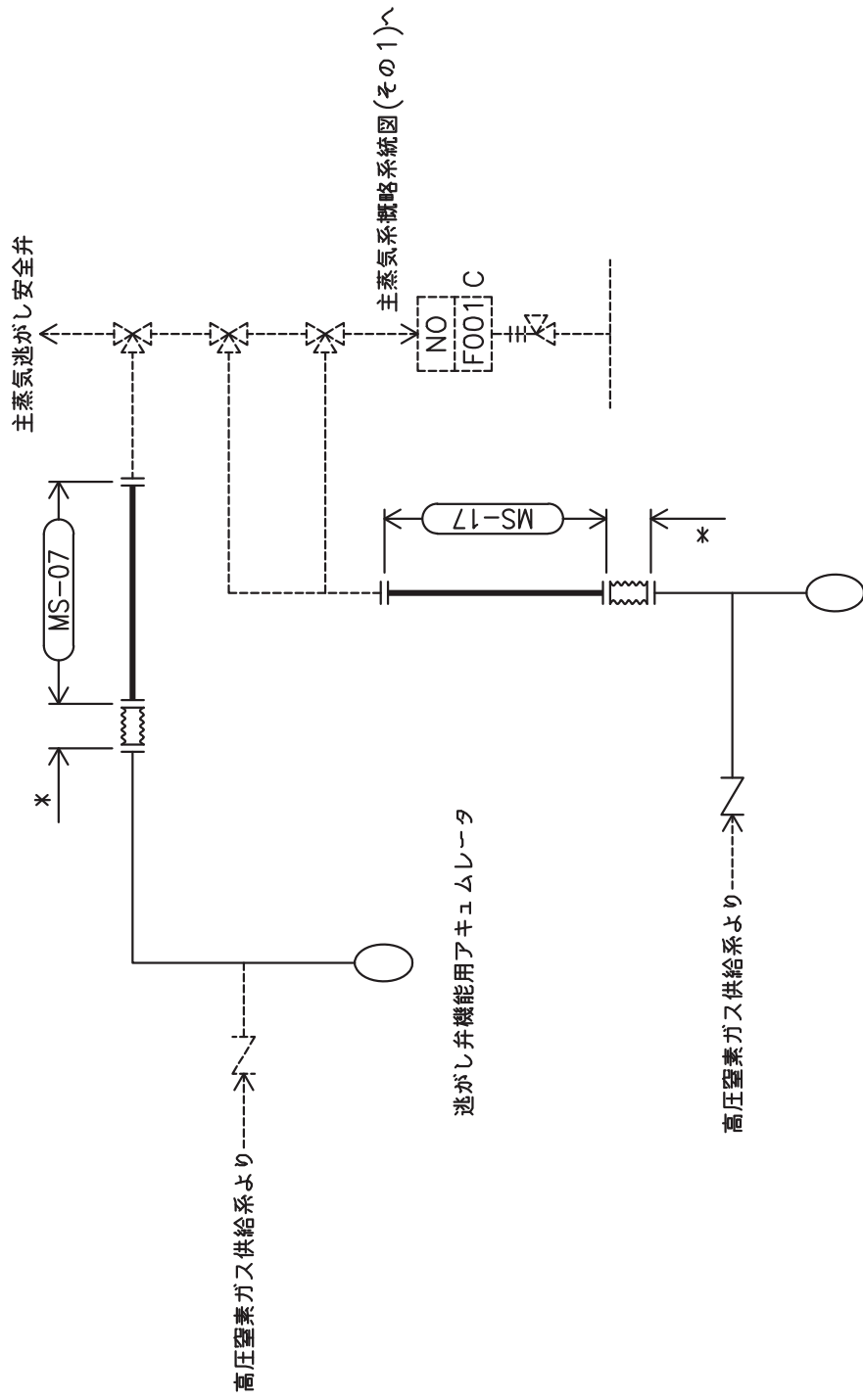
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その5)



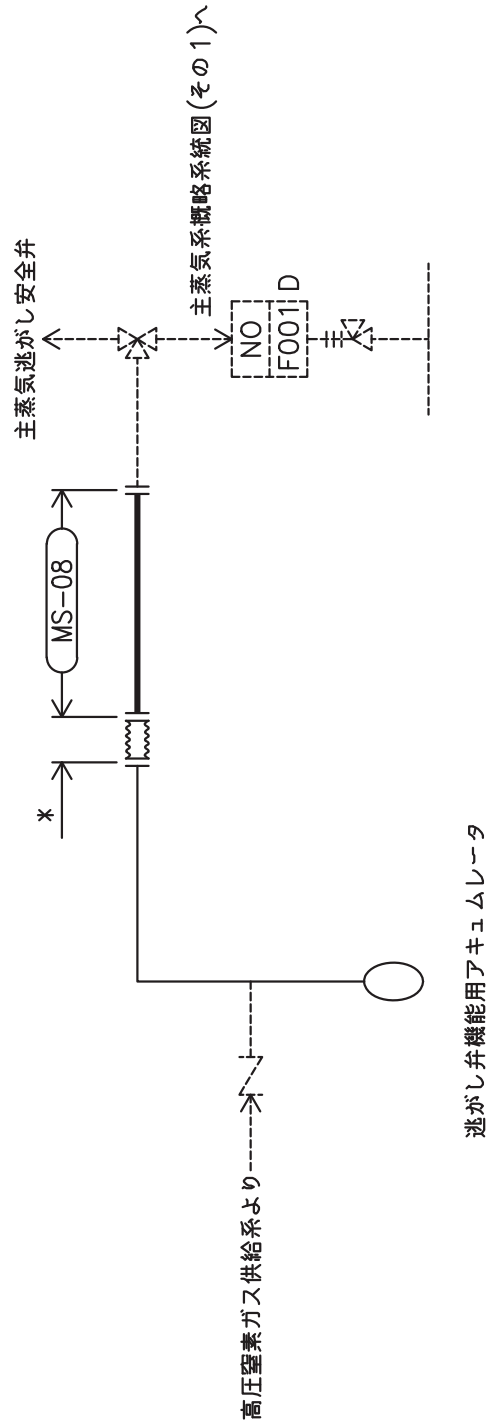
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その6)



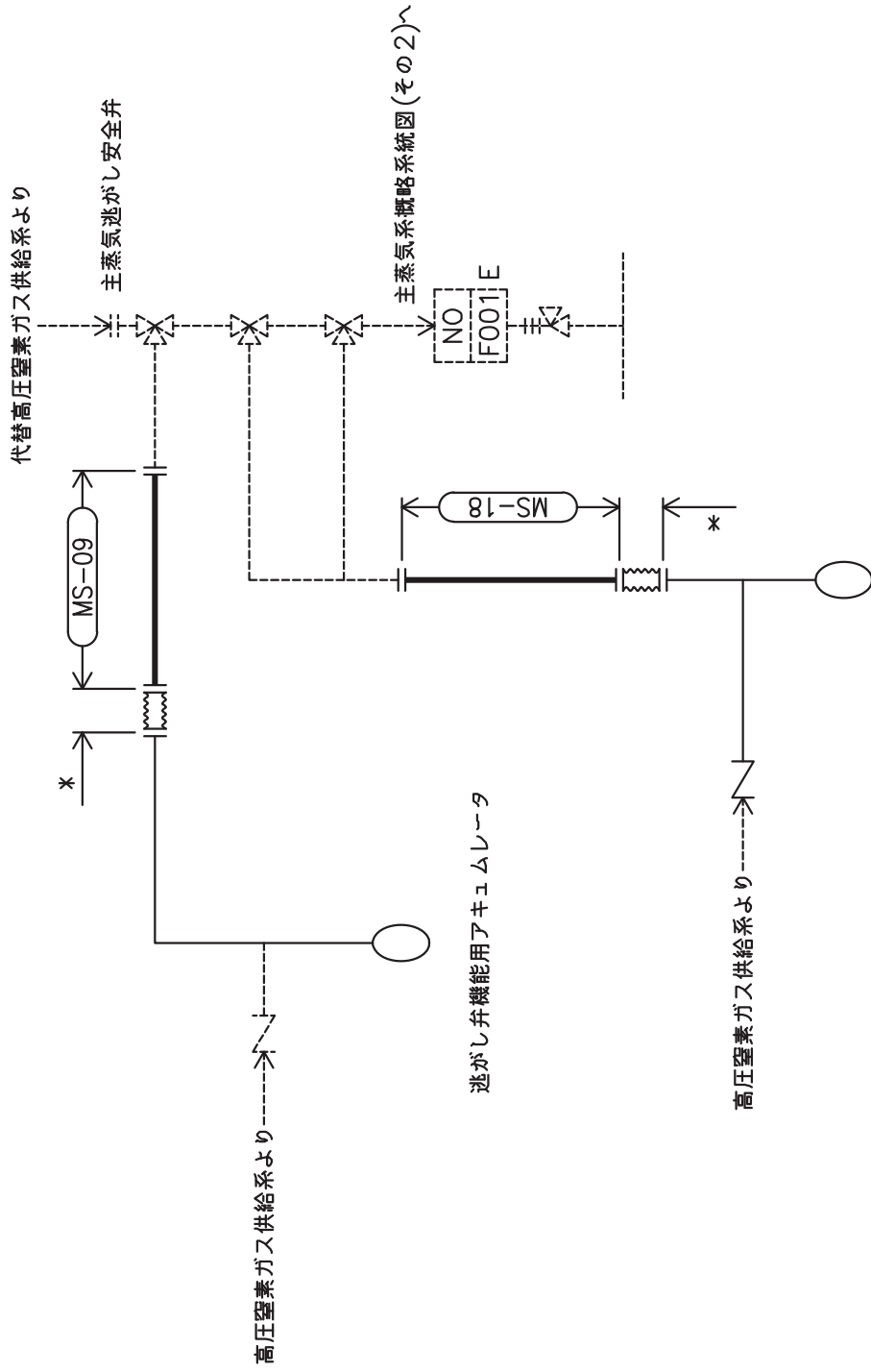
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その7)



注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

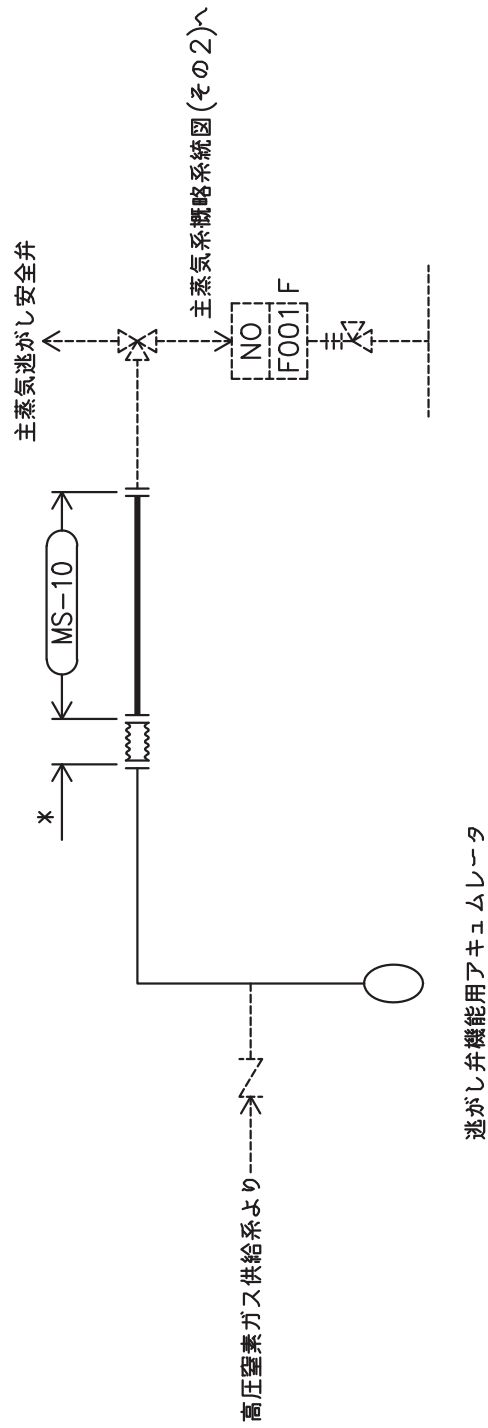
主蒸気系概略系統図(その8)



自動減圧機能用アキュムレータ

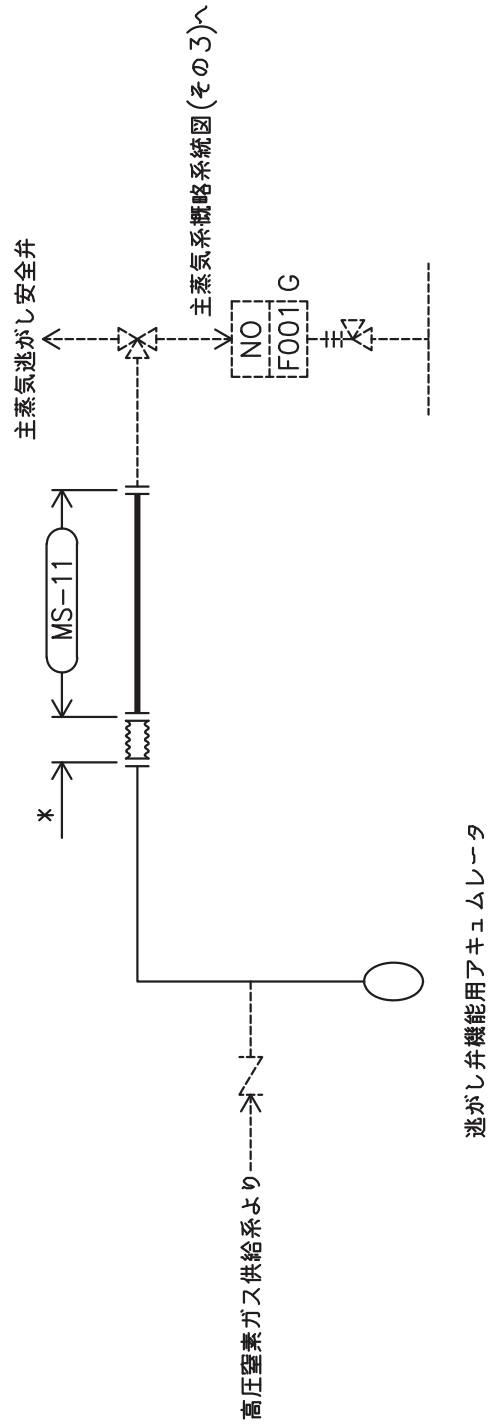
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その9)



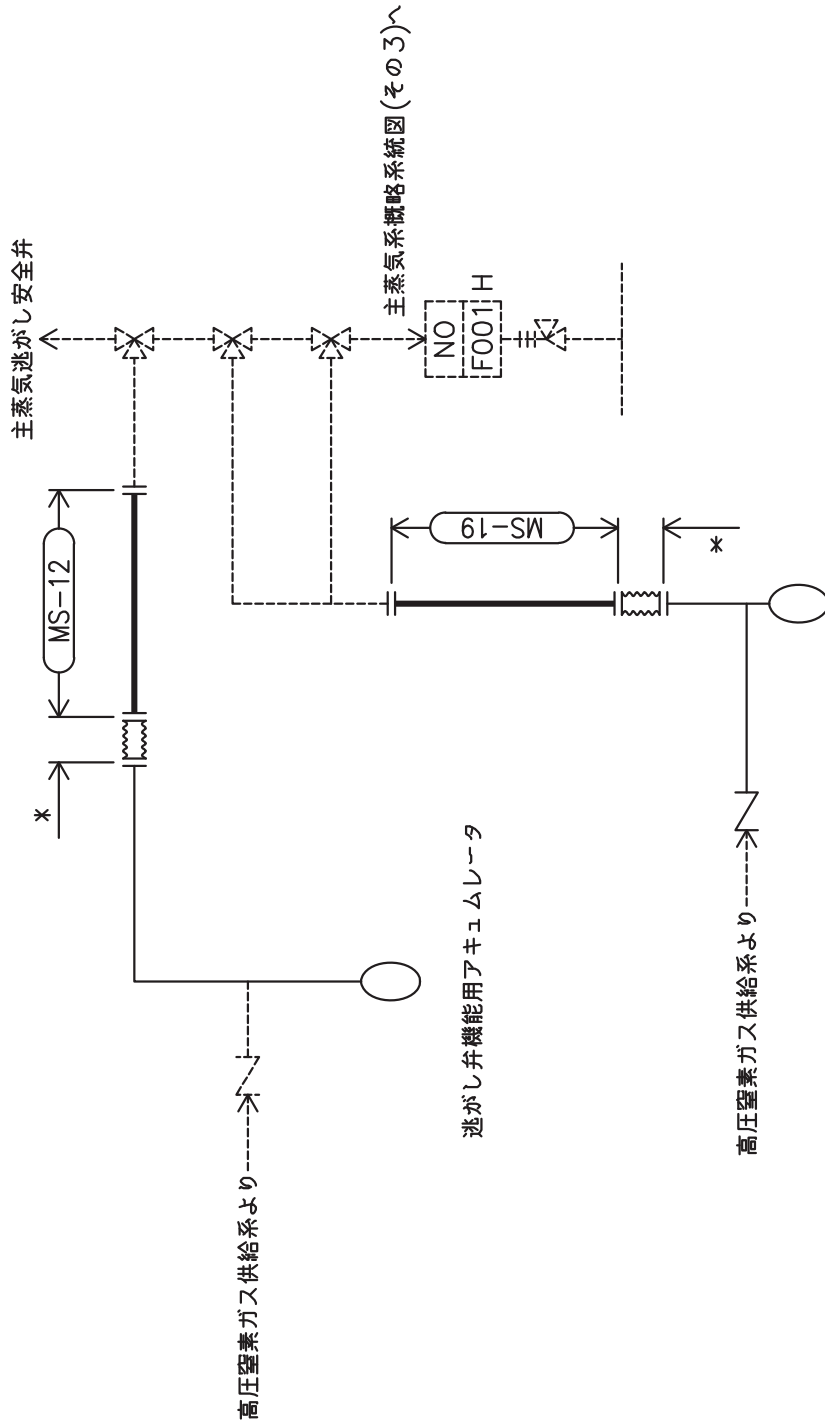
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その10)



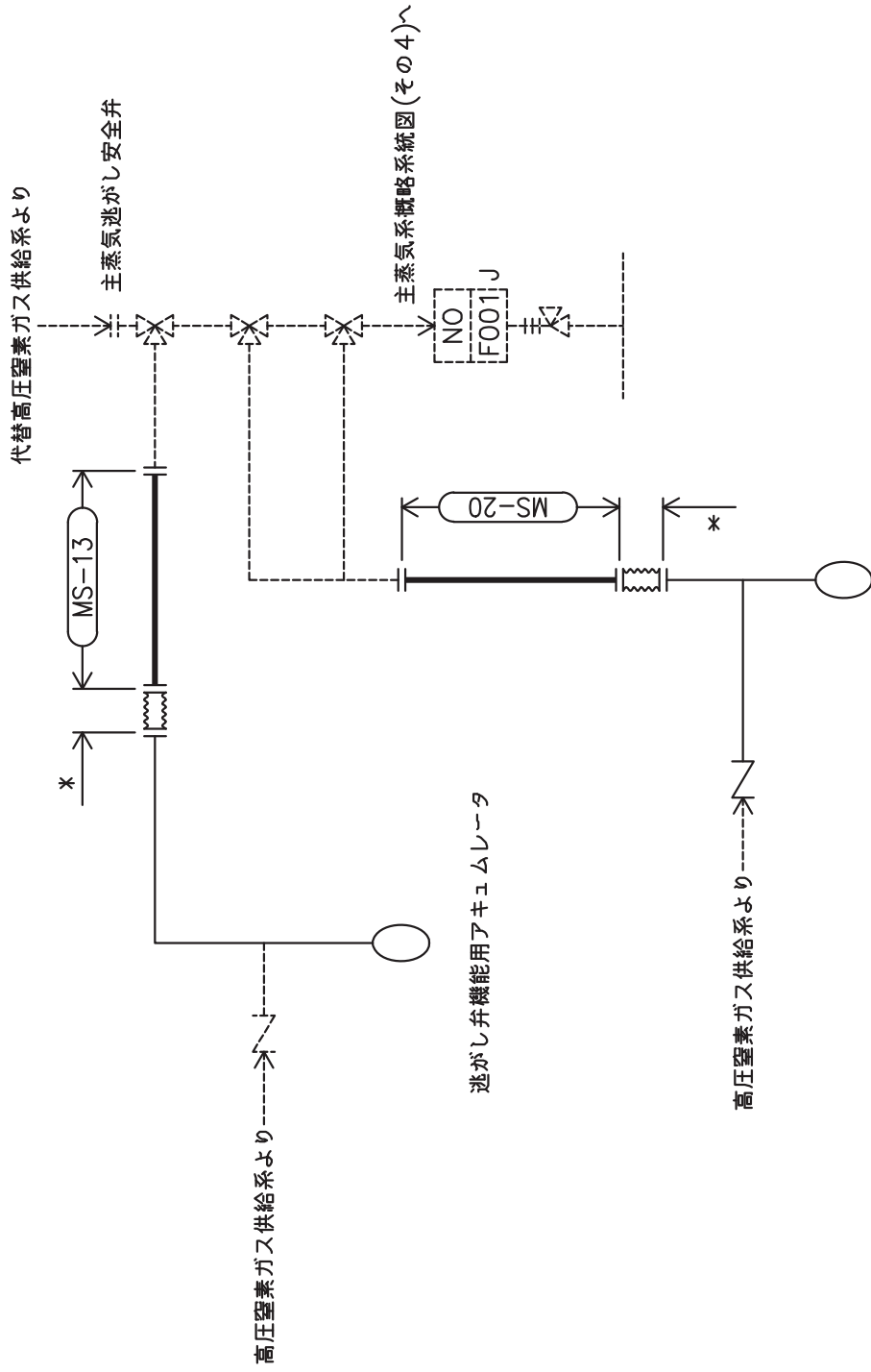
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その11)



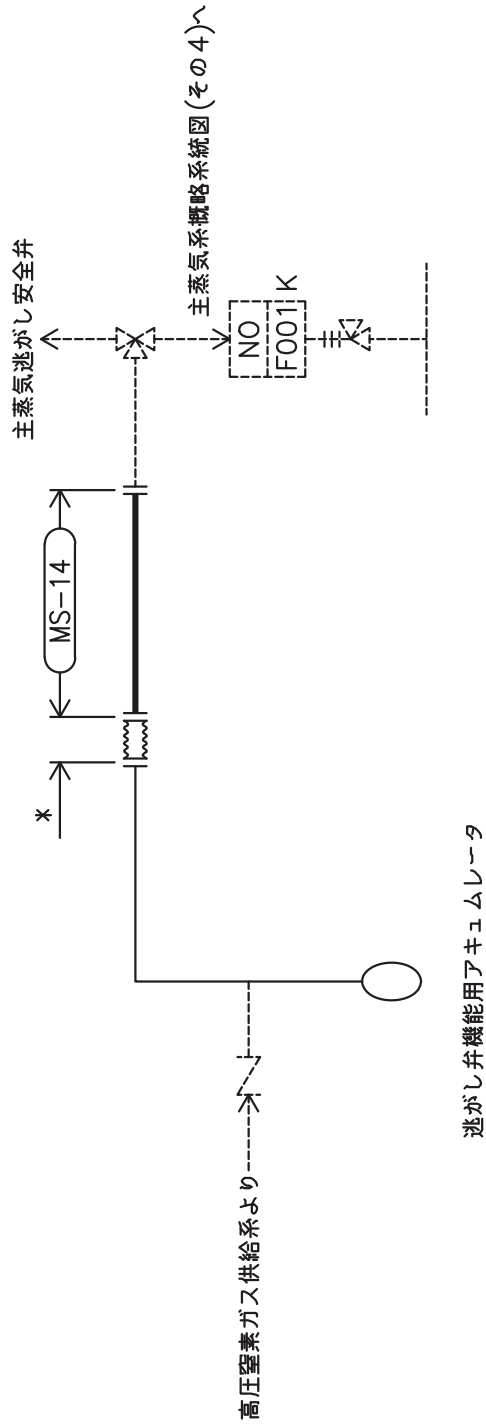
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その12)



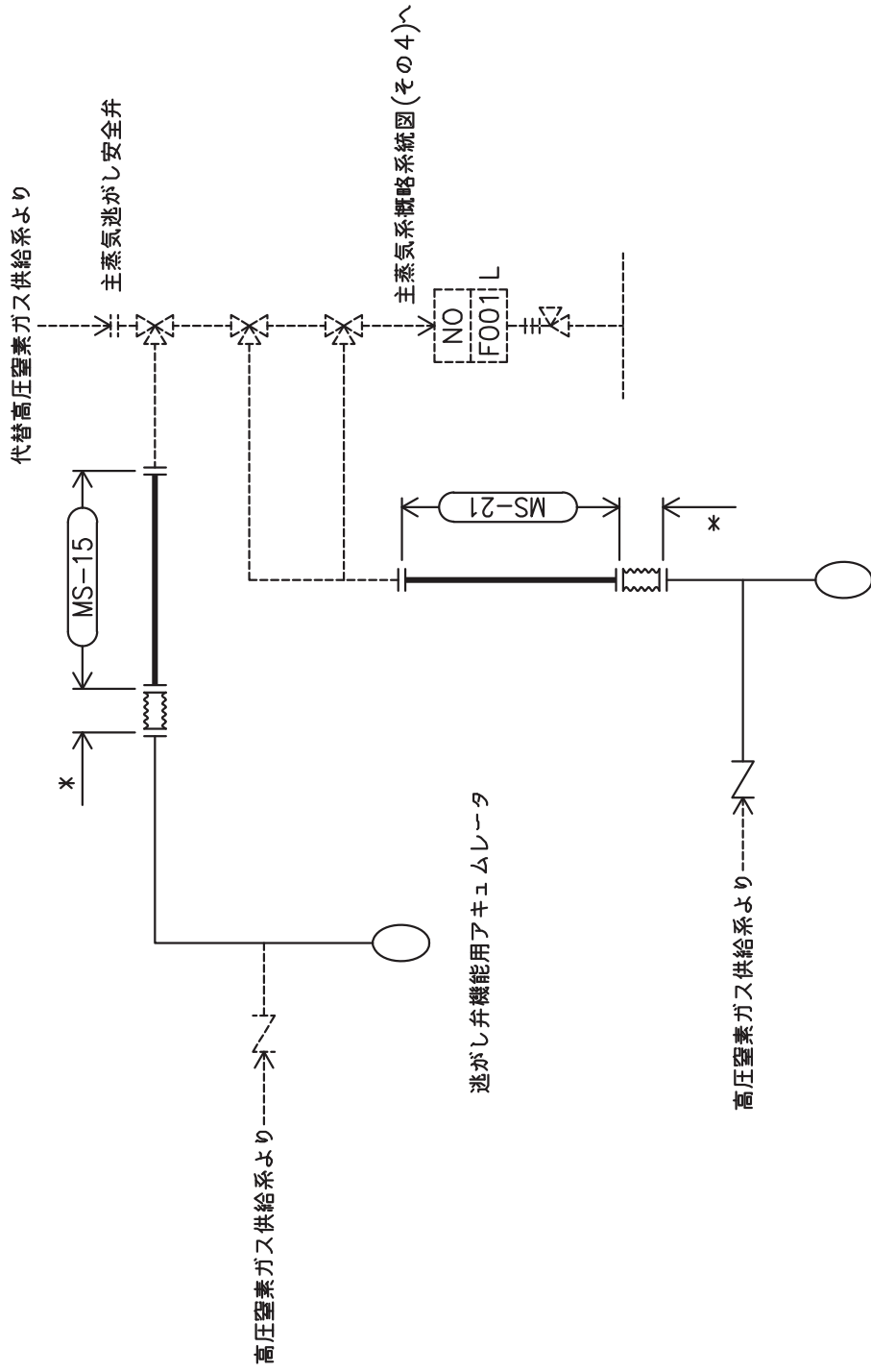
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その13)



注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その14)


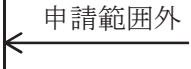
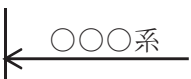


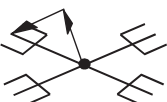
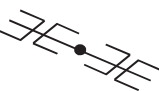

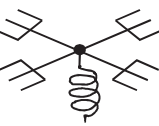
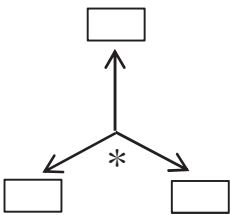


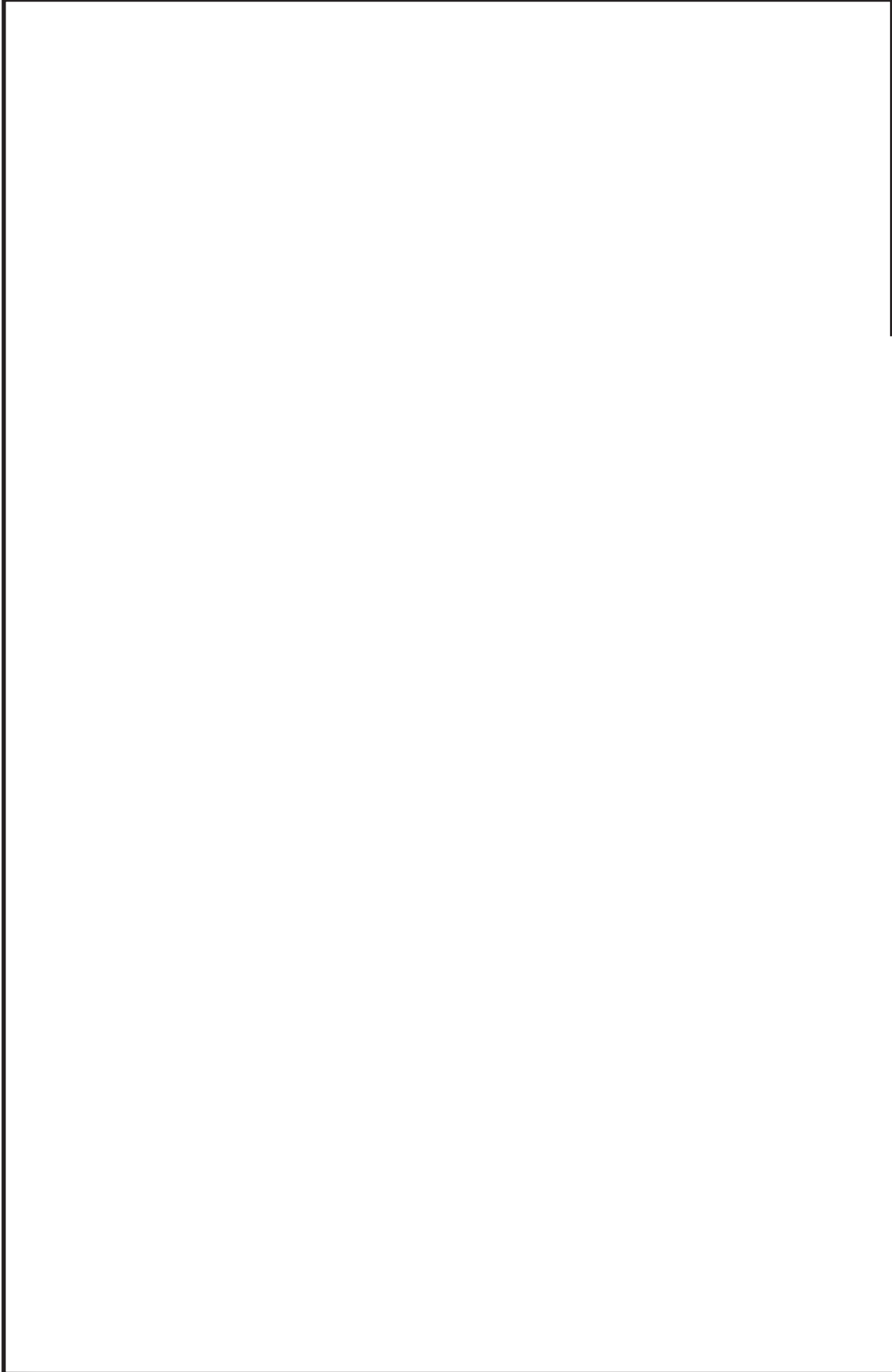
注記*：高圧窒素ガス供給系
解析モデル上本系統に含める

主蒸気系概略系統図(その15)

2.2 鳥瞰図

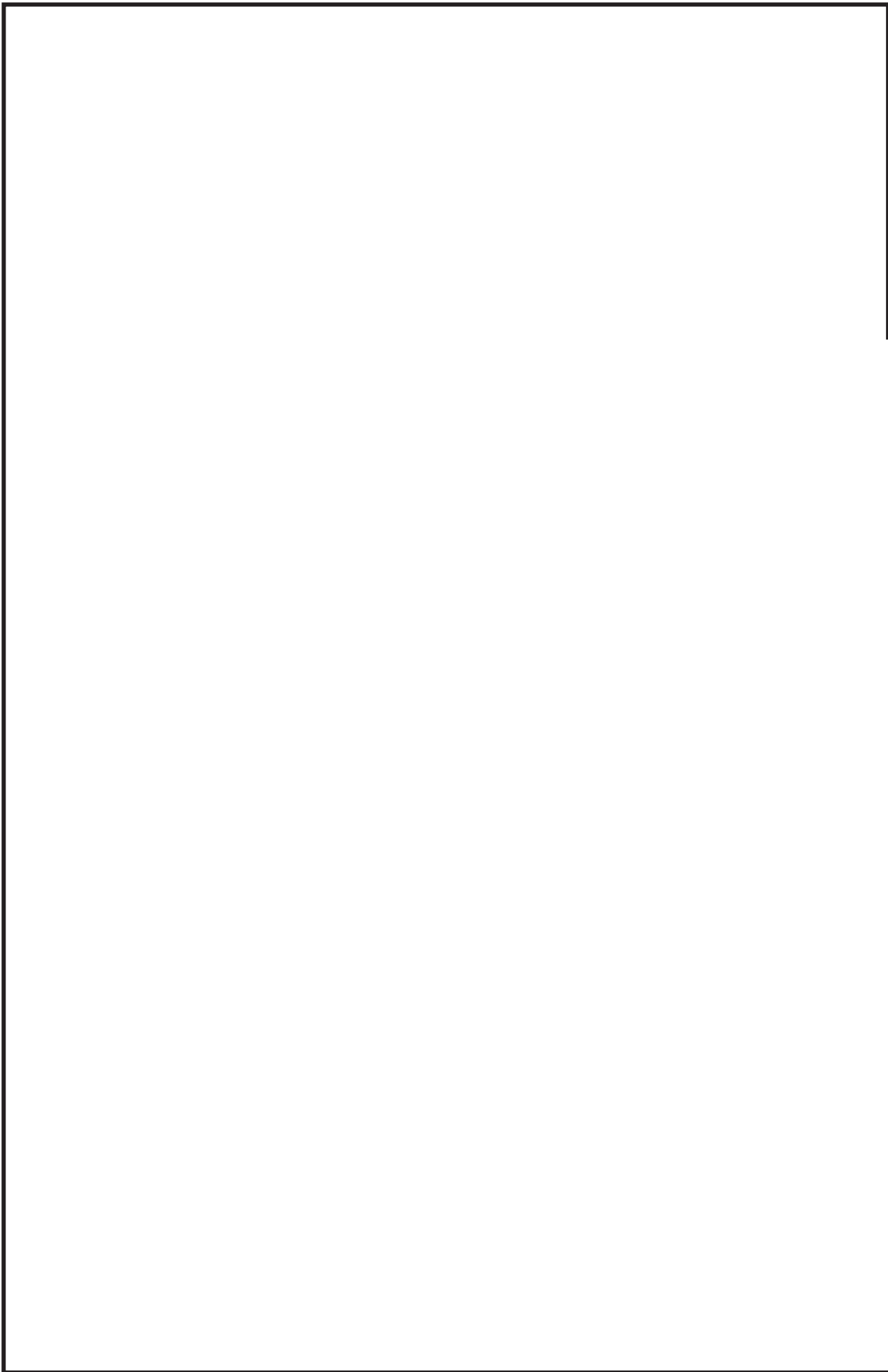
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)



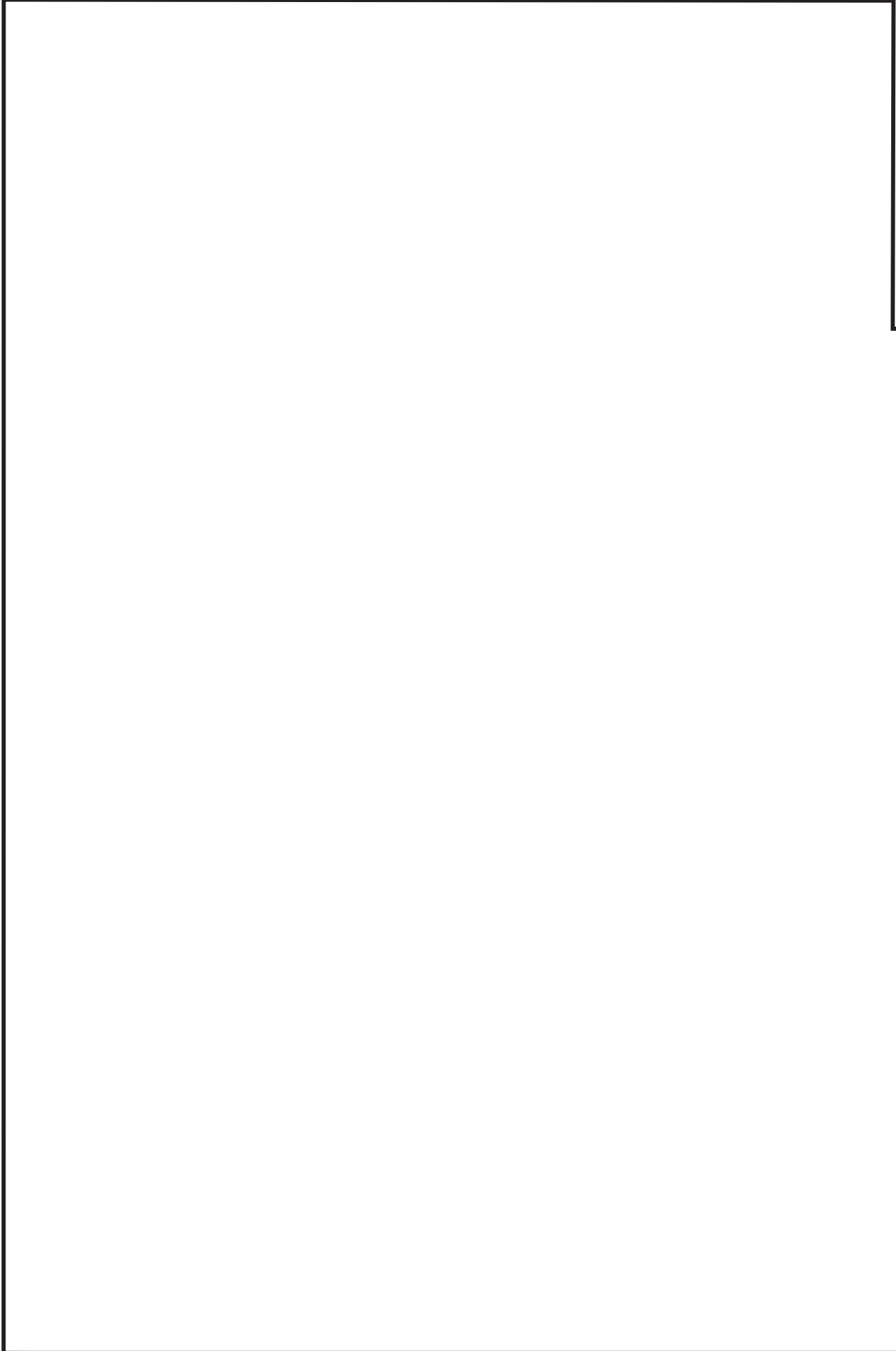
鳥瞰図 MS-001-1/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



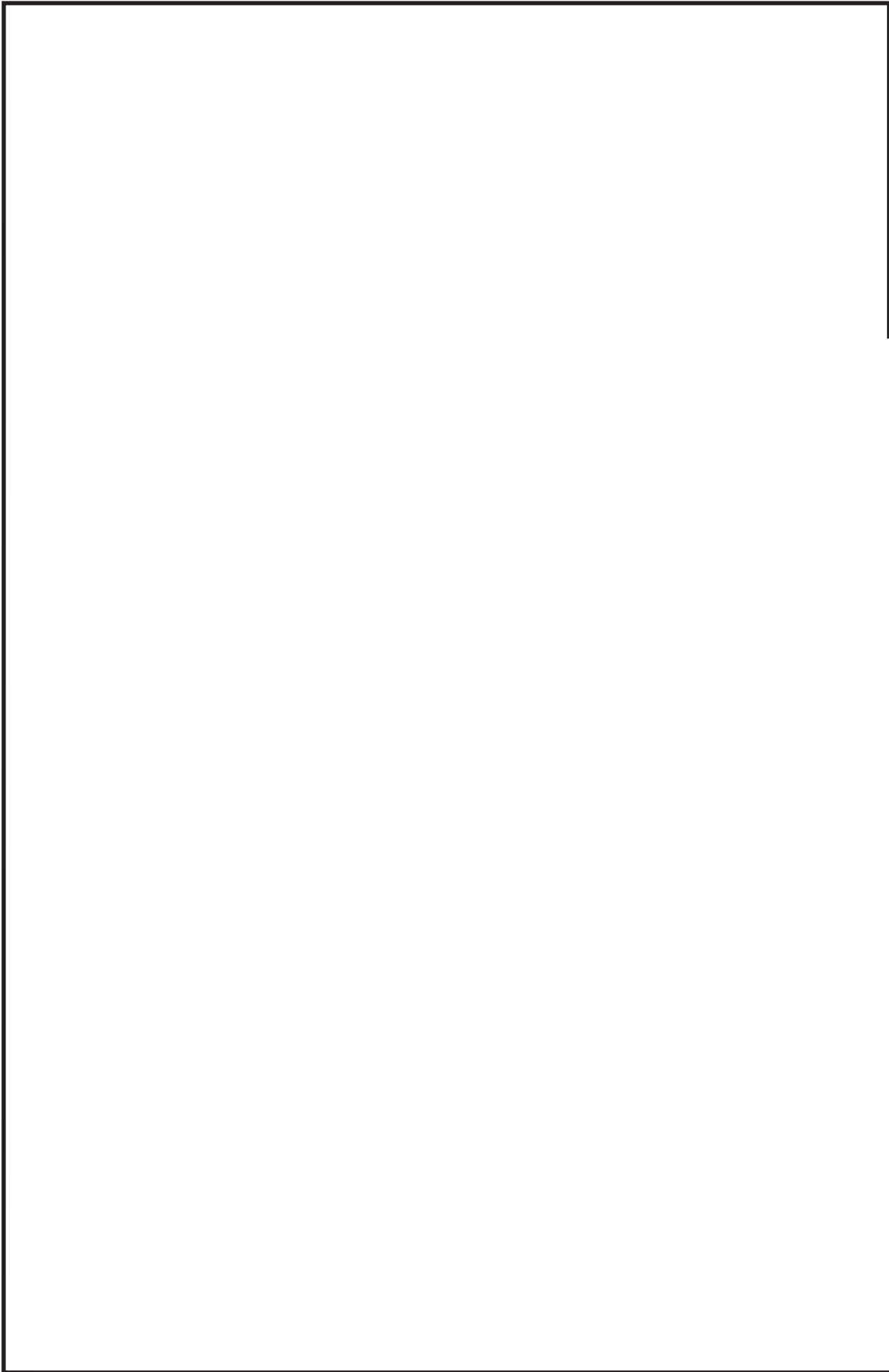
鳥瞰図 MS-001-2/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



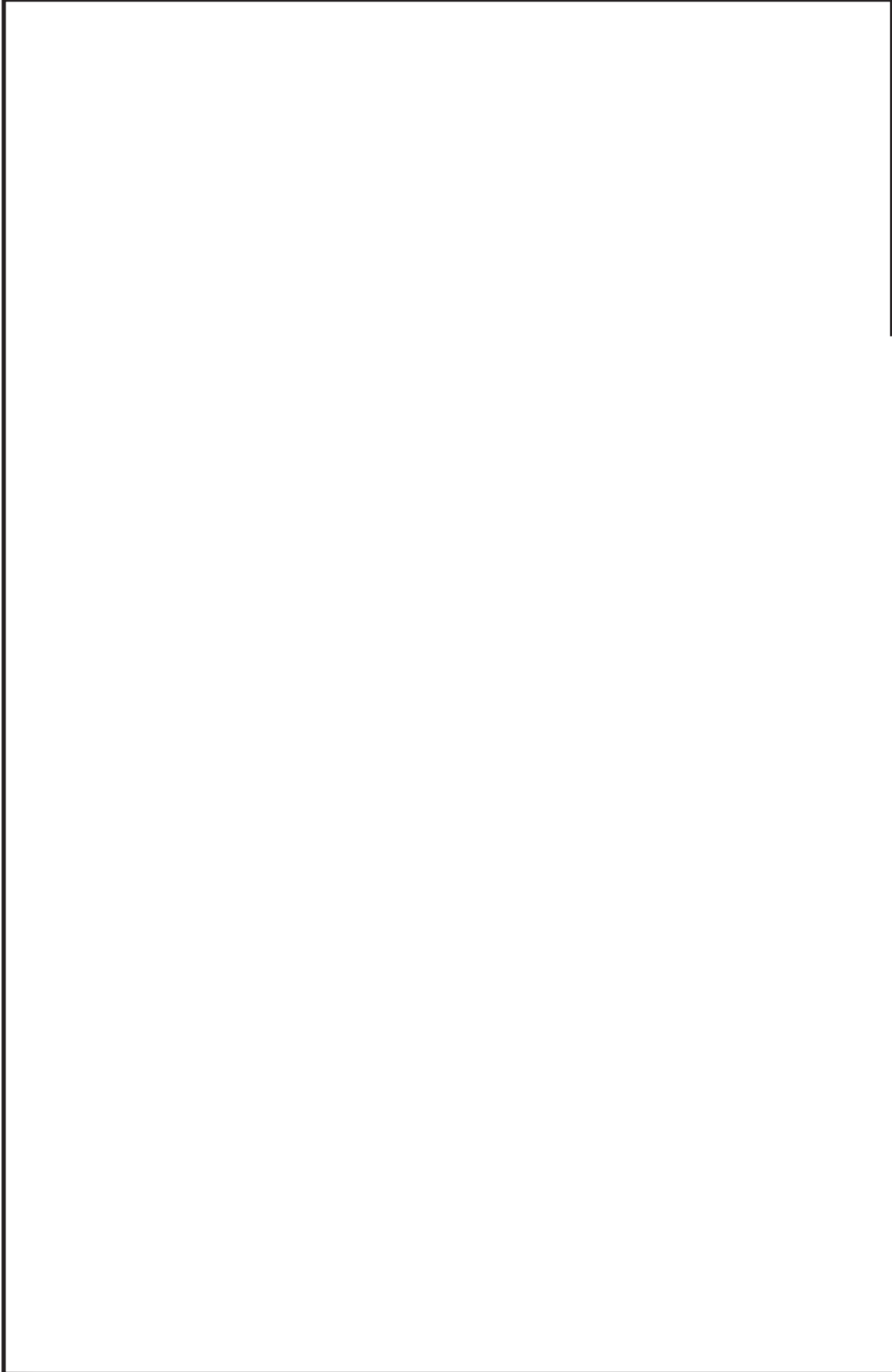
鳥瞰図 MS-001-3/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



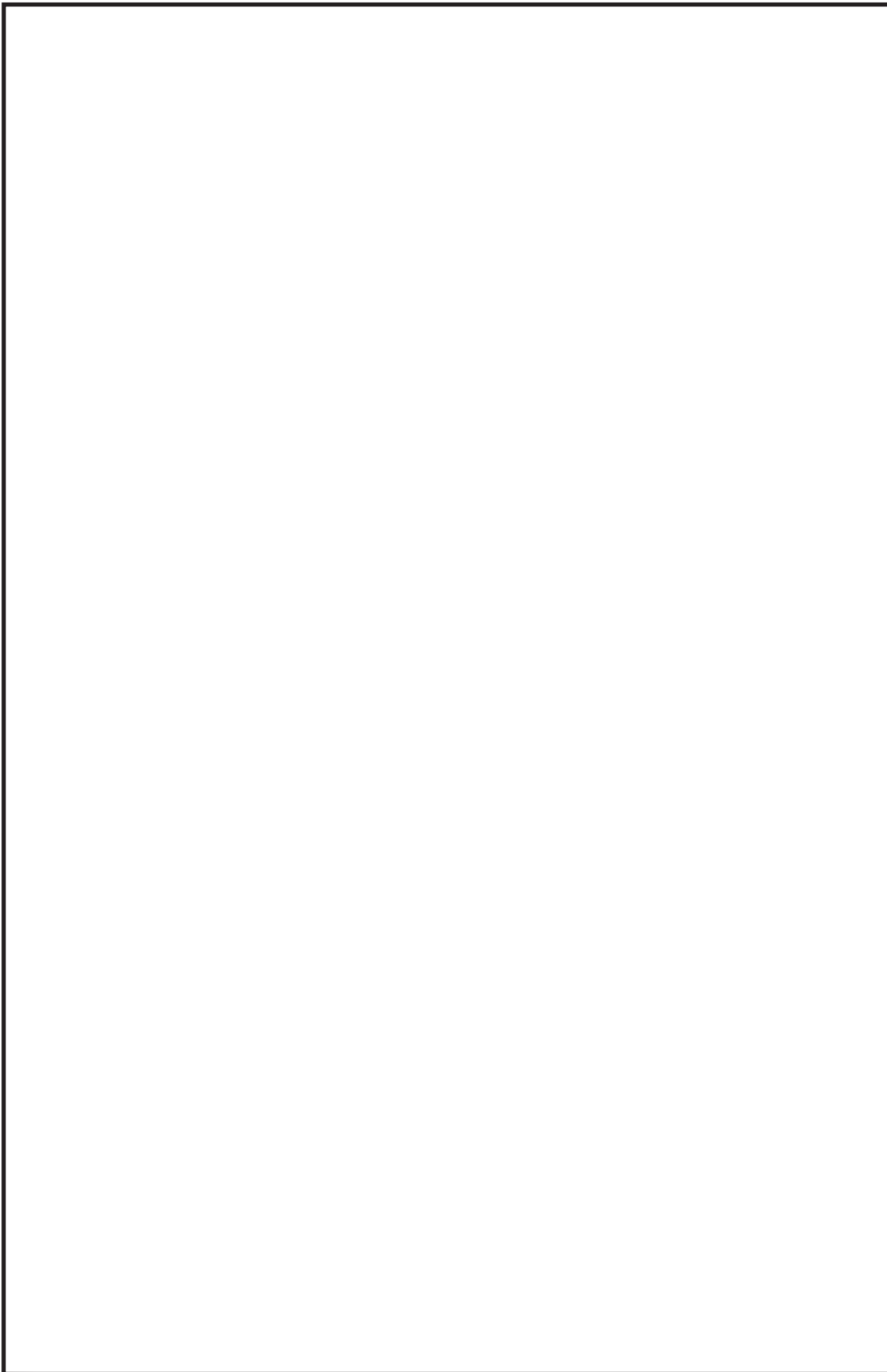
鳥瞰図 MS-001-4/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



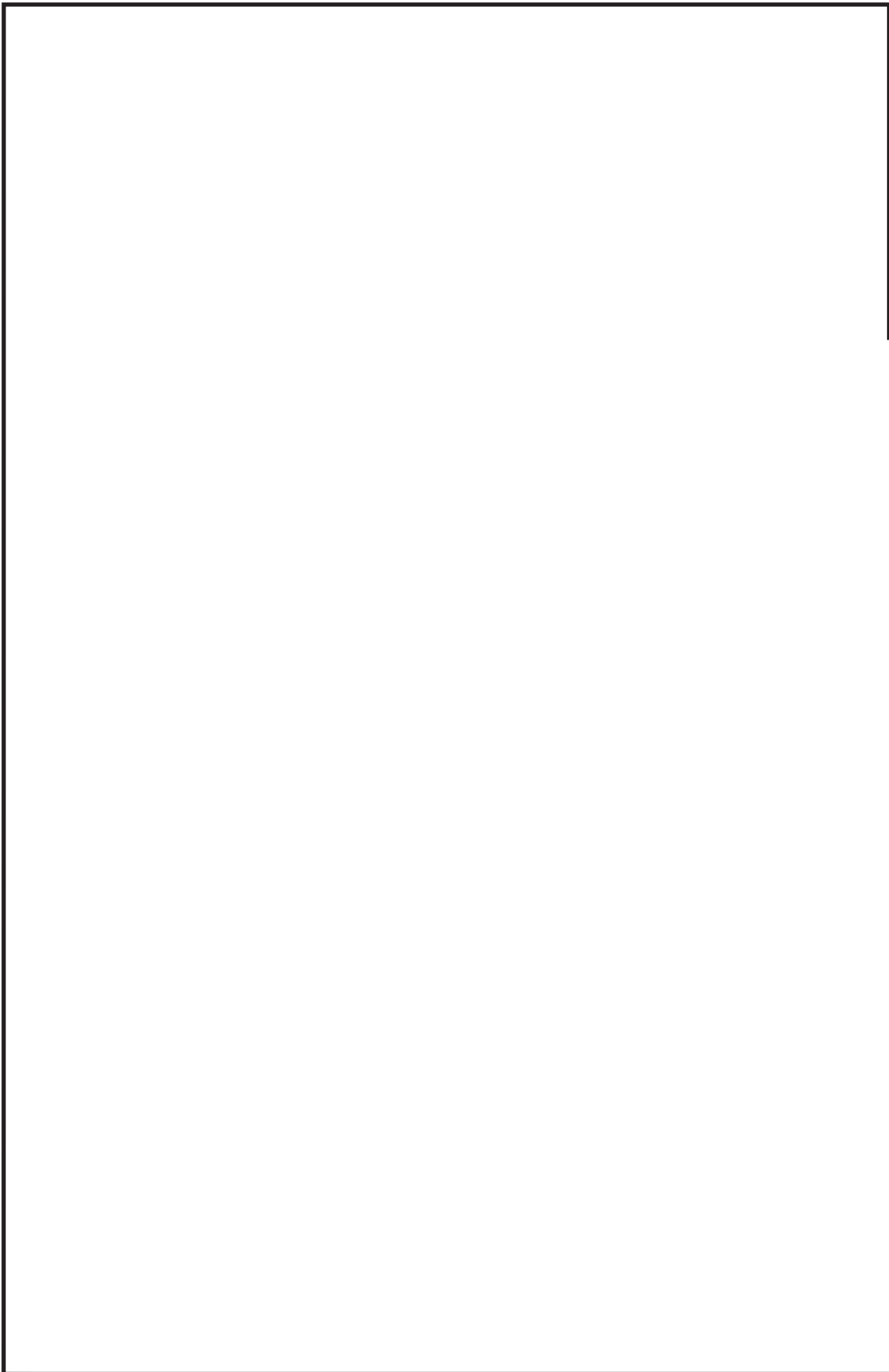
鳥瞰図 MS-001-5/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



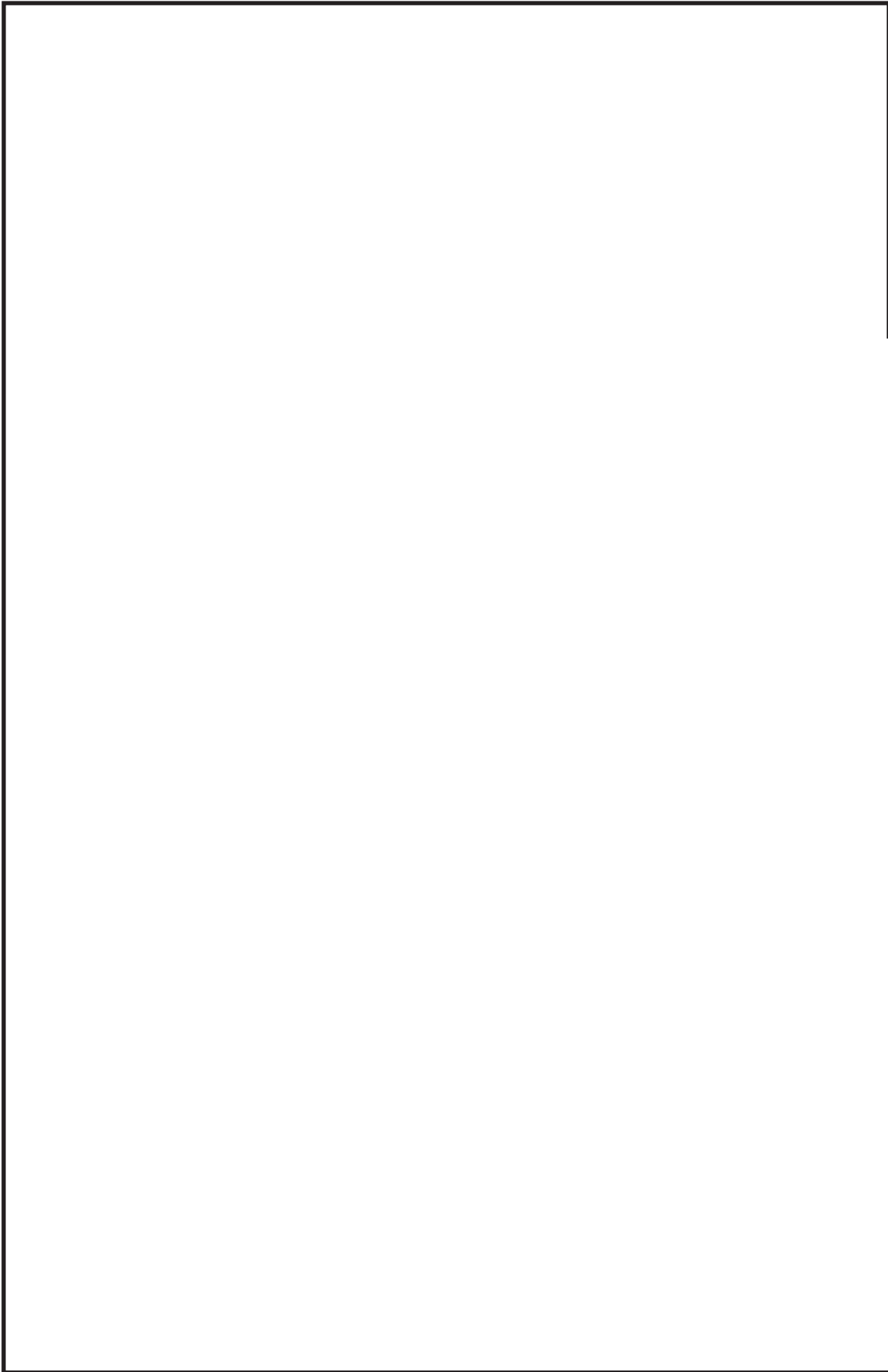
鳥瞰図 MS-001-6/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



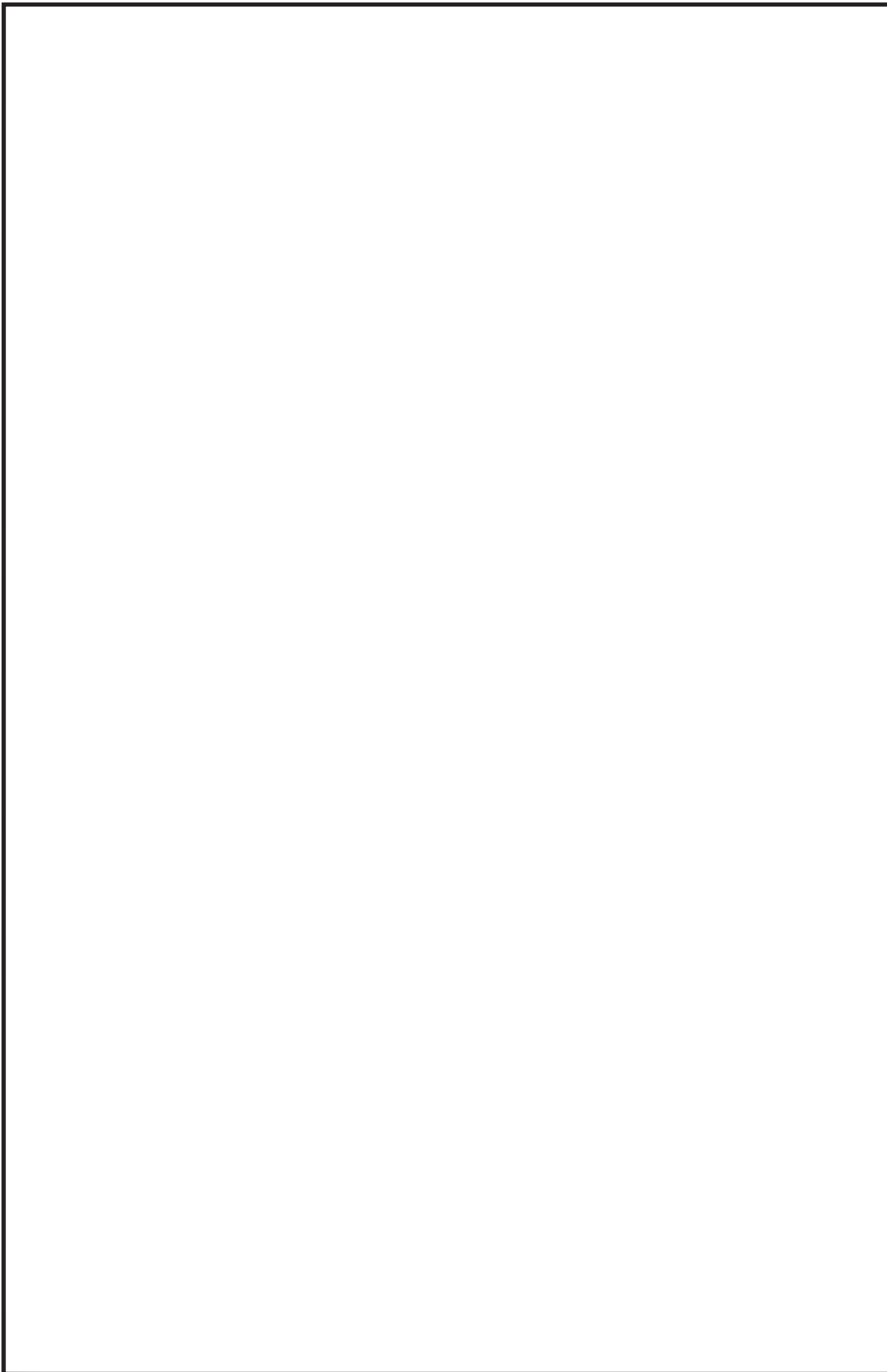
鳥瞰図 MS-001-7/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



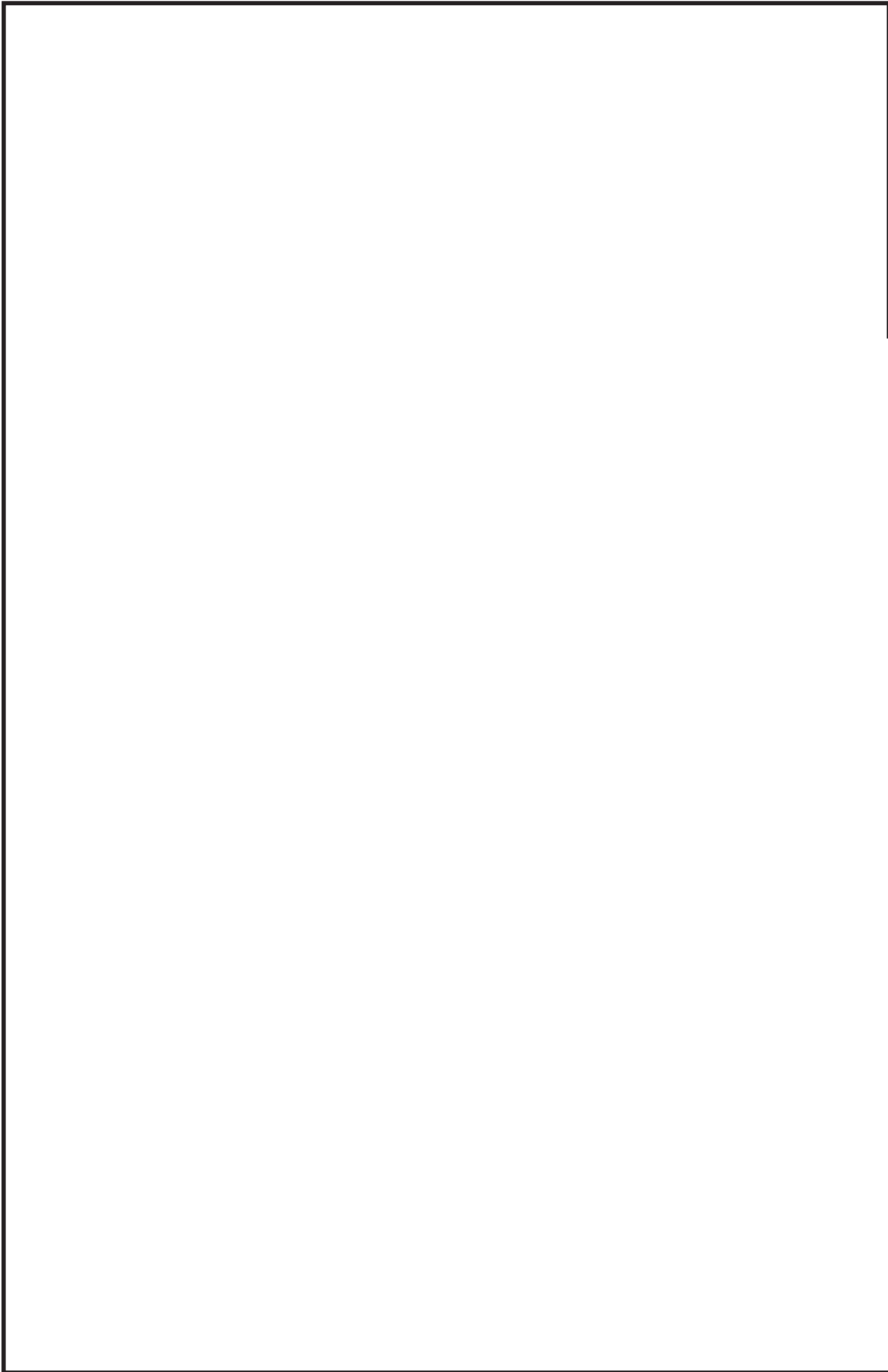
鳥瞰図 MS-001-8/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



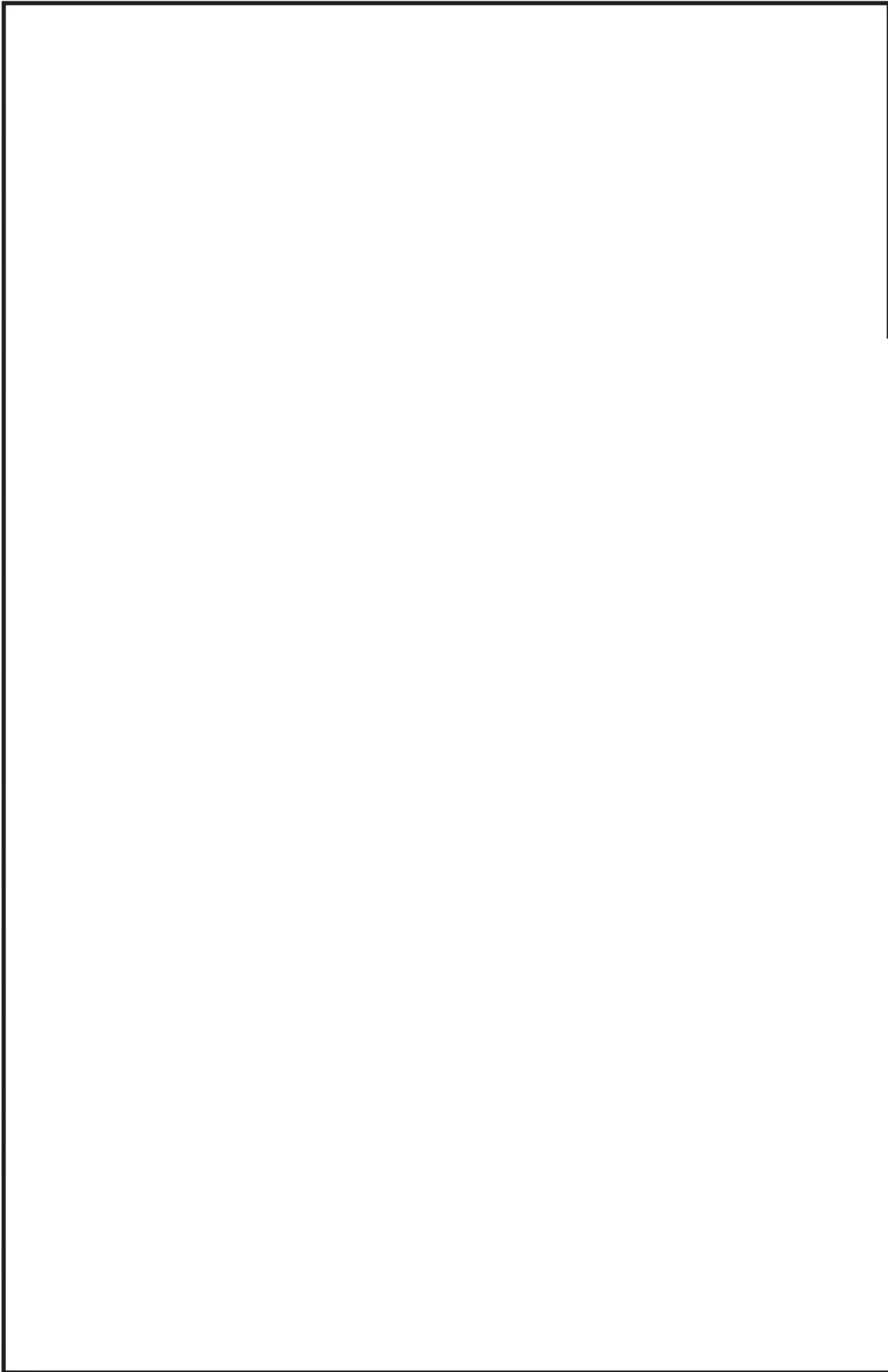
鳥瞰図 MS-001-9/10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001-10/10

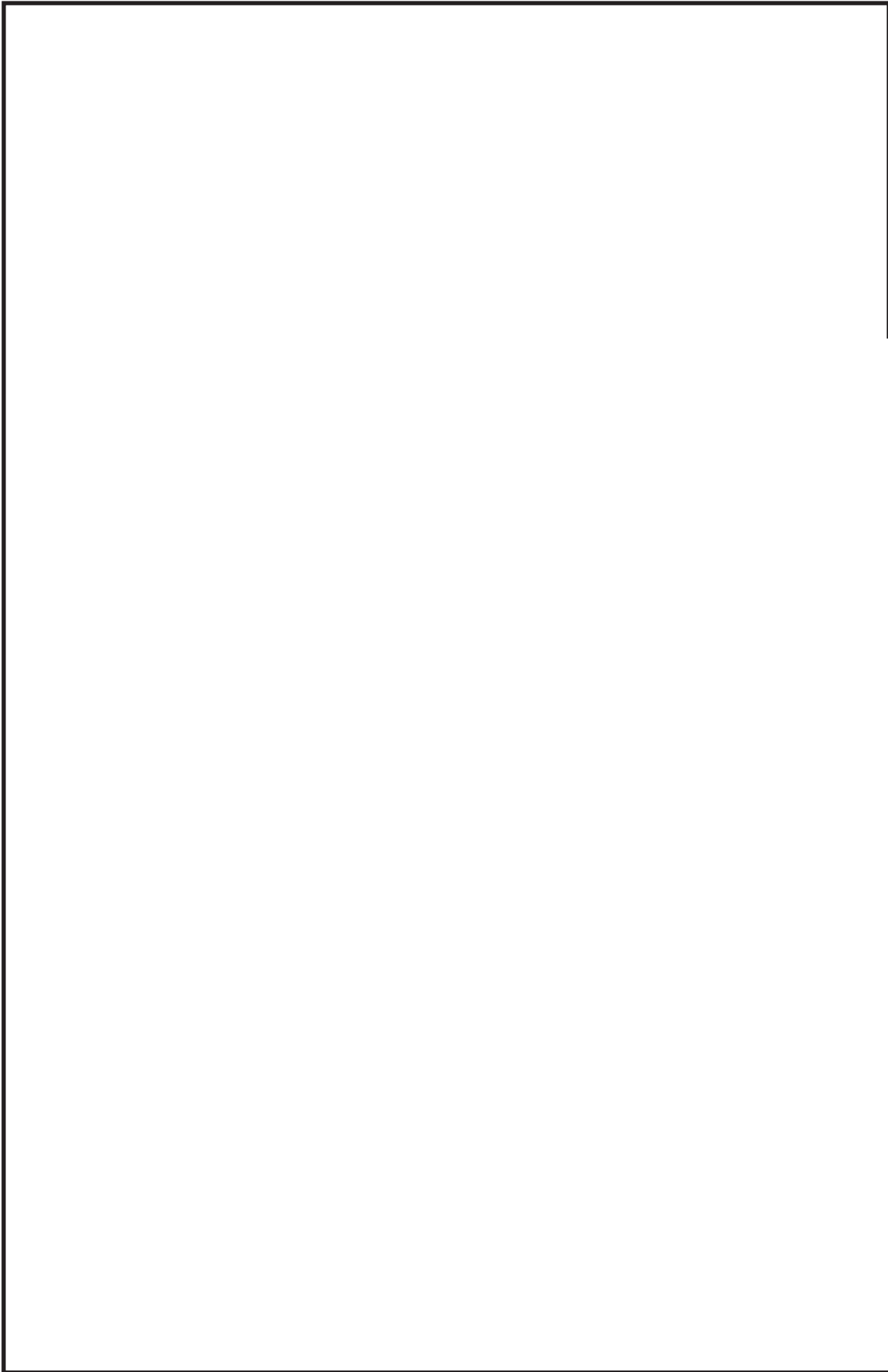
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

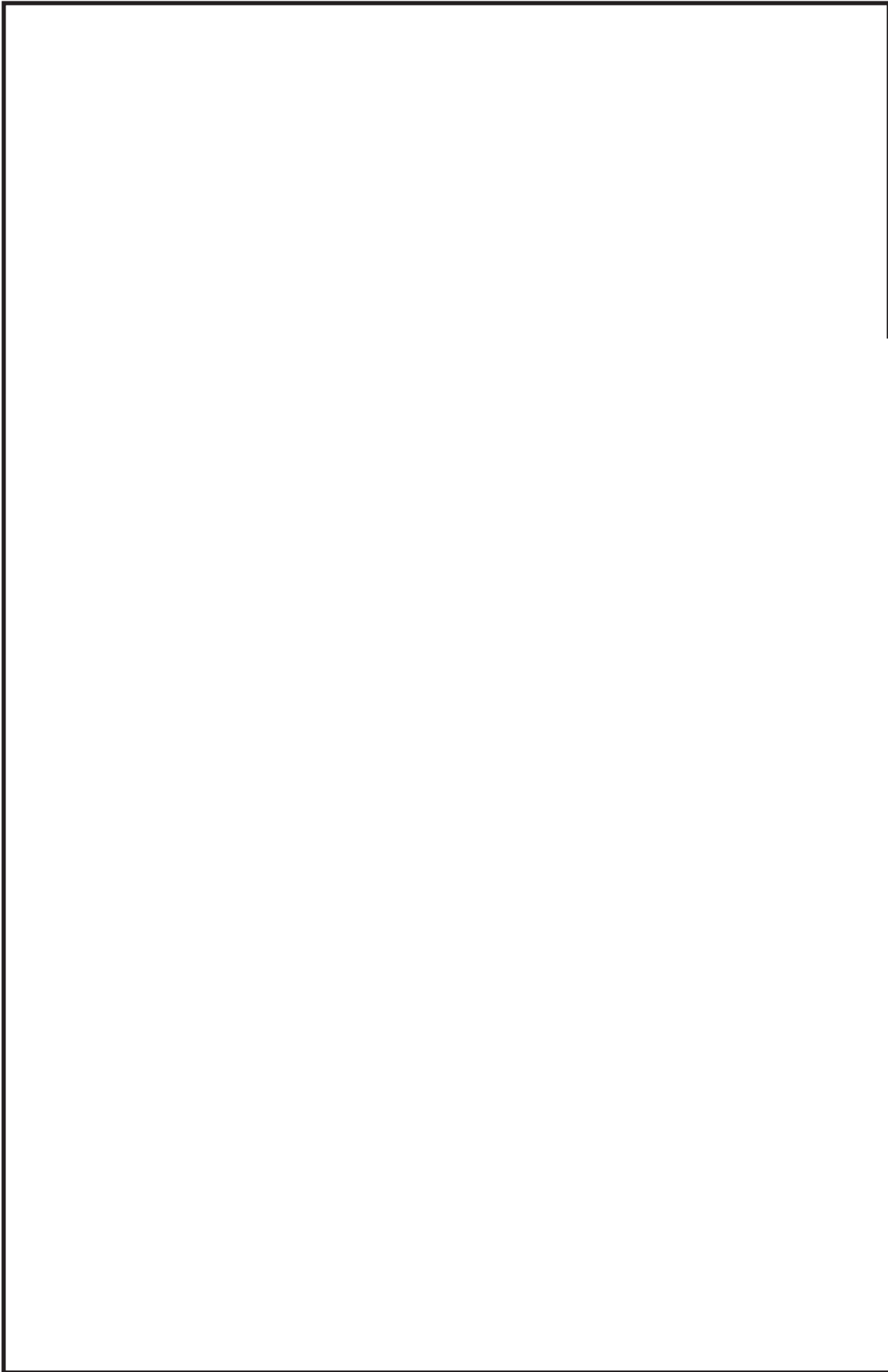
MS-004-1/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



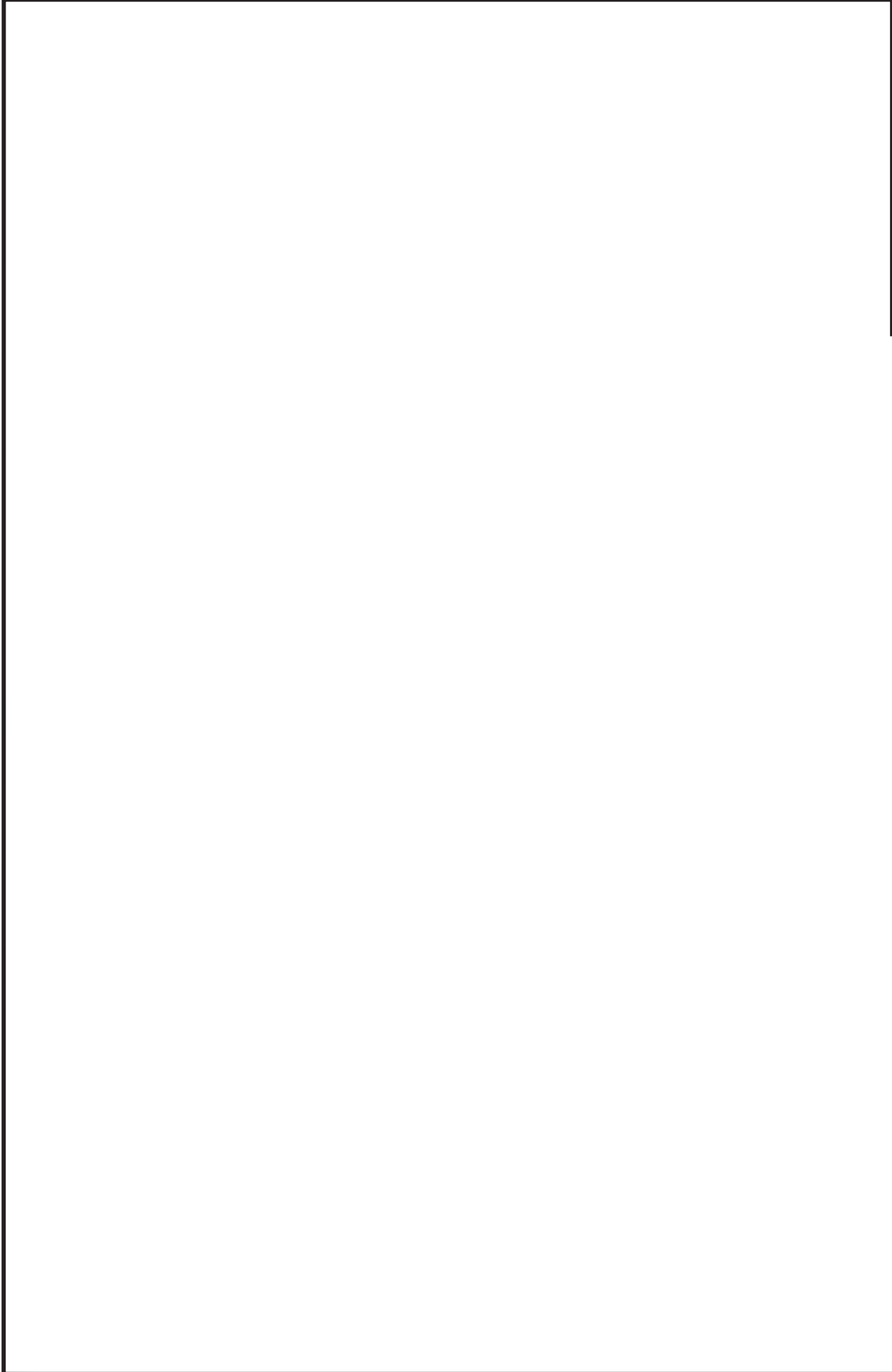
鳥瞰図 MS-004-2/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



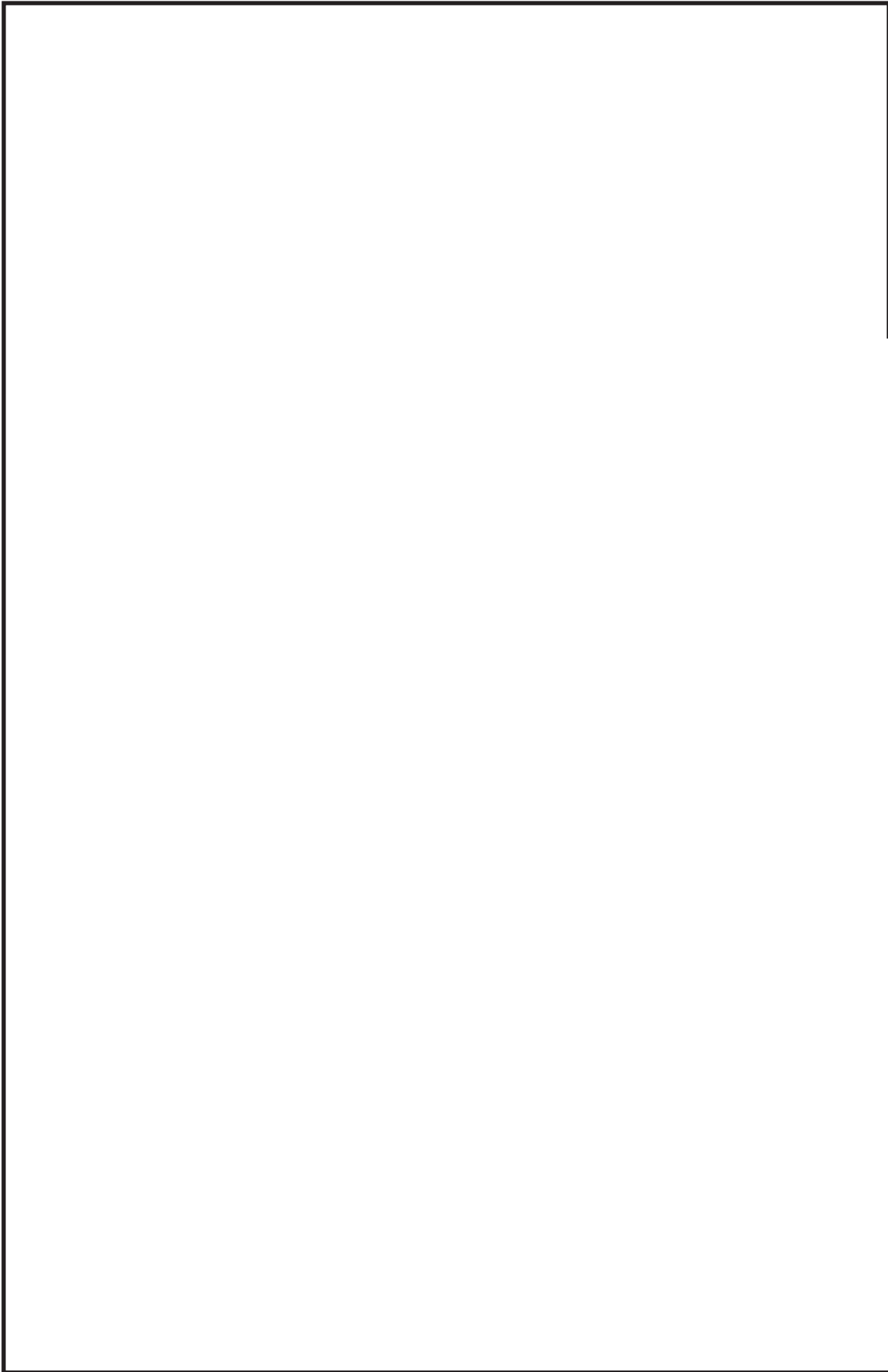
鳥瞰図 MS-004-3/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-4/9

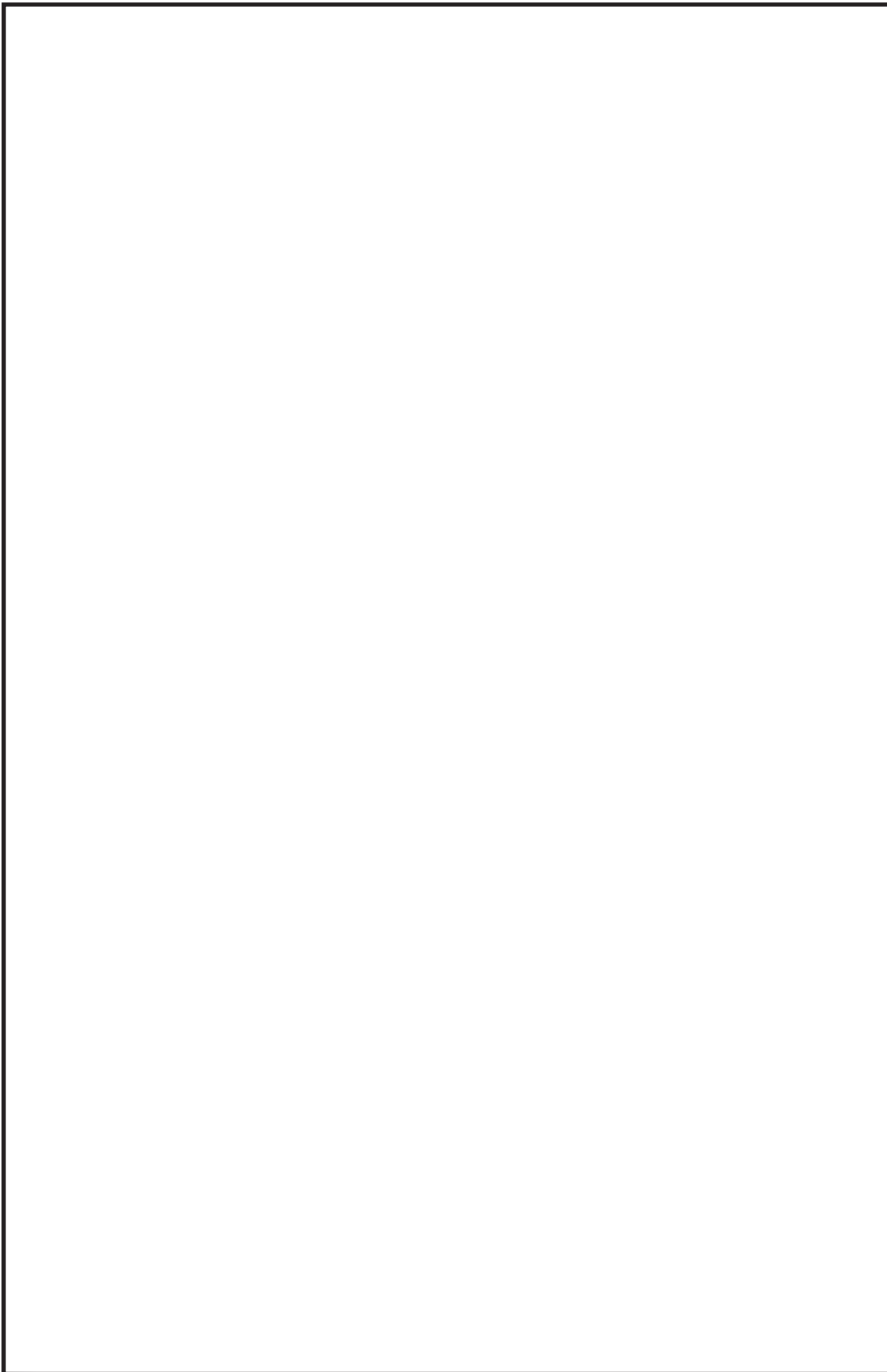
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

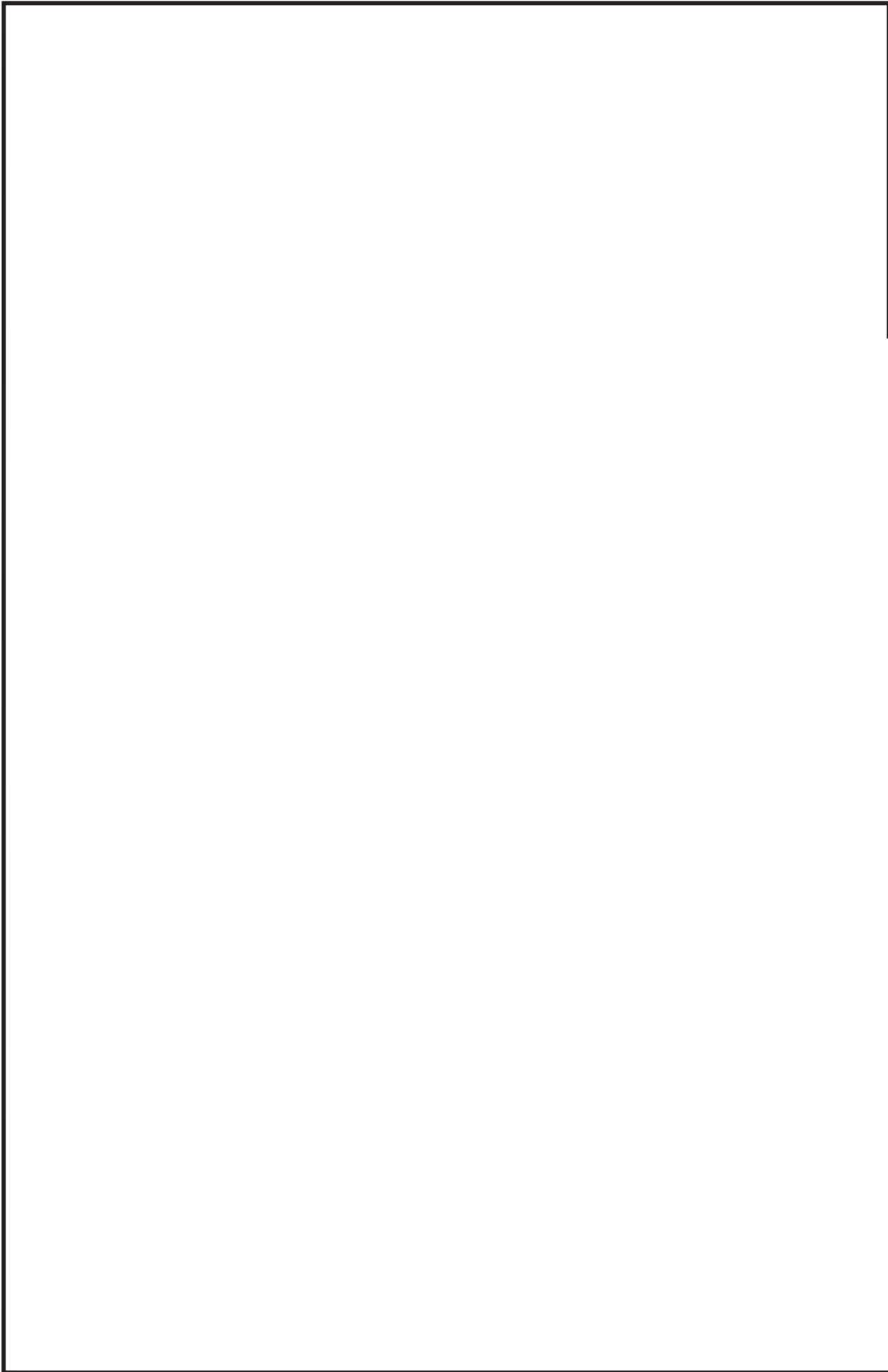
MS-004-5/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



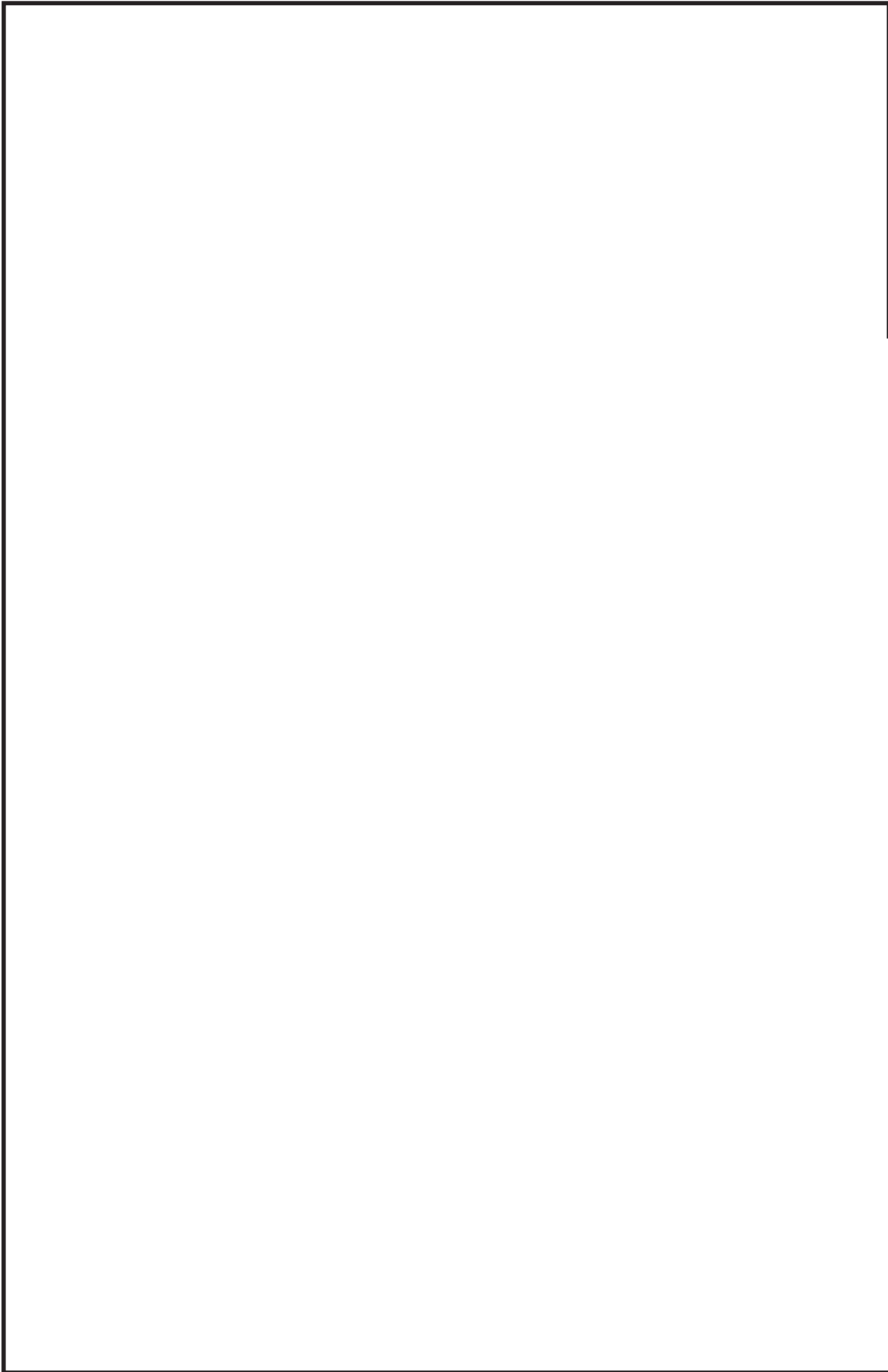
鳥瞰図 MS-004-6/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



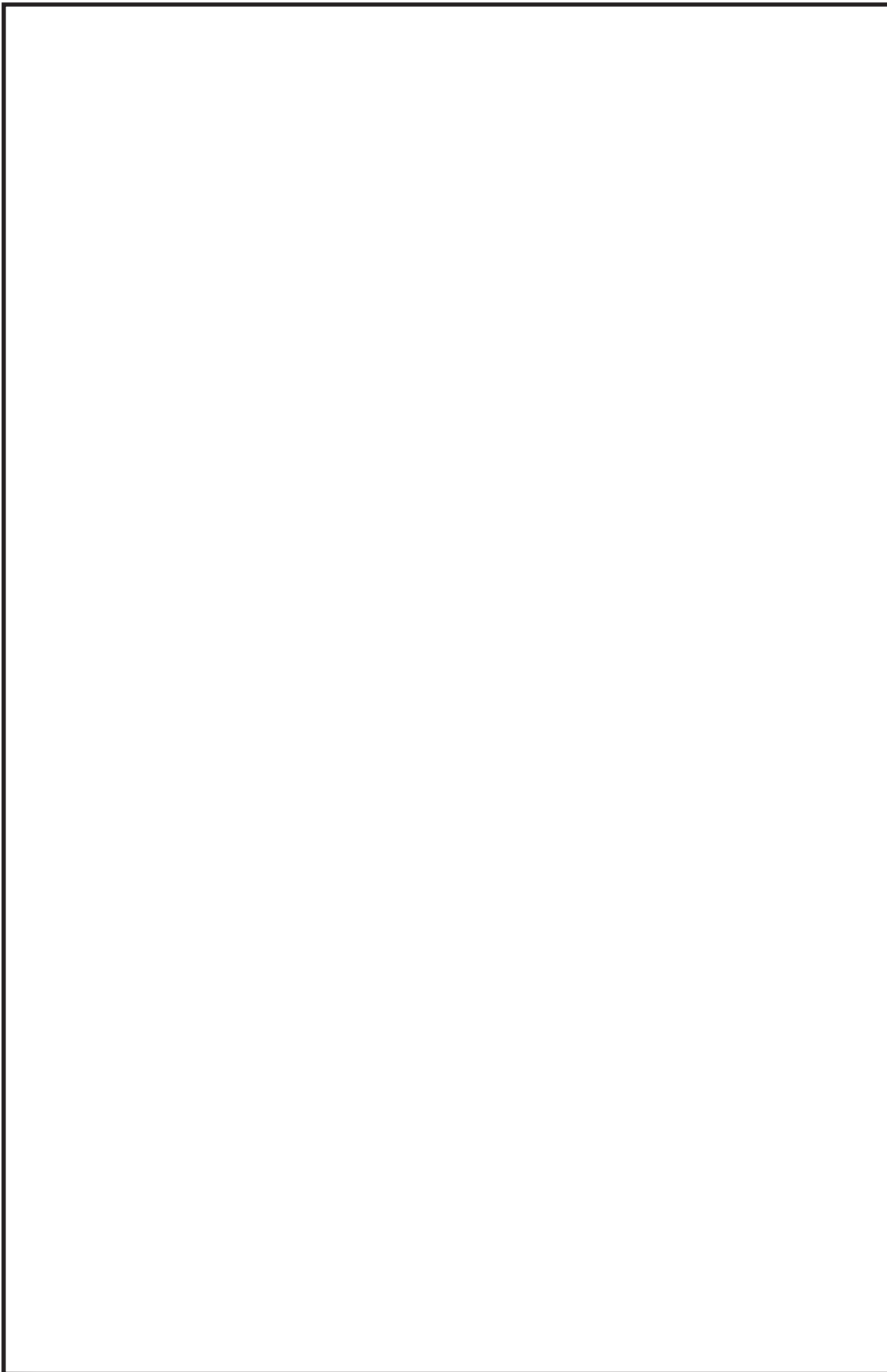
鳥瞰図 MS-004-7/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004-8/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

MS-004-9/9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」及び「S O L V E R」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高压代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	原子炉隔離時 冷却系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$

注記*1: D Bは設計基準対象施設, S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2: 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備, 「常設/防止 (拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) を示す。

*3: 運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4: 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5: 許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を使用し, 許容応力状態 $IV_A S$ として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-001

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	4.71	262	267.4	15.1	STS410	—	187520
2	4.71	262	267.4	15.1	STS410	—	187520
3	4.71	262	267.4	15.1	SCS16A	—	177520
4	4.71	262	323.9	17.5	SCS16A	—	177520

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-001

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	101	102	103	104	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
	117	195	198	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
	213	214	215	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312
	313	314	315	316	317	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
	411	412	414	415	416	417	418	419	491	806	807	808	914	920	
2	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146
	147	148	150	151	152	153	154	155	156	157	190	191	192	193	194
	196	197	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227
	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242
	243	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258
	259	260	290	291	292	293	294	295	296	317	318	319	320	321	322
	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337
	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	351	352	353
	354	355	356	357	358	390	391	392	393	394	395	396	419	420	421
	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436
	437	438	439	440	441	442	443	444	446	447	448	449	450	451	452
	453	490	492	493	811	911	918	919							
	3	157	158	260	261	358	359	453	454						
4	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
	173	174	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273
	274	275	276	277	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369
	370	371	372	373	374	375	454	455	456	457	458	459	460	461	462
	463	464	465	466	467	468	469	470							

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-001

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
101		169		253		335		421	
102		170		254		336		422	
103		171		255		337		423	
104		172		256		338		424	
106		173		257		339		425	
107		174		258		340		426	
108		190		259		341		427	
109		191		260		342		428	
110		192		261		343		429	
111		193		262		344		430	
112		194		263		345		431	
113		195		264		346		432	
114		196		265		347		433	
115		197		266		348		434	
116		198		267		349		435	
117		201		268		351		436	
118		202		269		352		437	
119		203		270		353		438	
120		204		271		354		439	
121		205		272		355		440	
122		206		273		356		441	
123		207		274		357		442	
124		208		275		358		443	
125		209		276		359		444	
126		210		277		360		446	
127		211		290		361		447	
128		212		291		362		448	
129		213		292		363		449	
130		214		293		364		450	
131		215		294		365		451	
132		216		295		366		452	
133		217		296		367		453	
134		218		301		368		454	
135		219		302		369		455	
136		220		303		370		456	
137		221		304		371		457	
138		222		305		372		458	
139		223		306		373		459	
140		224		307		374		460	
141		225		308		375		461	
142		226		309		390		462	
143		227		310		391		463	
144		228		311		392		464	
145		229		312		393		465	
146		230		313		394		466	
147		231		314		395		467	
148		232		315		396		468	
150		233		316		401		469	
151		234		317		402		470	
152		235		318		403		490	

O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-001

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
153		236		319		404		491	
154		237		320		405		492	
155		238		321		406		493	
156		239		322		407		806	
157		240		323		408		807	
158		241		324		409		808	
159		242		325		410		811	
160		243		326		411		911	
161		245		327		412		914	
162		246		328		414		918	
163		247		329		415		919	
164		248		330		416		920	
165		249		331		417			
166		250		332		418			
167		251		333		419			
168		252		334		420			

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 102 **						
** 104 **						
** 106 **						
109						
112						
117						
** 117 **						
** 122 **						
** 128 **						
132						
135						
** 137 **						
149						
** 149 **						
** 152 **						
** 160 **						
162						
** 162 **						
164						
** 164 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
166						
** 166 **						
169						
** 169 **						
171						
** 171 **						
173						
** 173 **						
** 195 **						
** 196 **						
204						
207						
** 209 **						
212						
215						
** 215 **						
** 222 **						
225						
230						
** 232 **						
** 244 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
253						
** 255 **						
** 263 **						
265						
** 265 **						
267						
** 267 **						
269						
** 269 **						
272						
** 272 **						
274						
** 274 **						
276						
** 276 **						
** 295 **						
** 296 **						
302						
** 304 **						
307						
** 309 **						
313						



O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
317						
** 317 **						
** 326 **						
329						
334						
336						
350						
** 350 **						
** 353 **						
** 361 **						
363						
** 363 **						
365						
** 365 **						
367						
** 367 **						
370						
** 370 **						
372						
** 372 **						
374						
** 374 **						

--

O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 395 **						
** 396 **						
** 402 **						
** 404 **						
407						
409						
414						
** 417 **						
** 419 **						
** 421 **						
423						
** 426 **						
** 432 **						
** 434 **						
445						
** 445 **						
** 448 **						
** 456 **						
458						
** 458 **						



O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
460						
** 460 **						
462						
** 462 **						
465						
** 465 **						
467						
** 467 **						
469						
** 469 **						
** 911 **						
** 914 **						
919						
** 920 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MS-004

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	10.34	315	114.3	11.1	STS410	—	183200
2	4.71	262	267.4	15.1	STS410	—	187520
3	4.71	262	267.4	15.1	STS410	—	187520
4	4.71	262	267.4	15.1	SCS16A	—	177520
5	4.71	262	323.9	17.5	SCS16A	—	177520

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MS-004

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	131	132													
2	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
	216	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314
	315	316	317	318	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411
	412	413	414	415	416	417	418	820	830	835	850	913	915	920	930
	935	940	949	951	952										
3	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245
	246	248	249	250	251	252	253	254	255	279	318	319	320	321	322
	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337
	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	353
	354	355	356	357	358	359	360	384	418	419	420	421	422	423	424
	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439
	440	441	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455
	456	480	800	907	921	922	923	924	931	932	933	934	941	942	943
	944														
4	255	256	360	361	456	457									
5	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
	271	272	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373
	374	375	376	377	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467
	468	469	470	471	472	473									

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-004

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
131		251		329		403		455	
132		252		330		404		456	
201		253		331		405		457	
202		254		332		406		458	
203		255		333		407		459	
204		256		334		408		460	
205		257		335		409		461	
206		258		336		410		462	
207		259		337		411		463	
208		260		338		412		464	
209		261		339		413		465	
210		262		340		414		466	
211		263		341		415		467	
212		264		342		416		468	
213		265		343		417		469	
214		266		344		418		470	
215		267		345		419		471	
216		268		346		420		472	
217		269		347		421		473	
218		270		348		422		480	
219		271		349		423		800	
220		272		350		424		820	
221		279		351		425		830	
222		301		353		426		835	
223		302		354		427		850	
224		303		355		428		907	
225		304		356		429		913	
226		305		357		430		915	
227		306		358		431		920	
228		307		359		432		921	
229		308		360		433		922	
230		309		361		434		923	
231		310		362		435		924	
232		311		363		436		930	
233		312		364		437		931	
234		313		365		438		932	
235		314		366		439		933	
236		315		367		440		934	
237		316		368		441		935	
238		317		369		443		940	
239		318		370		444		941	
240		319		371		445		942	
241		320		372		446		943	
242		321		373		447		944	
243		322		374		448		949	
244		323		375		449		951	
245		324		376		450		952	
246		325		377		451			
248		326		384		452			
249		327		401		453			

O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MS-004

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
250		328		402		454	

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
132						
204						
206						
209						
** 211 **						
216						
** 216 **						
222						
** 222 **						
** 227 **						
231						
** 235 **						
** 237 **						
247						
** 247 **						
** 250 **						
** 258 **						
260						
** 260 **						
262						
** 262 **						



O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
264						
** 264 **						
267						
** 267 **						
269						
** 269 **						
271						
** 271 **						
304						
306						
309						
** 311 **						
318						
** 318 **						
** 320 **						
** 327 **						
331						
336						
** 338 **						
352						
** 352 **						



O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 355 **						
** 363 **						
365						
** 365 **						
367						
** 367 **						
369						
** 369 **						
372						
** 372 **						
374						
** 374 **						
376						
** 376 **						
** 402 **						
** 404 **						
407						
** 409 **						
412						
** 418 **						
** 423 **						



O 2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
426						
430						
** 432 **						
** 442 **						
449						
** 451 **						
459						
461						
463						
465						
468						
470						
472						
** 907 **						
913						
** 915 **						
** 920 **						
** 930 **						
** 935 **						
949						
** 951 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-3-1-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MS-004

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 952 **						

--

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SCS16A	262	—	138	420	—
STS410	262	—	193	404	—
	315	—	180	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
MS - 001	原子炉しゃへい壁		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
MS - 004	原子炉しゃへい壁		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-001

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	水平 震度*1	応答鉛直 震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直 震度*1	
					X 方向	Z 方向		X 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
28 次								
29 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 MS-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
28次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

解析結果及び評価

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MS-004

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答鉛直震度*1		応答水 平震度*1	応答鉛直震度*1	X 方 向	Y 方 向
			X 方 向	Z 方 向				
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
26 次								
27 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 MS-004

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
26 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

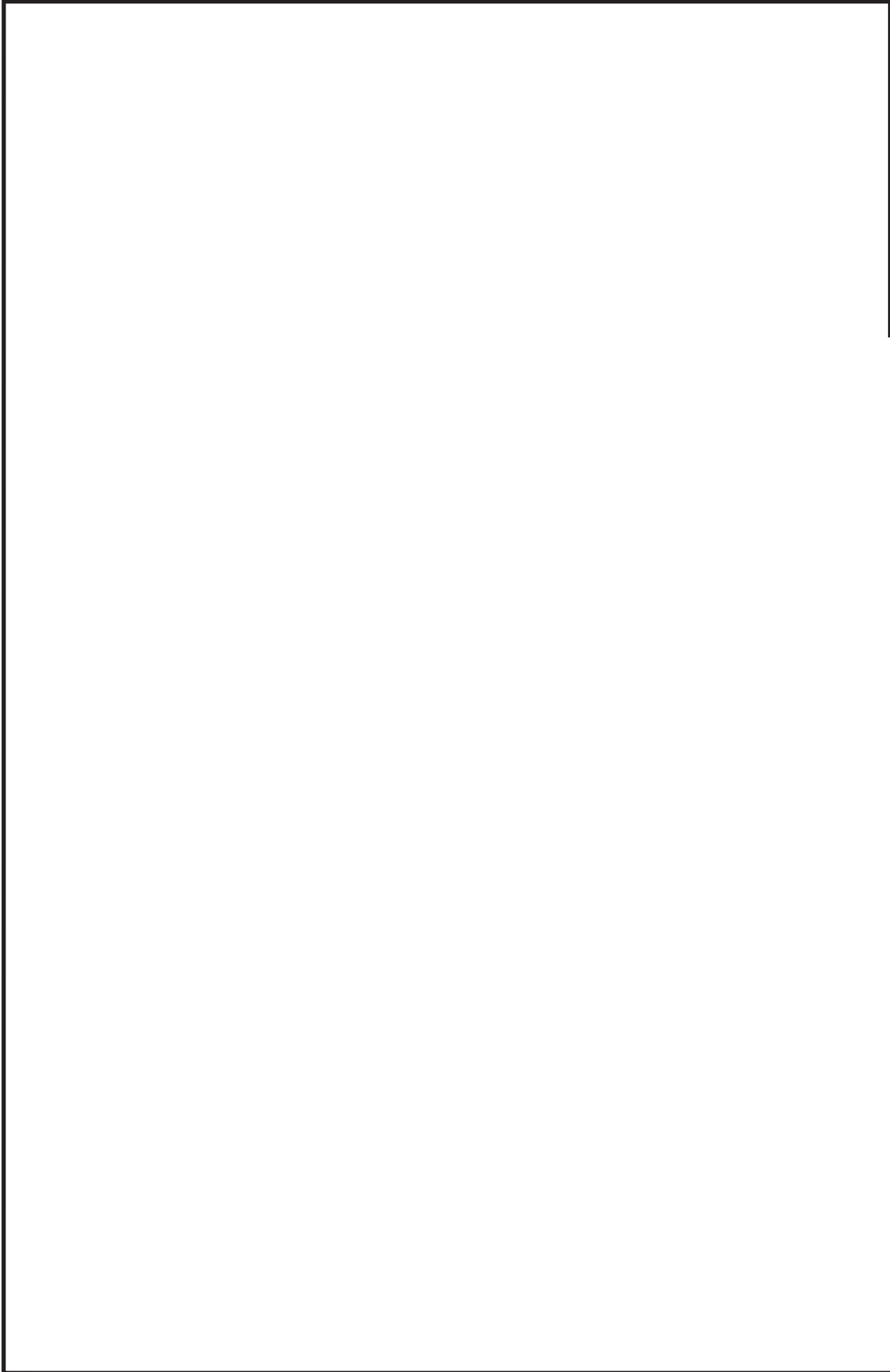
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



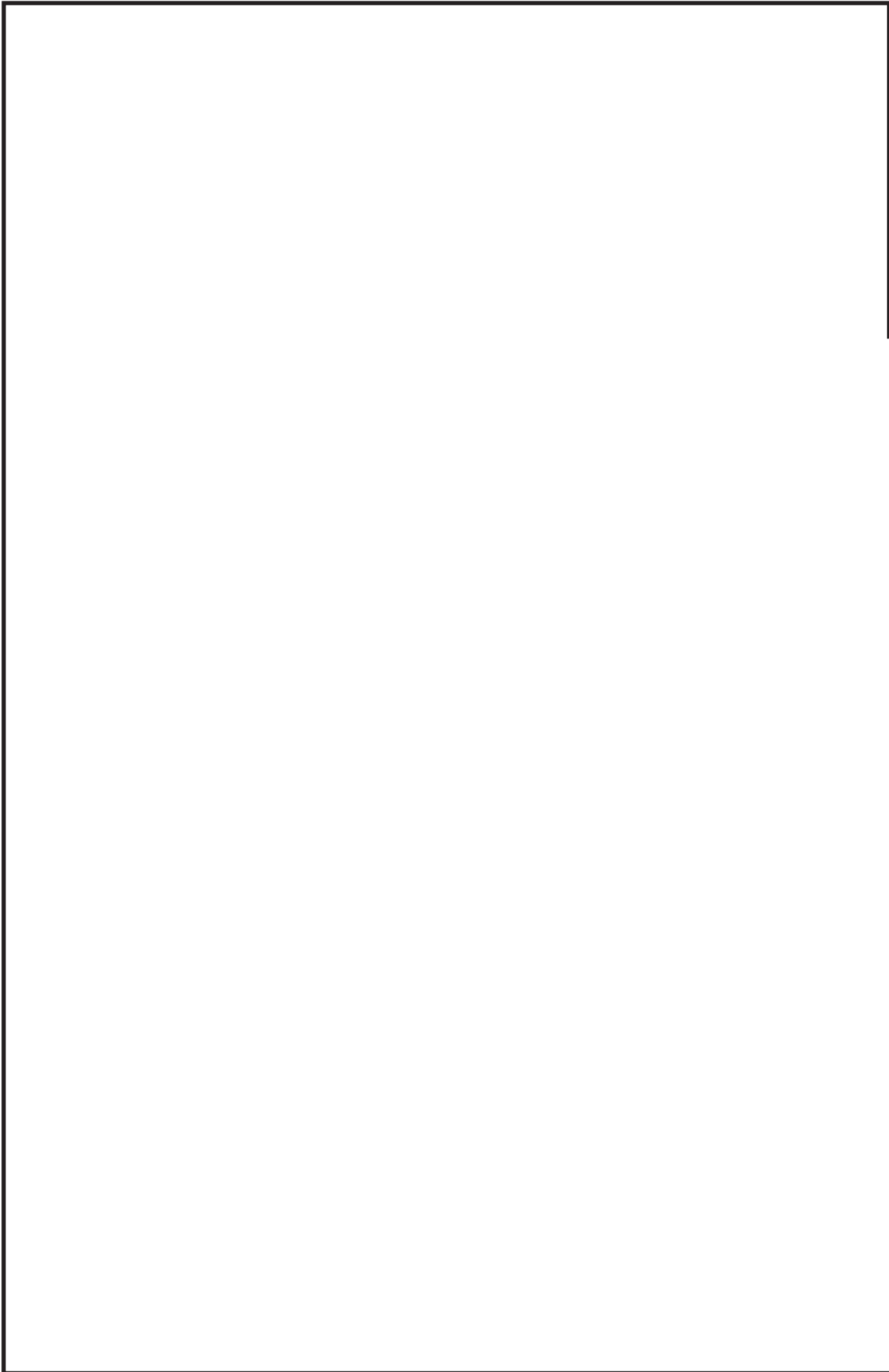
鳥瞰図 MS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S s)	許容応力 0. 9 ⋅ S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2 ⋅ S y	
MS-001	V _A S	307	S p r m (S s)	256	363	—	—	—
	V _A S	307	S n (S s)	—	—	373	386	—

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次＋二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
MS-004	V _A S V _A S	237 432	Spr m(Ss) Sn(Ss)	256 —	363 —	— 468 *	— 386	疲労累積係数 U S s — 0.9004

*印は一次＋二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
MS-002-214H	バリアブルハンガ	VS120-16			24	28
MS-001-109S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		177	230
MS-001-432B	ロッドレストレイント	RST-3		80	108	
MS-004-449B	ロッドレストレイント	RST-4		111	166	

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
MS-004-132A	アンカラグ	ラグ	SGV410	315	86	47	55	13	3	15	せん断	58	94
MS-001-137R	レストレイント	架構	STKR400	200	124	0	73	-	-	-	組合せ	124	202
MS-004-237R	レストレイント	架構	STKR400	200	96	0	112	-	-	-	組合せ	166	202

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	MS-001	307	256	363	1.41	○	307	373	386	1.03	—	—	—	—		
2	MS-002	151	156	363	2.32	—	151	319	386	1.21	—	—	—	—		
3	MS-003	220	168	363	2.16	—	135	300	386	1.28	—	—	—	—		
4	MS-004	237	256	363	1.41	○	432	468	386	0.82	○	432	0.9004	○		
5	MS-005	3	61	371	6.08	—	3	82	300	3.65	—	—	—	—		
6	MS-006	4	39	371	9.51	—	4	46	300	6.52	—	—	—	—		
7	MS-007	4	37	371	10.02	—	4	42	300	7.14	—	—	—	—		
8	MS-008	5	35	371	10.60	—	5	40	300	7.50	—	—	—	—		
9	MS-009	4	58	371	6.39	—	4	82	300	3.65	—	—	—	—		
10	MS-010	4	31	371	11.96	—	4	34	300	8.82	—	—	—	—		
11	MS-011	4	38	371	9.76	—	4	44	300	6.81	—	—	—	—		
12	MS-012	3	34	371	10.91	—	3	38	300	7.89	—	—	—	—		

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 V A S														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
13	MS-13	6	35	371	10.60	—	6	40	300	7.50	—	—	—			
14	MS-14	3	22	371	16.86	—	3	22	300	13.63	—	—	—			
15	MS-15	3	37	371	10.02	—	3	44	300	6.81	—	—	—			
16	MS-16	4	55	371	6.74	—	4	78	300	3.84	—	—	—			
17	MS-17	4	24	371	15.45	—	4	24	300	12.50	—	—	—			
18	MS-18	4	33	371	11.24	—	4	42	300	7.14	—	—	—			
19	MS-19	3	21	371	17.66	—	3	20	300	15.00	—	—	—			
20	MS-20	3	57	371	6.50	—	3	72	300	4.16	—	—	—			
21	MS-21	4	44	371	8.43	—	4	62	300	4.83	—	—	—			

VI-2-5-3-2 復水給水系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-5-3-2-1 管の耐震性についての計算書（復水給水系）

VI-2-5-3-2-1 管の耐震性についての計算書
(復水給水系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	11
3.1 計算方法	11
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	12
3.3 設計条件	14
3.4 材料及び許容応力	27
3.5 設計用地震力	28
4. 解析結果及び評価	29
4.1 固有周期及び設計震度	29
4.2 評価結果	35
4.2.1 管の応力評価結果	35
4.2.2 支持構造物評価結果	37
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	38
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	39

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、復水給水系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

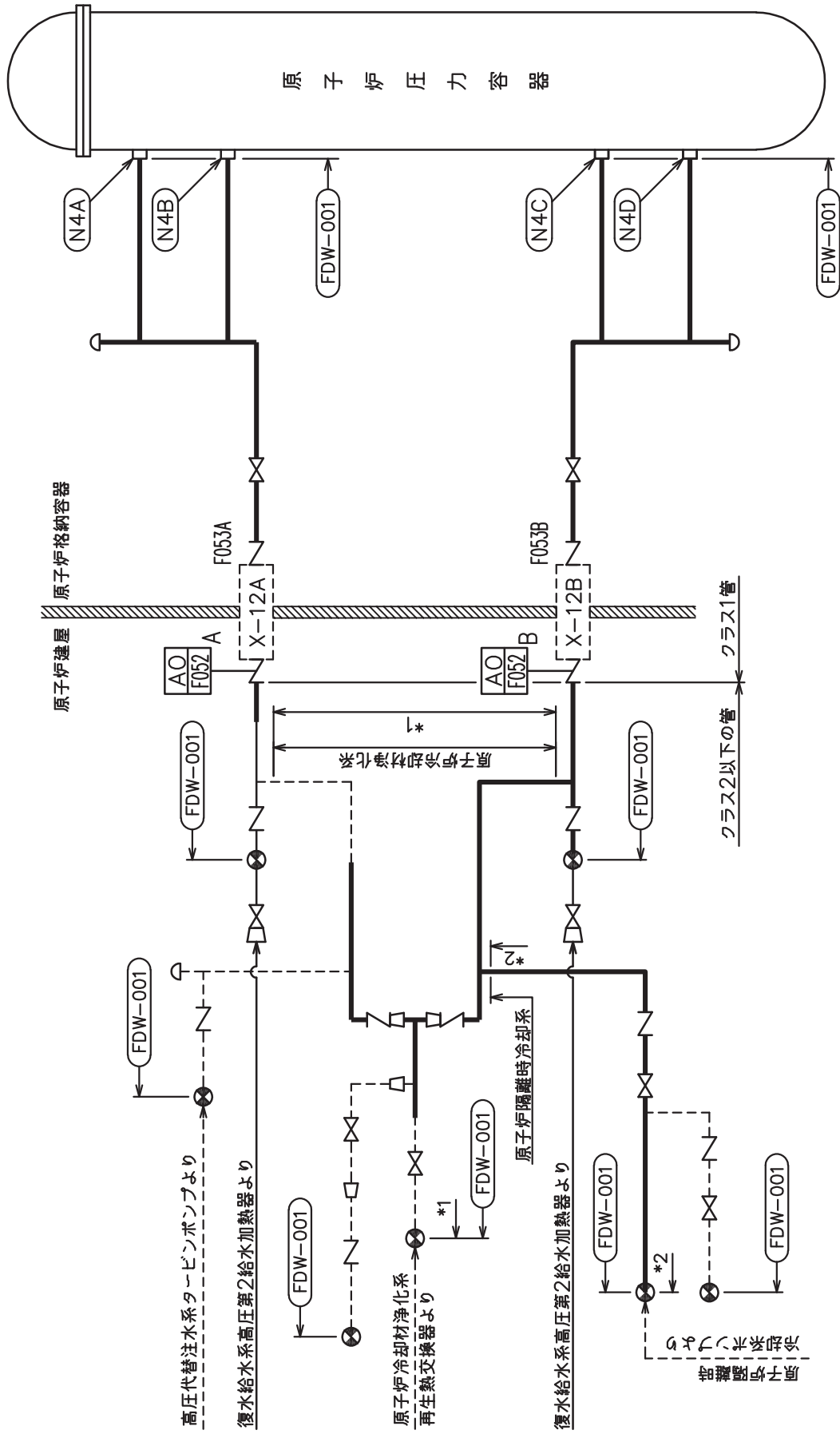
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ




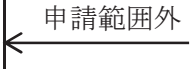




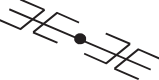

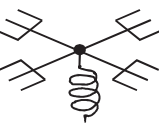
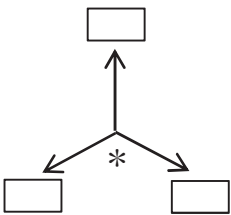
注記 *1: 原子炉冷却材浄化系
解析モデル上本系統に含める。

*2: 原子炉隔離時冷却系
解析モデル上本系統に含める。

復水給水系概略系統図

2.2 鳥瞰図

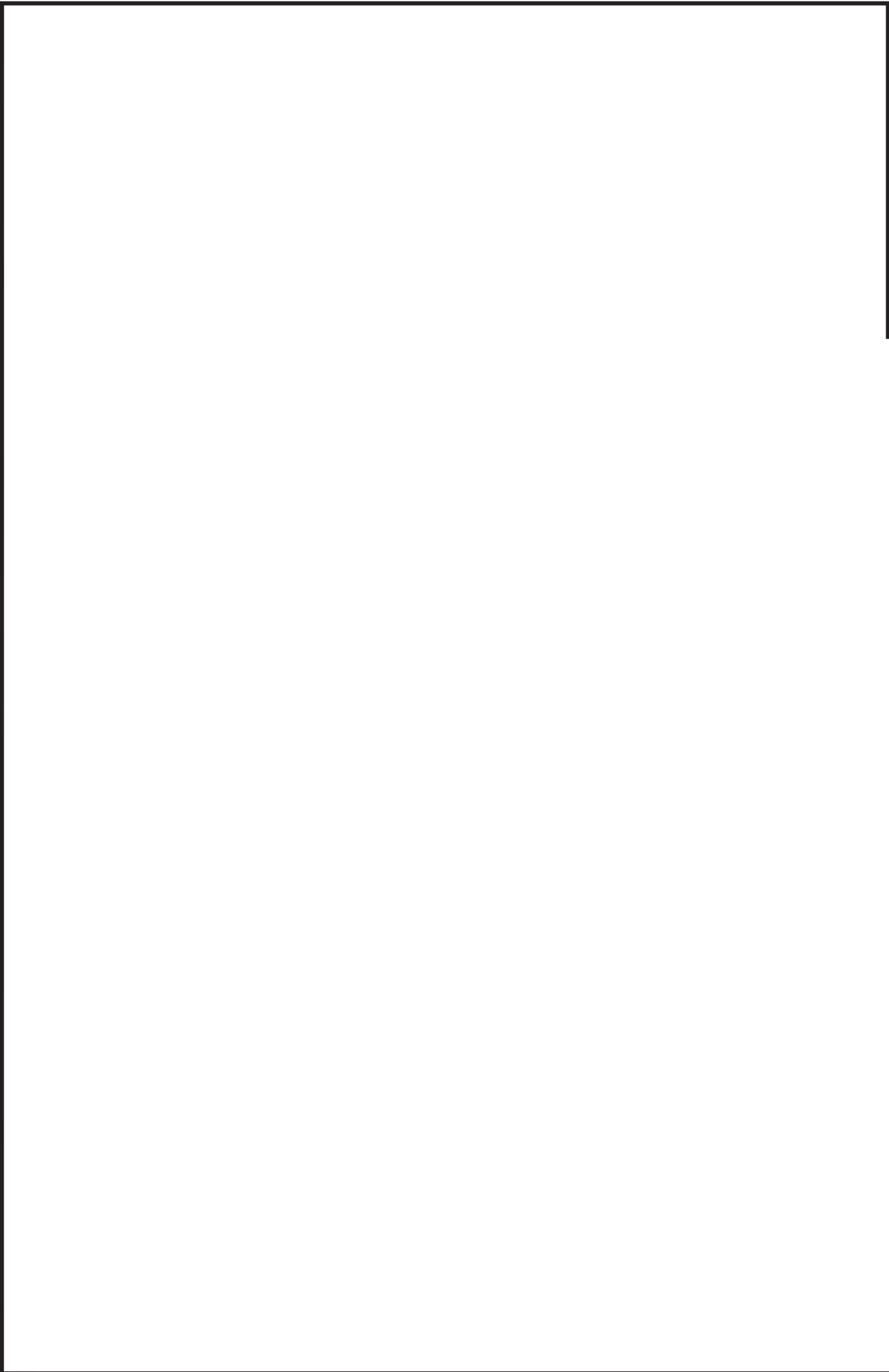
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，内に変位量を記載する。)</p>



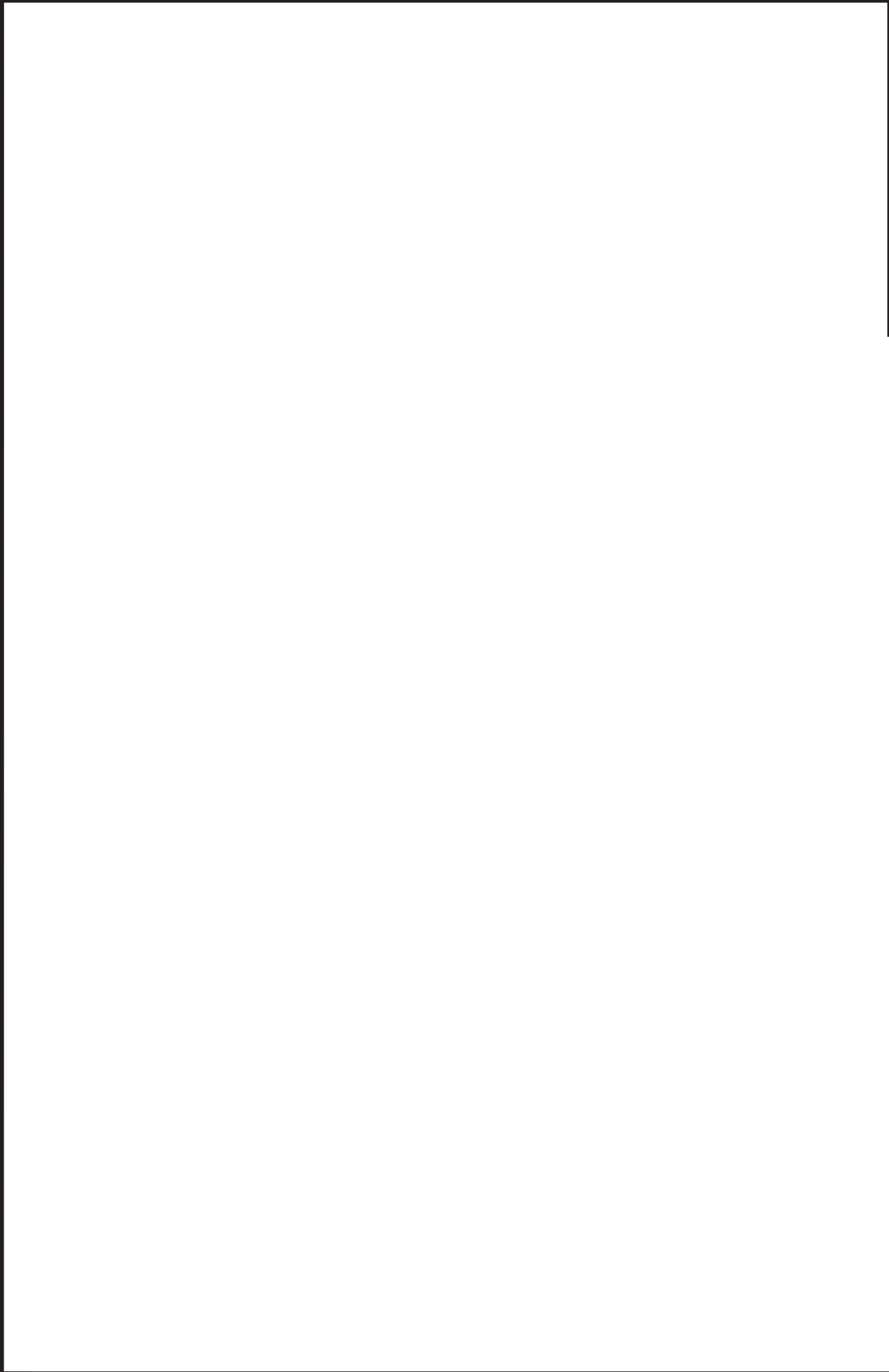
鳥瞰図 | FDW-001-1/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



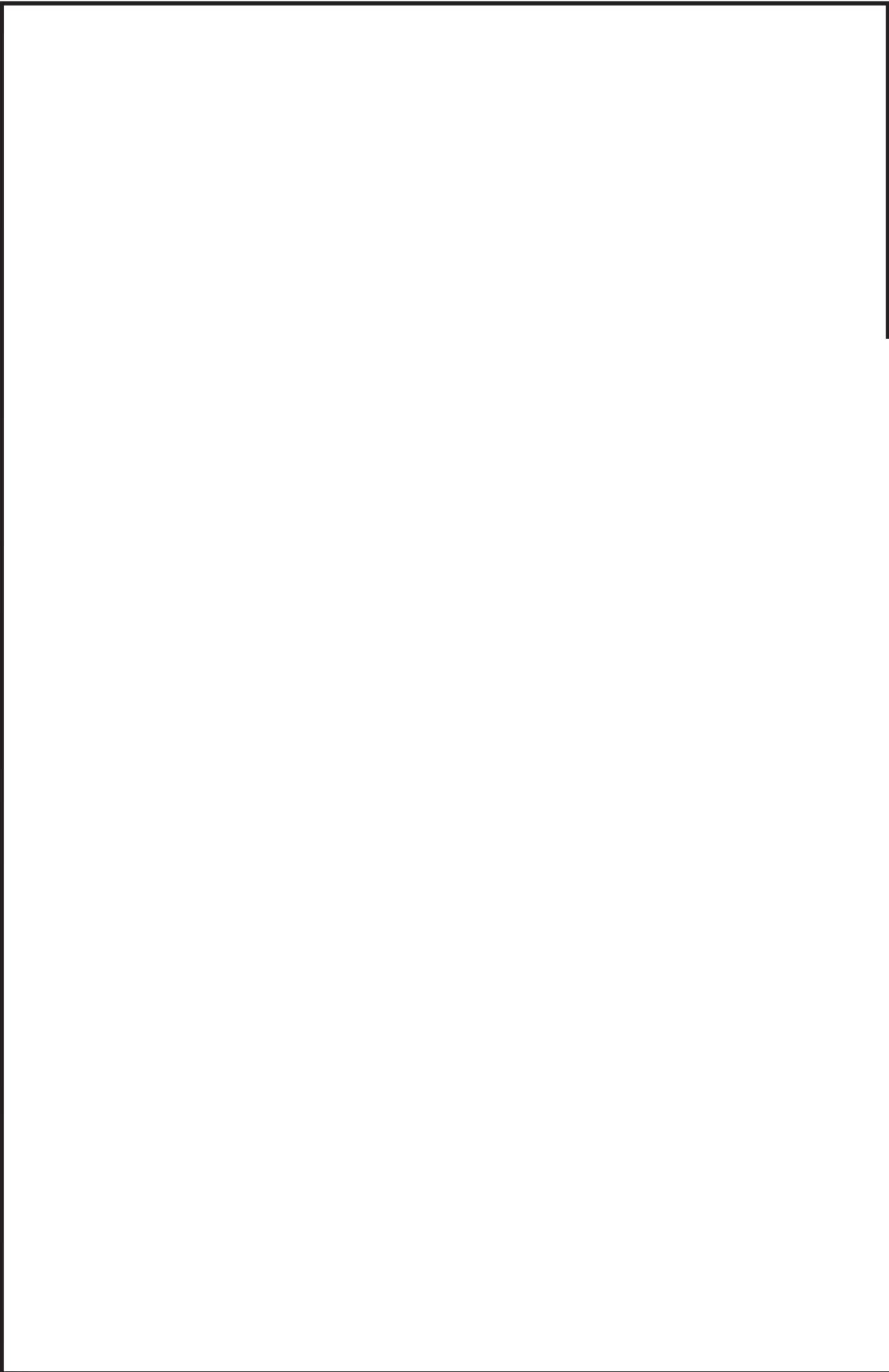
鳥瞰図 | FDW-001-2/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



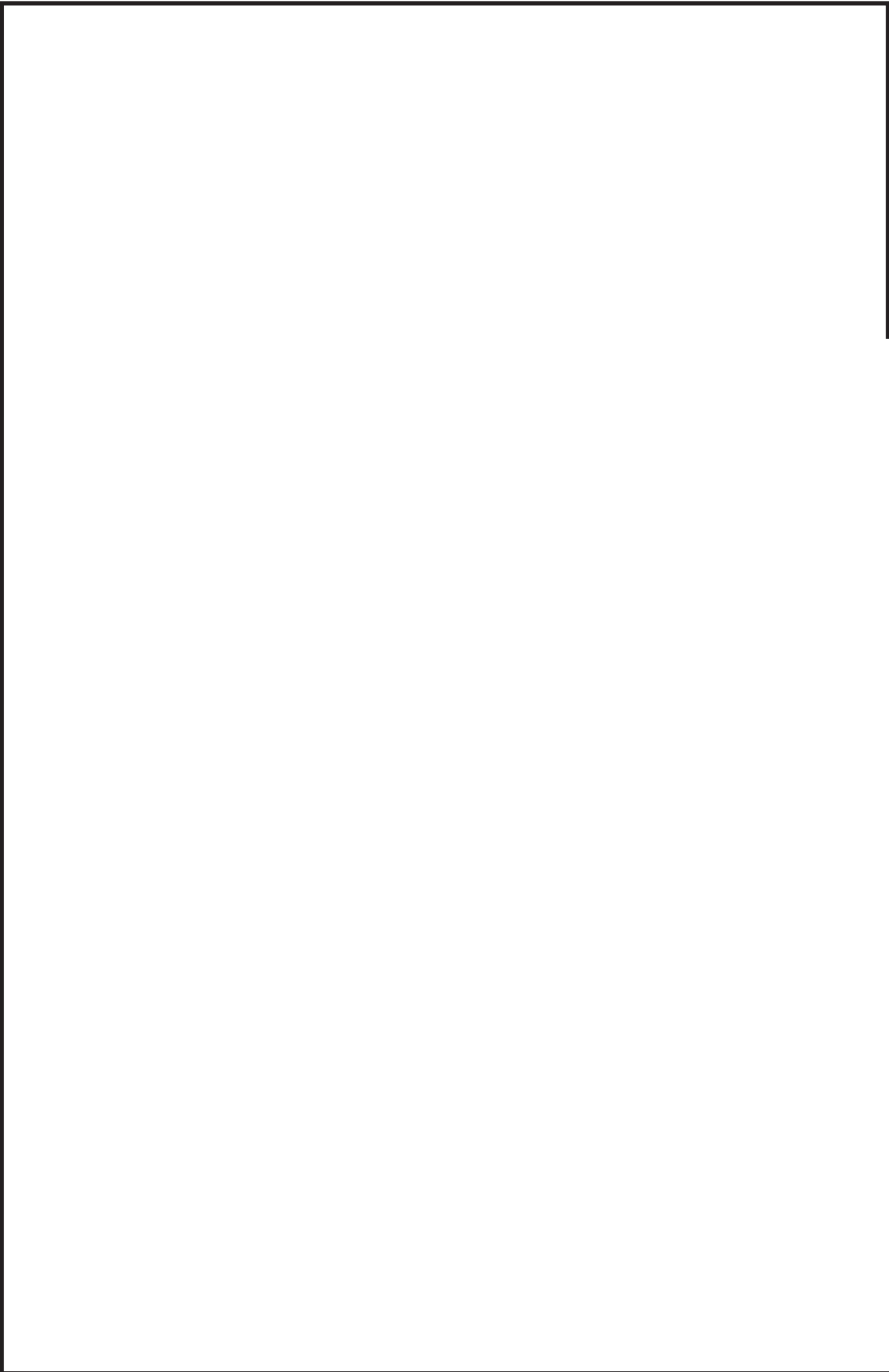
鳥瞰図 | FDW-001-3/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



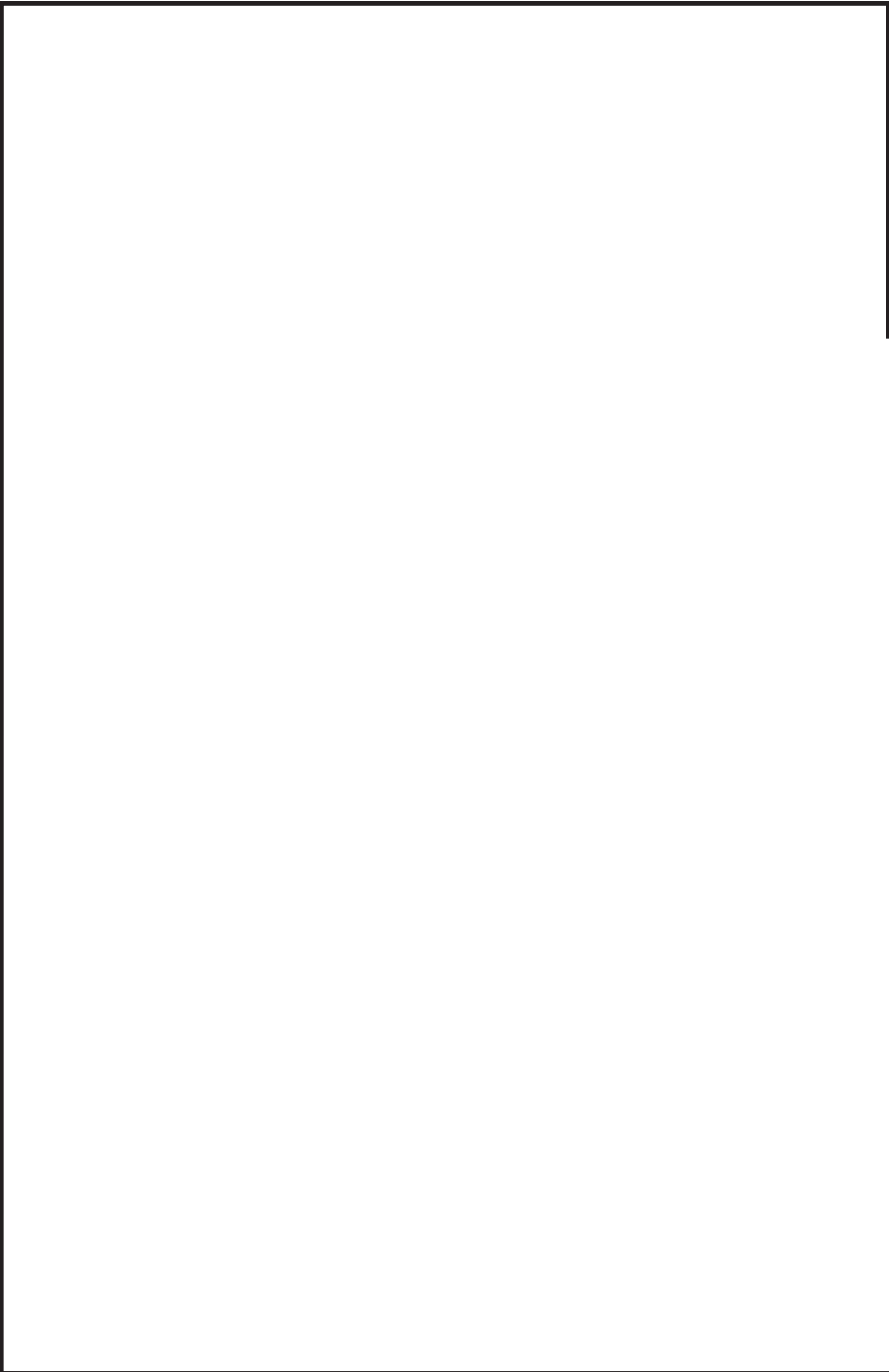
鳥瞰図 | FDW-001-4/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-5/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-6/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	復水給水系	DB	—	クラス1管	S	I _L + S d	III _A S
							II _L + S d	
							IV _L (L) + S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	復水給水系	DB	—	クラス2管	S	I _L + S d	III _A S
							II _L + S d	
							IV _L (L) + S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材補給設備	原子炉隔離時冷却系	DB	—	クラス2管	S	I _L + S s	IV _A S
							II _L + S s	
							IV _L (L) + S d	
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材補給設備	原子炉隔離時冷却系	DB	—	クラス2管	S	I _L + S s	IV _A S
							II _L + S s	
							IV _L (L) + S d	

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材浄化設備	原子炉冷却材浄化系	D B	—	クラス2管	S	I _L + S d	III _A S
							II _L + S d	
							I _L + S s	IV _A S
							II _L + S s	

注記*1：D Bは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (ク ラ ス 1 管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	457.2	29.4	STS410	S	184760
2	8.62	302	457.2	29.4	SFVC2B	S	184760
3	8.62	302	318.5	21.4	SFVC2B	S	184760
4	8.62	302	318.5	21.4	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 FDW-001 (クラス1管)

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	33	34	35	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	117
	118	119	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133
	134	135	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	803	804
	840	850	941	951											
2	35	36	37	47	48	49	135	136	137	147	148	149			
3	36	48	66	78	136	148	166	178							
4	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	150
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	812	813
	912	913	914	915											

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 （クラス1管）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
18		47		73		141		167	
22		48		74		142		168	
23		49		75		143		169	
24		50		76		144		170	
25		51		77		145		171	
26		52		78		146		172	
27		53		118		147		173	
28		54		122		148		174	
29		55		123		149		175	
30		56		124		150		176	
31		57		125		151		177	
32		58		126		152		178	
33		59		127		153		803	
34		60		128		154		804	
35		61		129		155		812	
36		62		130		156		813	
37		63		131		157		840	
38		64		132		158		850	
39		65		133		159		912	
40		66		134		160		913	
41		67		135		161		914	
42		68		136		162		915	
43		69		137		163		941	
44		70		138		164		951	
45		71		139		165			
46		72		140		166			

O 2 ⑤ VI-2-5-3-2-1 (設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥 瞰 図 FDW-001 (クラス1管)

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
8		15		19		108		115	
9		16		20		109		116	
10		17		21		110		117	

弁 6

評価点	質量(kg)
119	
120	
121	

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (ク ラ ス 1 管)

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
弁1	9			
弁2	16			
弁3	20			
弁4	109			
弁5	116			
弁6	120			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 FDW-001 (クラス1管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
18						
22						
** 27 **						
31						
** 34 **						
** 40 **						
43						
** 44 **						
** 46 **						
50						
** 59 **						
67						
** 75 **						
** 77 **						
118						
122						
** 127 **						
131						
** 134 **						
** 140 **						
143						
** 144 **						
** 146 **						



O 2 ⑤ VI-2-5-3-2-1 (設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (ク ラ ス 1 管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
150						
** 159 **						
167						
** 175 **						
** 177 **						
** 912 **						
** 913 **						
** 914 **						
** 915 **						
** 941 **						
** 951 **						

--

O 2 ⑤ VI-2-5-3-2-1(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (クラス2以下の管)

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	457.2	29.4	SFVC2B	S	184760
2	8.62	302	457.2	29.4	STS410	S	184760
3	8.62	302	216.3	18.2	STS410	S	184760
4	8.62	302	165.2	14.3	STS410	S	184760
5	8.62	302	165.2	14.3	SFVC2B	S	184760
6	11.77	66	114.3	13.5	STS410	S	200360
7	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (クラス2以下の管)

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	8	104	105	106	107	108	501	502	811	904	905	906			
2	101	102													
3	206	207	208	209	210	211	212	220	221	503	504				
4	212	213	215	221	222	224	225	227	228	229	230	231	232	233	514
	515	517	524	627	628	629	630	631	632	633	634	636	637	638	801
	814	822	823												
5	107	225	226	233	524	634	635	814	910						
6	234	235	236	507	508										
7	227	238	239	240	241	242	243	244	246	247	248	516	807	821	901
	911	916	923												

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 （クラス2以下の管）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
8		225		243		628		821	
101		226		247		629		822	
105		227		248		630		823	
106		228		501		631		901	
107		229		502		632		904	
108		230		503		633		905	
206		231		504		634		906	
207		232		507		635		910	
208		233		508		636		911	
209		234		514		637		916	
210		235		515		638		923	
211		239		516		801			
212		240		517		807			
220		241		524		811			
221		242		627		814			

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (クラス2以下の管)

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
102		236		244		222		213	
103		237		245		223		214	
104		238		246		224		215	
	402								
	401								

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (ク ラ ス 2 以 下 の 管)

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
弁1				
弁2				
弁3				
弁4				
弁5				

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1 (クラス2以下の管)

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
101						
106						
206						
** 228 **						
231						
234						
239						
** 401 **						
** 629 **						
** 632 **						
638						
** 901 **						
904						
905						
906						
** 910 **						
** 911 **						
** 916 **						
** 923 **						

[Empty rectangular box]

O 2 ⑤ VI-2-5-3-2-1 (設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SFVC2B	302	125	187	438	—
STS410	302	122	182	404	—
STS410	66	—	231	407	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
F D W - 0 0 1	原子炉しゃへい壁		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 FDW-001

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1
			X 方向	Z 方向		X 方向	Z 方向	
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
12 次								
13 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 FDW-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
12次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



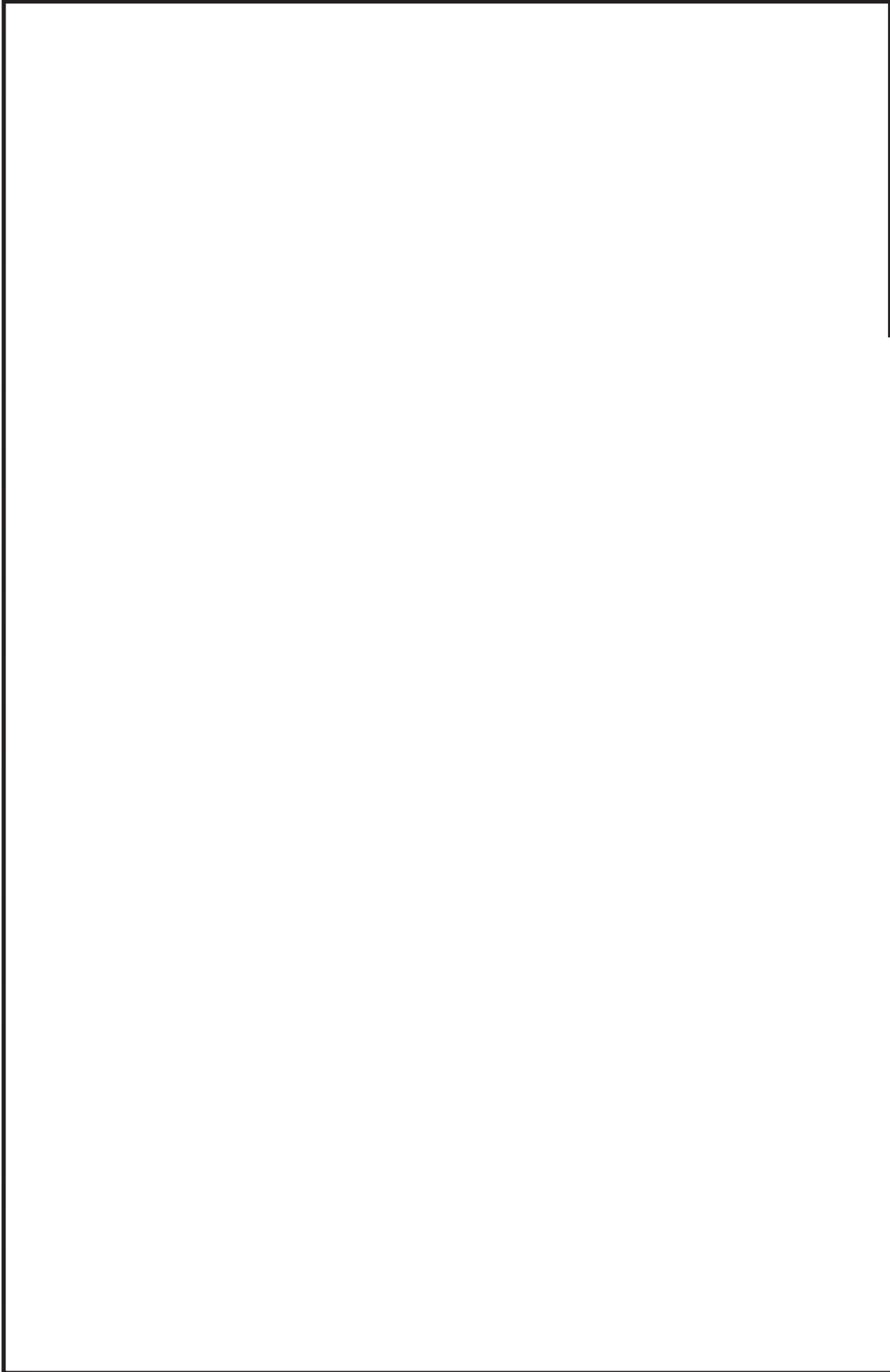
鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数	
					一次応力 Sprm(Sd)	許容応力 2.25・Sm	ねじり応力 St(Sd)	許容応力 0.55・Sm	一次+二次応力 Sn(Sd)	許容応力 3・Sm		一次+二次応力 Sn(Ss)
FDW-001	III _A S	36	TEE	Spr m(S d)	104	281	—	—	—	—	—	—
	III _A S	51	ELBOW	S t(S d)	—	—	42	67	—	—	—	—
	III _A S	50	NOZZLE	S n(S d)	—	—	—	—	195	366	—	—
	III _A S	36	TEE	U+U S d	—	—	—	—	—	—	—	0.4037
	IV _A S	36	TEE	S p r m(S s)	146	375	—	—	—	—	—	—
	IV _A S	51	ELBOW	S t(S s)	—	—	62	89	—	—	—	—
	IV _A S	148	TEE	S n(S s)	—	—	—	—	330	375	—	—
IV _A S	36	TEE	U+U S s	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4086

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力	許容応力	
FDW-001	III _A S	235	Spr m(S d)	149	231	—	—	—
	IV _A S	235	Spr m(S s)	207	366	—	—	—
	IV _A S	235	S n(S s)	—	—	366	462	U S s

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
FDW-001-144S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		148	230
FDW-001-131H	スプリングハンガ	V60B-19			51	69
FDW-001-906B	ロッドレストレイント	RTS-25			225	375

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			計算 応力 (MPa)
FDW-001-118G	レストレイント	ラダ	SGV480	302	171	368	0	-	-	6	組合せ	40	219
FDW-001-101A	アンカ	架構	SM400B	55	333	262	1147	474	452	352	曲げ	132	458

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
B21-F052B	強制閉止形逆止弁	α (S s)	2.2	3.0	6.0	6.0	—	—

* 応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と余裕を算出し、応力分類ごとに余裕が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S									
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*						
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	疲労評価係数
1	FDW-001	36	104	281	2.70	○	36	146	375	2.56	○	148	330	375	1.13	○	0.4086

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力余裕最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 IV _A S																									
		許容応力状態 III _A S					許容応力状態 IV _A S					疲労評価															
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*															
1	FDW-001	評価点	235	計算応力 (MPa)	149	許容応力 (MPa)	231	裕度	1.55	代表	○	評価点	235	計算応力 (MPa)	366	許容応力 (MPa)	462	裕度	1.26	代表	○	評価点	—	疲労係数	—	代表	—

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	11
3.1 計算方法	11
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	12
3.3 設計条件	13
3.4 材料及び許容応力	19
3.5 設計用地震力	20
4. 解析結果及び評価	21
4.1 固有周期及び設計震度	21
4.2 評価結果	27
4.2.1 管の応力評価結果	27
4.2.2 支持構造物評価結果	28
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	29
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	30

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、復水給水系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図


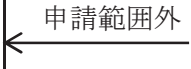



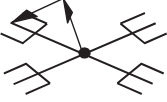
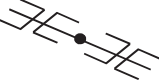

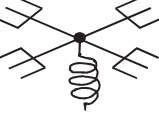
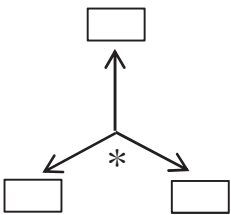
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図 | FDW-001-1/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-2/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-3/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-4/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-5/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 | FDW-001-6/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高圧代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉格納施設	原子炉格納容器 安全設備	高圧代替注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	原子炉隔離時 冷却系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設/防止(拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	457.2	29.4	SFVC2B	—	184760
2	8.62	302	457.2	29.4	SFVC2B	—	184760
3	8.62	302	165.2	14.3	STS410	—	184760
4	8.62	302	165.2	14.3	STS410	—	184760
5	8.62	302	165.2	14.3	SFVC2B	—	184760
6	8.62	302	165.2	14.3	SFVC2B	—	184760
7	11.77	66	114.3	13.5	STS410	—	200360
8	8.62	302	114.3	11.1	STS410	—	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	7	904														
2	8	107	108	501	502	904	906									
3	227	228	229	230	231	232	233	515	517	601	602	603	604	605	606	
	607	608	609	610	611	612	613	614	615	617	618	619	620	623	624	
	625	626	627	636	637	638	816	819	820	823						
4	218	219	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649		
5	7	219														
6	107	233														
7	234	235	236	507	508											
8	227	238	239	240	241	242	243	244	246	247	248	516	807	821	901	
	911	916	923													

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 FDW-001

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
7		240		604		625		649	
8		241		605		626		807	
107		242		606		627		816	
108		243		607		636		819	
218		247		608		637		820	
219		248		609		638		821	
227		501		610		639		823	
228		502		611		640		901	
229		507		612		641		904	
230		508		613		642		906	
231		515		614		643		911	
232		516		618		644		916	
233		517		619		645		923	
234		601		620		646			
235		602		623		647			
239		603		624		648			

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
236		244		615	
237		245		616	
238		246		617	
402					
401					

鳥 瞰 図 F D W - 0 0 1

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1				
弁2				
弁3				

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 FDW-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 228 **						
231						
234						
239						
** 401 **						
601						
608						
611						
614						
618						
620						
623						
638						
645						
** 901 **						
904						
906						
** 911 **						
** 916 **						
** 923 **						

O2 ⑤ VI-2-5-3-2-1(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SFVC2B	302	—	187	438	—
STS410	66	—	231	407	—
STS410	302	—	182	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
F D W - 0 0 1	原子炉しゃへい壁		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 FDW-001

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s			
	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		X 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向	
1 次									
2 次									
3 次									
4 次									
5 次									
6 次									
7 次									
8 次									
12 次									
13 次*2									
動的震度*3									
静的震度*4									

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 FDW-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
12次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



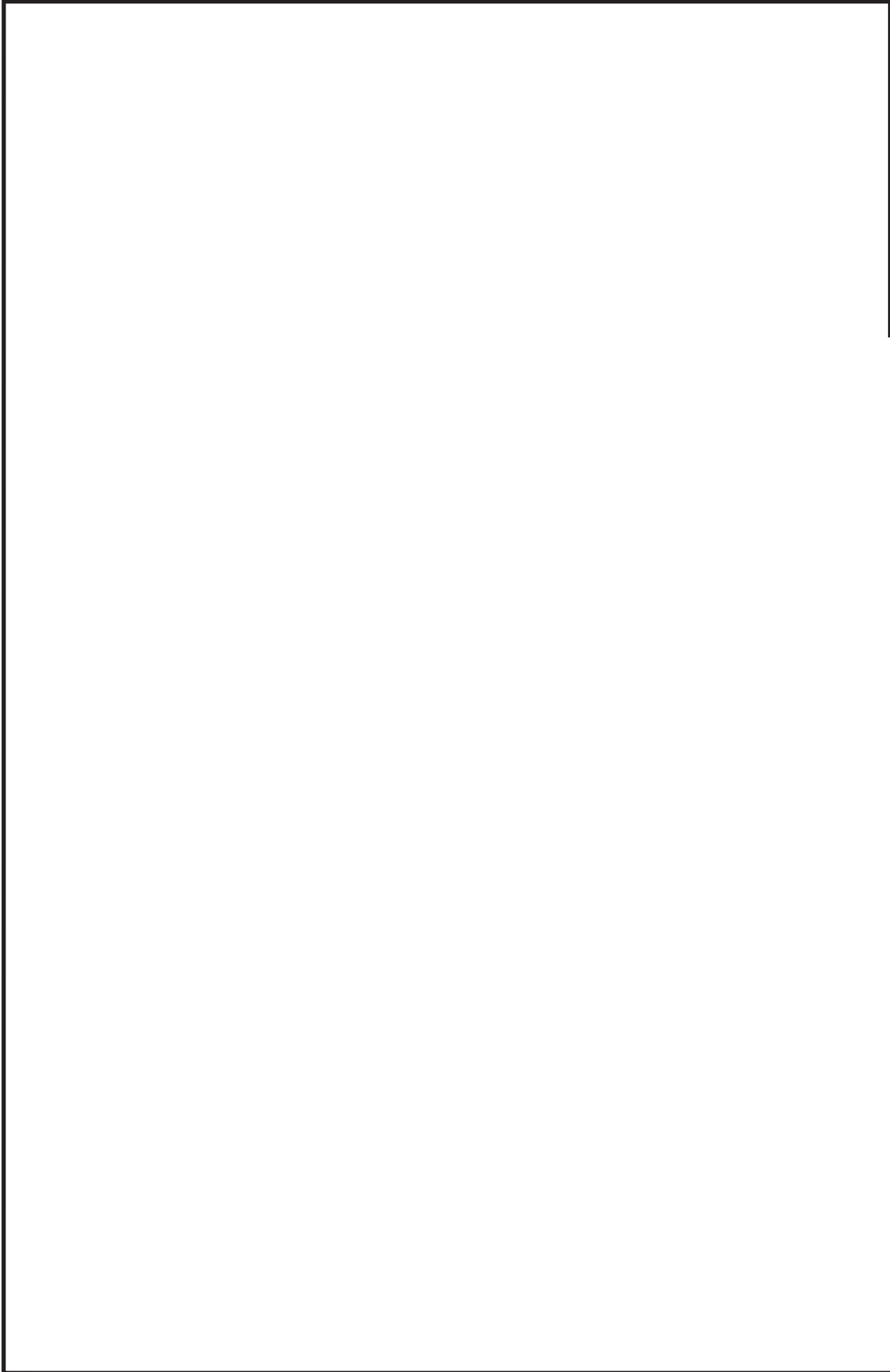
鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 F D W - 0 0 1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(SS)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(SS)	許容応力 2・Sy	
FDW-001	V _A S	235	Spr m(SS)	204	366	—	—	—
	V _A S	235	Sn(SS)	—	—	364	462	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
FDW-001-906S	メカニカルスナッパ	SMS-16-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		118	368
FDW-001-906B	ロッドレストレイメント	RTS-25			228	375

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果			
					反力(kN)			モーメント (kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z					
FDW-001-645R	レストレイメント	Uプレート	SS400	130	28	0	40	-	-	-	-	-	せん断	85	122
FDW-001-234A	アンカ	架構	STKR400	130	14	10	22	3	3	5	組合せ	147	225		

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
B21-F052B	強制閉止形逆止弁	α (S s)	2.2	3.0	6.0	6.0	—	—

* 応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	FDW-001	235	204	366	1.79	○	235	364	462	1.26	○	—	—	—

VI-2-5-4 残留熱除去設備の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-5-4-1 残留熱除去系の耐震性についての計算書

VI-2-5-4-2 耐圧強化ベント系の耐震性についての計算書

VI-2-5-4-1 残留熱除去系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-4-1-1 残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書
- VI-2-5-4-1-2 残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書
- VI-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書（残留熱除去系）
- VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書（残留熱除去系）

VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用規格・基準等	4
2.4	記号の説明	5
2.5	計算精度と数値の丸め方	6
3.	評価部位	7
4.	地震応答解析及び構造強度評価	9
4.1	地震応答解析及び構造強度評価方法	9
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	9
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2	許容応力	9
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	9
4.2.4	設計荷重	18
4.3	解析モデル	22
4.4	設計用地震力	23
4.5	計算方法	24
4.5.1	応力評価点	24
4.5.2	応力計算方法	24
4.6	計算条件	34
4.7	応力の評価	37
4.8	設計・建設規格における材料の規定によらない場合 の評価	37
4.8.1	アウタージャケット及びフランジプレートの評価結果	37
5.	評価結果	38
6.	引用文献	42

1. 概要

本計算書は、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、残留熱除去系ストレーナが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は残留熱除去系ストレーナの応力評価により行う。

残留熱除去系ストレーナは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）、常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナは同形状を有していることから、本計算書では残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナの荷重条件で最大となる値を使用して評価している。

また、残留熱除去系ストレーナは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の管であるため、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

残留熱除去系ストレーナ、高圧炉心スプレイ系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図	
<p>基礎・支持構造</p> <p>ストレナーナはサブレーションプール内に水没された状態で設置されており、原子炉格納容器貫通部に取り付けられたテイーフランジ及び取付ボルトにより据え付けられる。</p>	<p>主体構造</p> <p>外径 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm (ストレナーナ1) または <input type="text"/> mm (ストレナーナ2) の鋼製構造物である。</p>		
			<p>(単位：mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

残留熱除去系ストレーナの応力評価は、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成20・02・12原院第5号（平成20年2月27日原子力安全・保安院制定））及び添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す残留熱除去系ストレーナの部位を踏まえ、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、設計荷重による応力が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

残留熱除去系ストレーナの応力評価のうち、解析モデルを用いる評価部位についての評価フローを図2-1に示す。解析モデルを用いない評価部位については、強度計算式から応力を算出し評価を行う。

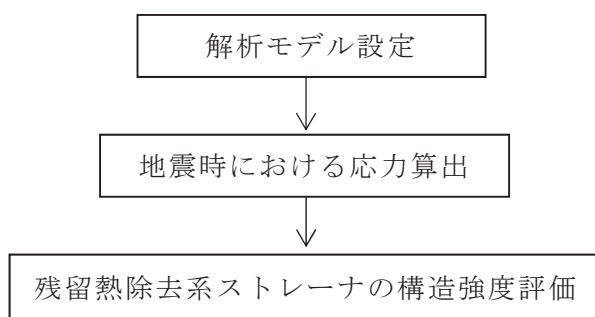


図2-1 残留熱除去系ストレーナの耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1 ・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)
- (5) 非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について(内規)
(平成 20・02・12 原院第 5 号(平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定))

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_A	実効面積	m^2
A_J	アウトージャケットの有効断面積	mm^2
C_D	定常ドラッグ係数	—
CH_A	チャギング時の加速度ドラッグ荷重	N/m^3
CH_D	チャギング時の定常ドラッグ荷重	N/m^2
CO_A	蒸気凝縮時の加速度ドラッグ荷重	N/m^3
CO_D	蒸気凝縮時の定常ドラッグ荷重	N/m^2
d	孔径	mm
DP	差圧	kPa
F_x	ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (x 方向)	N
F_y	ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (y 方向)	N
F_z	ストレーナとフランジ取合い部に加わる反力 (z 方向)	N
h	孔の間隔	mm
L	ストレーナ長さ	mm
M_x	ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (x 方向)	$N \cdot m$
M_y	ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (y 方向)	$N \cdot m$
M_z	ストレーナとフランジ取合い部に加わる配管系モーメント (z 方向)	$N \cdot m$
LAB_A	気泡形成時の加速度ドラッグ荷重	N/m^3
LAB_D	気泡形成時の定常ドラッグ荷重	N/m^2
OD	外径	mm
P	孔の間隔 (中心間)	mm
SRV_D	逃がし安全弁作動時の定常ドラッグ荷重	N/m^2
SRV_A	逃がし安全弁作動時の加速度ドラッグ荷重	N/m^3
t	アウトージャケットの厚さ	mm
FAB_A	フォールバック時の加速度ドラッグ荷重	N/m^3
FAB_D	フォールバック時の定常ドラッグ荷重	N/m^2
Z	断面係数	mm^3
π	円周率	—
L_{cg}	フランジからストレーナ重心までの距離	mm
V_A	加速度ドラッグ体積	m^3
w	ウェブ幅	mm
n	ウェブ個数	—
s	アウトージャケットの等価肉厚	mm

注：ここで定義されない記号については、各計算の項目において説明する。

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-1 に示すとおりとする。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
寸法	mm	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
圧力	MPa	小数点第 3 位	四捨五入	小数点第 2 位 ^{*1}
温度	°C	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
質量	kg	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
震度	—	小数点第 3 位	切上げ	小数点第 2 位
モーメント	N・m	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
計算応力	MPa	小数点第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：必要に応じて小数点第 3 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容応力は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

残留熱除去系ストレーナの応力評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、主要部品であるアウトージャケット、フランジプレート、ディスクシート（多孔プレート）、ポケットシート（多孔プレート）、フロントシート（多孔プレート）及びストレーナ取付部ボルトについて実施する。

残留熱除去系ストレーナの取付け状況を図 3-1 に、形状及び主要寸法を図 3-2 に示す。

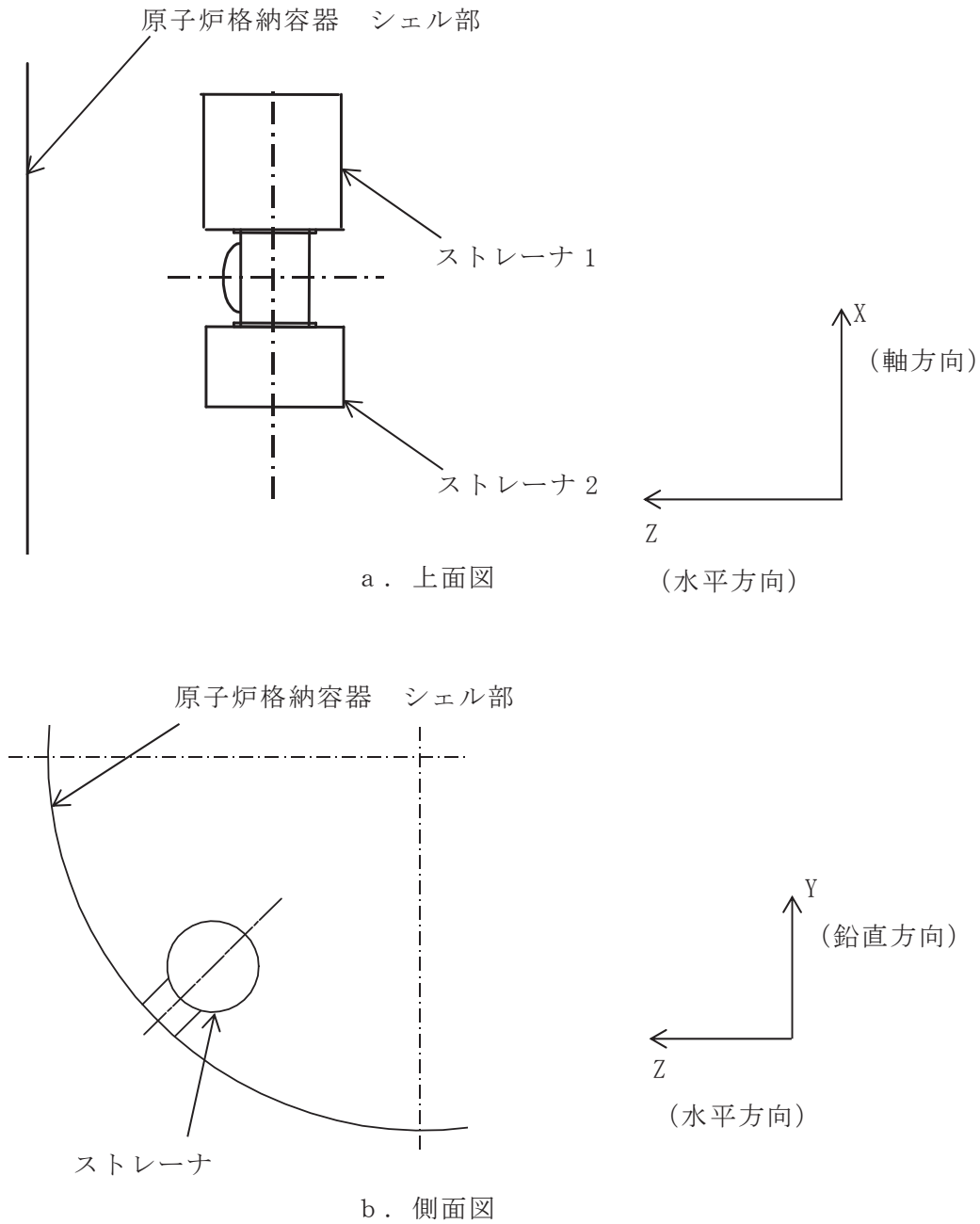
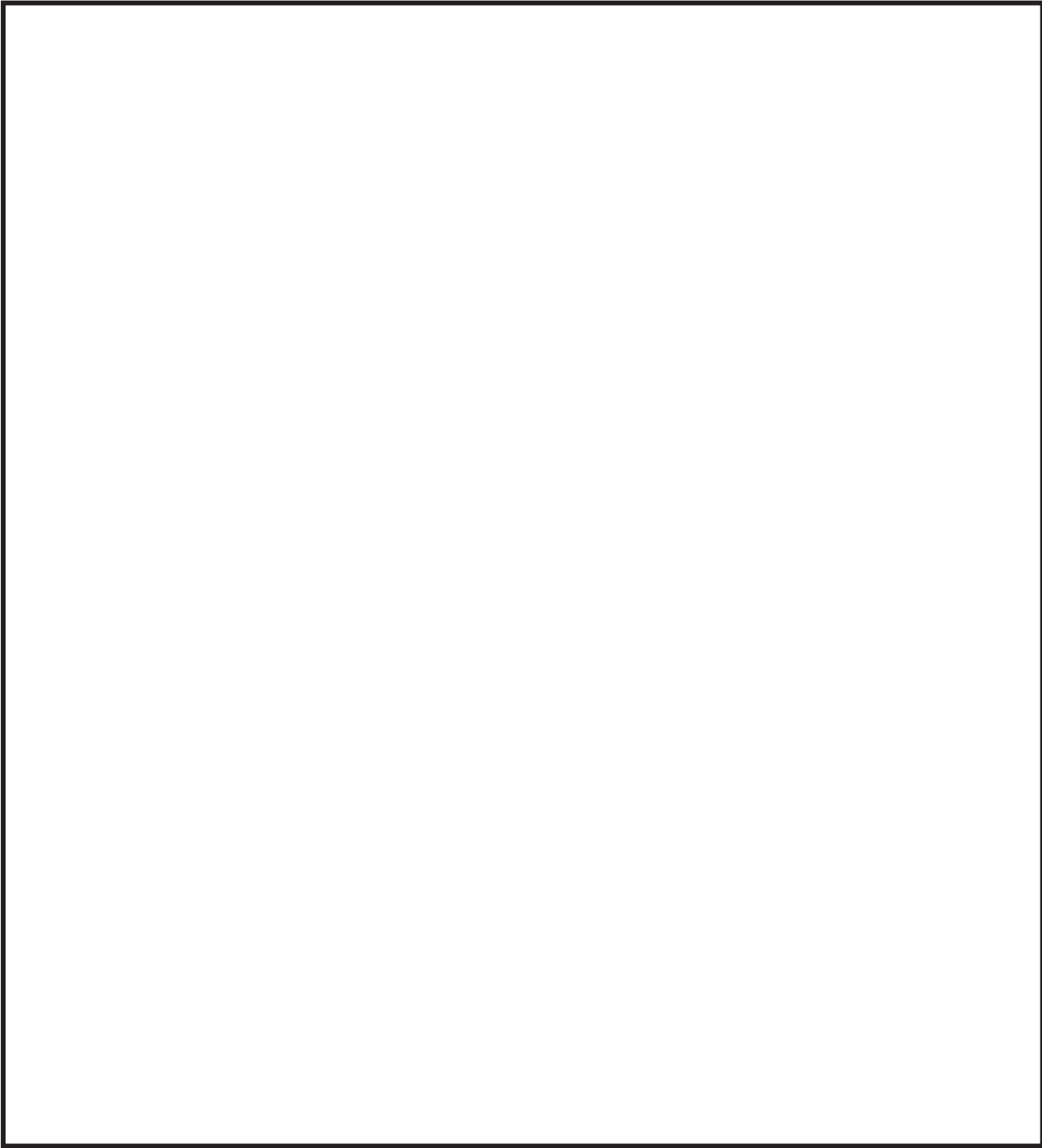


図 3-1 残留熱除去系ストレーナの取付け状況
(原子炉格納容器貫通部 X-214A の場合)



- | | |
|--------------------|------------------------------|
| ① アウタージャケット | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ② フランジプレート | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ③ ディスクシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ④ ポケットシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |
| ⑤ フロントシート (多孔プレート) | (厚さ <input type="text"/> mm) |

図 3-2 残留熱除去系ストレーナの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 残留熱除去系ストレーナの質量には、ストレーナに付着する異物量を考慮し、荷重の算出において組み合わせるものとする。
- (2) 地震力は、残留熱除去系ストレーナに対して軸方向及び軸直角方向（水平、鉛直）に作用するものとする。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値に基づき設定する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系ストレーナの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。また、荷重の組合せ整理表を表 4-3 に示す。

4.2.2 許容応力

残留熱除去系ストレーナの許容応力は、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-4 及び表 4-5 に示す。なお、評価対象は、構造又は形状の不連続性を有する部分であることから、発生する一次一般膜応力は十分小さいため、一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ストレーナの許容応力評価条件を表 4-4 に示す。
 なお、各評価部位の使用材料については以下のとおり。

アウタージャケット
 フランジプレート
 多孔プレート
 ストレーナ取付部ボルト



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	残留熱除去系	DB	—	クラス2	S	D + P _D + M _D + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _L + M _L + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _D + M _D + S _s	Ⅳ _{AS}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス2	S	D + P _D + M _D + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _L + M _L + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _D + M _D + S _s	Ⅳ _{AS}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス2	S	D + P _D + M _D + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _L + M _L + S _d *	Ⅲ _{AS}
							D + P _D + M _D + S _s	Ⅳ _{AS}

注記*：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

表4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉炉冷却系統施設	残留熱除去設備	残留熱除去系	SA	常設／防止 (拡張)	重大事故等 クラス2	S	D + P _D + M _D + S _s *3	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _s	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高圧炉心 スプレイ系	SA	常設／防止 (拡張)	重大事故等 クラス2	S	D + P _D + M _D + S _s *3	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _s	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	低圧炉心 スプレイ系	SA	常設／防止 (拡張)	重大事故等 クラス2	S	D + P _D + M _D + S _s *3	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _s	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	代替循環 冷却系	SA	常設／緩和	重大事故等 クラス2	S	D + P _D + M _D + S _s *3	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _s	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)

(続き)

原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	残留熱除去 系	S A	常設／防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2	S	D + P _D + M _D + S _S ^{*3}	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _S	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉 格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納 容器下部注 水系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス 2	S	D + P _D + M _D + S _S ^{*3}	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _S	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉 格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	代替循環 冷却系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス 2	S	D + P _D + M _D + S _S ^{*3}	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _S	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
原子炉 格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	残留熱除去 系 (格納容 器スプレー 冷却モー ド)	S A	常設／防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2	S	D + P _D + M _D + S _S ^{*3}	IV _{AS}
							D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _S	V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)

(続き)

原子炉 格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	残留熱除去 系 (サブプレ ッションブ ール水冷却 モード)	S A	常設 / 防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2	S	D + P _D + M _D + S _s ^{*3} D + P _{SAD} + M _{SAD} + S _s	IV _{AS} V _{AS} (V _{AS} と してIV _{AS} の許 容限界を用い る。)
-------------	--------------------	--	-----	-----------------	----------------	---	--	--

注記*1: D Bは設計基準対象施設, S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2: 「常設 / 防止 (拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張), 「常設 / 緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3: 「D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-3 荷重の組合せ整理表

組合せ No.	運転状態	死荷重	異物荷重	差圧	SRV 荷重		LOCA 荷重			地震荷重		許容応力状態
					運転時	中小破断時	プールスウェル	蒸気凝縮(CO)	チャッキング(CH)	Sd* 荷重	Ss 荷重	
DBA*1	DBA-1	運転状態 I	○							○		III _{AS}
	DBA-2	運転状態 I	○								○	IV _{AS}
	DBA-3	運転状態 II	○			○				○		III _{AS}
	DBA-4	運転状態 II	○			○					○	IV _{AS}
	DBA-5	運転状態 IV(L)	○	○	○					○		III _{AS}
SA*2	SA-1	運転状態 V(L)*3	○	○	○					○		V _{AS} *4
	SA-2	運転状態 V(LL)	○	○	○						○	V _{AS} *4

注記*1：設計基準対象施設

*2：重大事故等対処設備

*3：運転状態 V(L)は、温度条件を重大事故等時における最高使用温度 200℃とした運転状態 V(LL)の評価で代表される。

*4：許容応力状態 V_{AS}として IV_{AS}の許容応力を用いる。

表 4-4 許容応力 (クラス 2 管及び重大事故等クラス 2 管)

許容限界*1	
許容応力状態	一次一般膜応力
III _{AS}	<p>一次応力 (曲げ応力を含む)</p> <p>S_y と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2 \cdot S$ の大きい方</p>
IV _{AS}	<p>一次 + 二次応力*2</p> <p>弾性設計用地震動 S_d 又は基準地震動 S_s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次 + 二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要。</p>
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の許容限界を用いる。)	<p>左欄の 1.5 倍の値</p> <p>$0.6 \cdot S_u$</p> <p>基準地震動 S_s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次 + 二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要。</p>

注記*1：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*2：二次応力が発生する場合のみ考慮する。

表4-5 許容応力 (クラス2耐圧部テンションボルト及び重大事故等クラス2耐圧部テンションボルト)

許容応力状態	許容限界
III _{AS}	1.5・S
IV _{AS}	2・S
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の許容限界を用いる。)	

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
アウタージャケット, フランジプレート 多孔プレート ストレーナ取付部ボルト		最高使用温度				—
		最高使用温度				
		最高使用温度				

表 4-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対応設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
アウタージャケット, フランジプレート 多孔プレート ストレーナ取付部ボルト		最高使用温度				—
		最高使用温度				
		最高使用温度				

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2.4 設計荷重

(1) 死荷重

残留熱除去系ストレーナの自重による荷重及び残留熱除去系ストレーナに付着する異物の自重による異物荷重の2つの死荷重を考慮する。

残留熱除去系ストレーナの自重 = (N), (N)

異物荷重 = (N), (N)

(2) 差圧

差圧による荷重は、異物付着時の残留熱除去系ストレーナを通しての最大設計差圧より設定し、以下の通りとする。

また、差圧による荷重の作用方向を図4-1に示す。

差圧荷重 = (MPa)

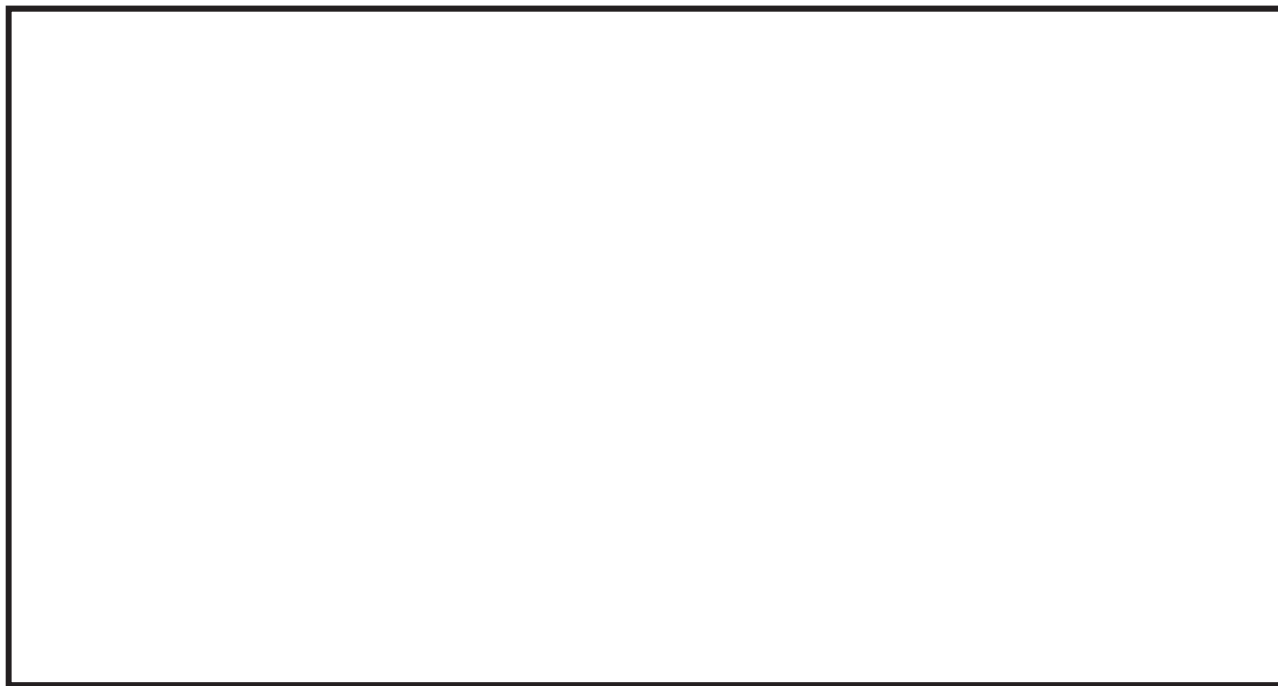


図4-1 差圧荷重の作用方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 水力学的動荷重(逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重)

逃がし安全弁作動時及び原子炉冷却材喪失時には、サブプレッションチェンバ内の水中構造物に様々な荷重が水力学的動荷重として作用する。これらの荷重については、原子力安全委員会が策定した評価指針(BWR・MARK I型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針について(以下「MARK-I動荷重指針」という。))に準じて荷重の評価を実施する。

なお、残留熱除去系ストレーナは、ダウンコマから下方かつ側面方向に設置されており、プールスウェル荷重の内のベントクリアリング及びプール水面上昇による荷重は十分小さいため評価対象としない。

水力学的動荷重の作用方向を図4-2に示す。軸方向の荷重はフロントシート及びディスクシートに作用する。軸直角方向の荷重はアウトージャケット及びポケットシートに作用する。

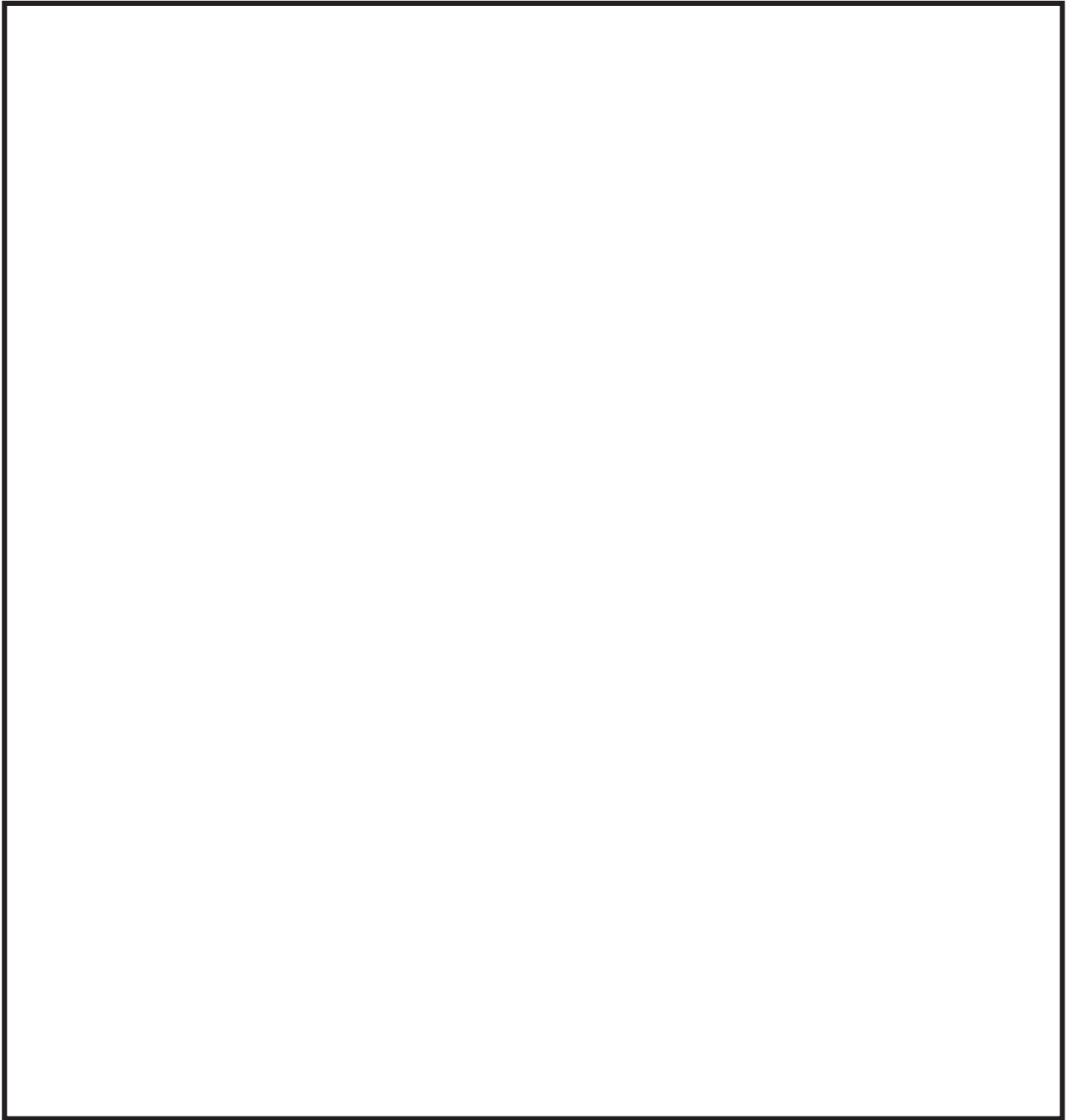


図 4-2 水力的動的荷重の作用方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

「MARK-I 動荷重指針」に基づき、残留熱除去系ストレーナに加わる逃がし安全弁作動時荷重を算出した結果を表 4-8 及び表 4-9 に示す。これらの表に示した荷重は、考慮すべき水力学的動荷重が最大となる位置を選定して算出した値である。

なお、最終的な荷重はそれぞれ下記となる。

$$\text{定常ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^2\text{)} \times A_A \times C_D$$

$$\text{加速度ドラッグ荷重 (N)} = \text{下記荷重 (N/m}^3\text{)} \times V_A$$

A_A : 実効面積は荷重方向に応じたストレーナの投影面積に相当し、荷重方向に応じて端面の円の面積 又は円柱の断面積 を用いる。

C_D : を用いる。

V_A : ストレーナ 1 の軸方向に対しては , 軸直角方向には , ストレーナ 2 の軸方向に対しては , 軸直角方向には を用いる。

表 4-8 逃がし安全弁作動時荷重 (ストレーナ 1)

荷重	軸方向	鉛直方向	水平方向	備考
逃がし安全弁作動時荷重* (SRV _D)				定常ドラッグ荷重
(SRV _A)				加速度ドラッグ荷重

注記* : 逃がし安全弁作動時荷重は、定常ドラッグ荷重と加速度ドラッグ荷重との代数和とする。

表 4-9 逃がし安全弁作動時荷重 (ストレーナ 2)

荷重	軸方向	鉛直方向	水平方向	備考
逃がし安全弁作動時荷重* (SRV _D)				定常ドラッグ荷重
(SRV _A)				加速度ドラッグ荷重

注記* : 逃がし安全弁作動時荷重は、定常ドラッグ荷重と加速度ドラッグ荷重との代数和とする。

4.3 解析モデル

残留熱除去系ストレーナの応答解析及び応力評価は、はりモデル及び三次元シェルモデルによる有限要素解析手法を適用する。なお、ストレーナ本体の応力計算に用いた三次元シェルモデル(以下「応力解析用モデル」という。)については、「4.5 計算方法」で説明する。本項においては、ストレーナから原子炉格納容器貫通部外の残留熱除去系ポンプ又はアンカサポートまでの配管をモデル化したはりモデル(以下「応答解析用モデル」という。)について説明する。解析モデルは、添付書類「VI-3-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」に示す応答解析用モデル及び応力解析用モデルと同じモデルである。

残留熱除去系ストレーナの応答解析用モデルの概要を以下に示す。

- (1) 応答解析用モデルでは、ストレーナから原子炉格納容器貫通部外の残留熱除去系ポンプ又はアンカサポートまでの配管を、はり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い、ストレーナとティーの取合い部に発生する荷重を算出する。
- (2) 原子炉格納容器貫通部は6軸方向拘束点とする。
- (3) ストレーナの質量は、各ストレーナの重心位置に集中質量を与える。
- (4) 本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため、応答解析では内包水及び排除水の影響を加味し、ストレーナ質量に含める。また、異物の質量も応答解析において考慮する。
- (5) 解析コードは「I S A P」を使用し、ストレーナとティーの取合い部に発生する荷重を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.4 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-10 及び表 4-11 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 4-10 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. -5.387	0.72	0.63	1.57	1.09

表 4-11 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. -5.387	—	—	1.57	1.09

4.5. 計算方法

残留熱除去系ストレーナについて、形状、設置レベルが同一である事及び考慮すべき水学的動荷重（逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失時荷重）として最大となる位置の値を使用して計算することから、応力評価は代表して1組の残留熱除去系ストレーナにつき実施する。

4.5.1 応力評価点

残留熱除去系ストレーナの構造及び形状を考慮して、アウタージャケット、フランジプレート、多孔プレート及びストレーナ取付部ボルトを応力評価部位として選定し、評価を実施する。





なお、多孔プレートについては、軸対称で同一の構造であることから、その中の代表的な応力評価部位を選定し、各々の評価部位に対し評価を実施する。

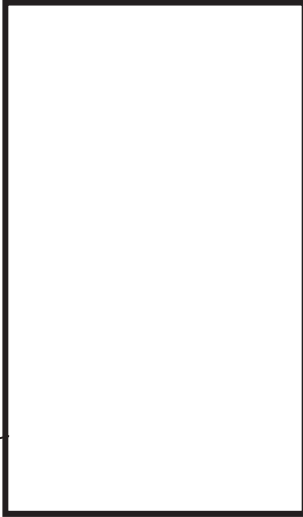
4.5.2 応力計算方法

各応力評価部位の応力計算方法について、以下に示す。

(1) アウタージャケット

アウタージャケットの仕様を以下に示す。

- 外径(OD)  mm
- アウタージャケットの厚さ(t)  mm
- ウェブ幅(w)  mm
- ウェブ個数(n)  個

ウェブ 

配管系にストレーナが設置された状態で、ストレーナに水学的動荷重が加えられる。これらの荷重に対してはアウタージャケットで強度を持たせている。従ってアウタージャケットは、ストレーナも含めた配管系の解析から得られたストレーナとティーの取合い部に加わる水学的動荷重に対する配管の反力及びモーメントを用いて、強度評価を実施する。

評価に用いた配管の反力及びモーメントは、ストレーナとそれに接続するティーを含む配管を質点-梁にモデル化して、計算機コード「ISAP」を用いて解析した結果より得られたものである。

アウタージャケットは一次応力（曲げ応力を含む）に対して評価を行うものとする。なお、二次応力については、ストレーナ端部の拘束がないことから考慮しない。また、一次一般膜応力はストレーナの構造上内圧を有さないことから考慮しない。

アウタージャケットは円筒の片持ち梁と仮定し、ストレーナとティー取合い部に加わるモーメント及び反力を加えることで発生応力を求める。アウタージャケットの応力算出方法を以下に示す。

- ・アウタージャケットの応力評価はクラス2管の応力評価(設計・建設規格 PPC-3520)を準用する。
- ・モーメントによる応力について、ストレーナに加わる配管モーメントのうち M_x は無視できるほど小さいため、 M_y と M_z の二乗和平方根 $M = \sqrt{M_y^2 + M_z^2}$ を求める。
- ・膜応力については、膜応力成分となる軸力(F_x)から応力を求め、前記に示すモーメントより求めた応力と加えて発生応力 $\sigma = M/Z + F_x/A_J$ を求める。

なおアウタージャケットにある窓部の欠損を考慮した等価肉厚に置き換えて評価を行う。アウタージャケットの等価肉厚 s を求めると以下となる。

$$s = n \times w \times t / \pi / OD = \boxed{} \text{ mm}$$

上記等価肉厚における断面係数 Z 及びアウタージャケットの有効断面積 A_J は以下のとおり算出される。

$$Z : \boxed{} \text{ mm}^3, A_J : \boxed{} \text{ mm}^2$$

以上の評価式及び値を適用し、「4.6 計算条件」の表4-12及び表4-13に示す配管の反力及びモーメントを用いてアウタージャケットに発生する応力を算出する。

(2) フランジプレート

フランジプレートは、アウタージャケットの重心まで含むシェル要素でモデル化し(図4-3参照)、計算機コード「ANSYS」を使用して計算した既工認での結果を用いて、地震動の増幅を考慮の上、発生する応力を算出した。

フランジプレートはアウタージャケットに加わった水力学的動荷重を受けているので、アウタージャケットと同様に「4.6 計算条件」の表4-12及び表4-13に示す配管の反力及びモーメントを用いて応力を算定する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

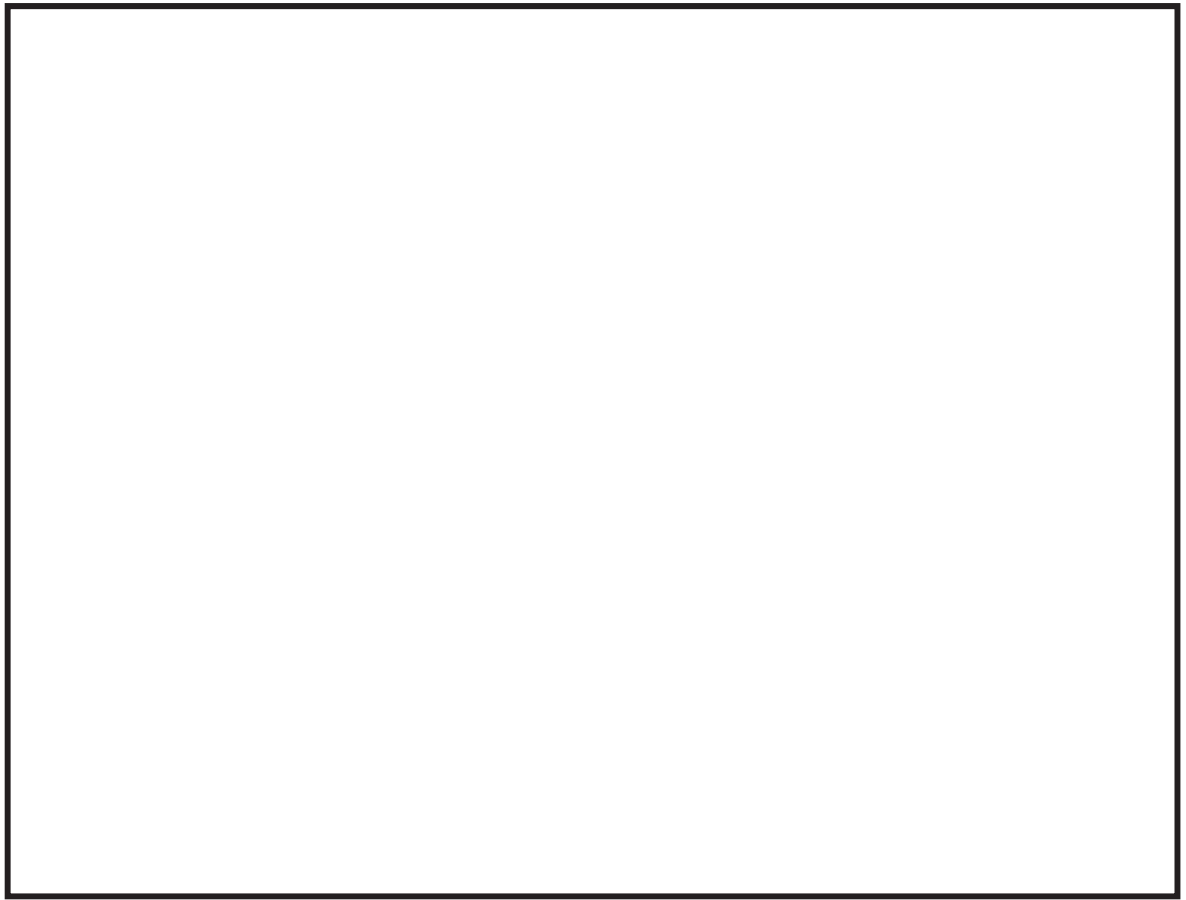


図 4-3 フランジプレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 多孔プレート

既工認では、多孔プレートについては、シェル要素でモデル化し、計算機コード「ANSYS」を使用して応力を算出している。本計算書では、地震を含まない組合せ荷重と地震増幅を考慮した地震を含む組合せ荷重を比較し、地震を含まない組合せ荷重が最大となる場合は、既工認の算出結果を用いる。

多孔プレートの計算は、中身がつまった等価な平板として計算する。そのため、板の厚さとしては実肉厚を使用し、孔を補うものとして引用文献(1)で示される等価縦弾性係数及び等価ポアソン比を使用し、多孔プレートに対する応力増倍率を考慮する。

なお、等価縦弾性係数及び等価ポアソン比は、多孔プレートの下図の寸法を用いて求めた。

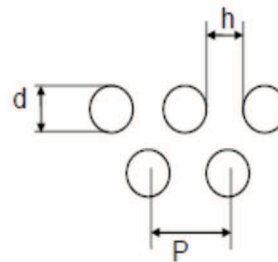
孔径(d)



孔の間隔(中心間)(P)



孔の間隔(h)



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

多孔プレートのうちディスクシートは、シェル要素でモデル化し、計算機コード「AN
SYS」を使用して計算した既工認の結果を用いた。ディスクシートの計算モデルを図 4
-4 に示す。計算モデルはポケットシートはめ込み部、および補強プレートにより支持さ
れた部分を支持点としたモデルとする。



図 4-4 ディスクシートの多孔プレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

多孔プレートのうちポケットシートは、シェル要素でモデル化し、計算機コード「ANSYS」を使用して計算した既工認の結果を用いた。ポケットシートの多孔プレートの計算モデルを図4-5に示す。また、計算モデルはディスクシートにはめ込み固定する部分を支持点としたモデルとする。

なお、ストレーナ1の1~9列目及びストレーナ2の1~5列目のカセットと、ストレーナ1の10列目及びストレーナ2の6列目のカセットでは、ポケットシートのはめ込み部の形状が異なることから、解析モデルを個別に作成し、それぞれについて評価を行う。

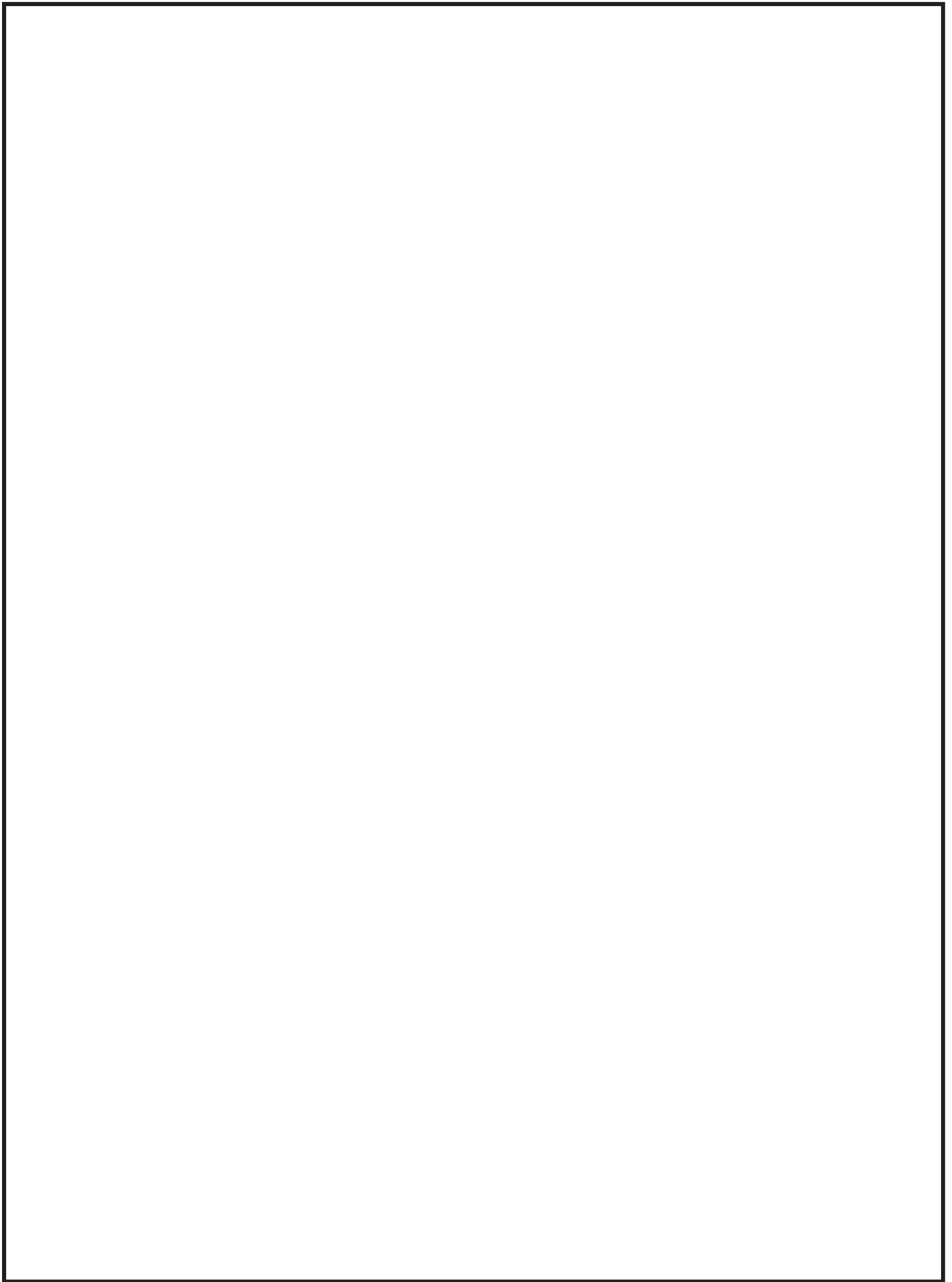


図 4-5 ポケットシートの多孔プレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

多孔プレートのうちフロントシートは、シェル要素でモデル化し、計算機コード「ANSYS」を使用して計算した既工認の結果を用いた。フロントシートの多孔プレートの計算モデルを図4-6に示す。計算モデルはリブ、ポケットシートはめ込み部、リング部を支持点としたモデルとする。

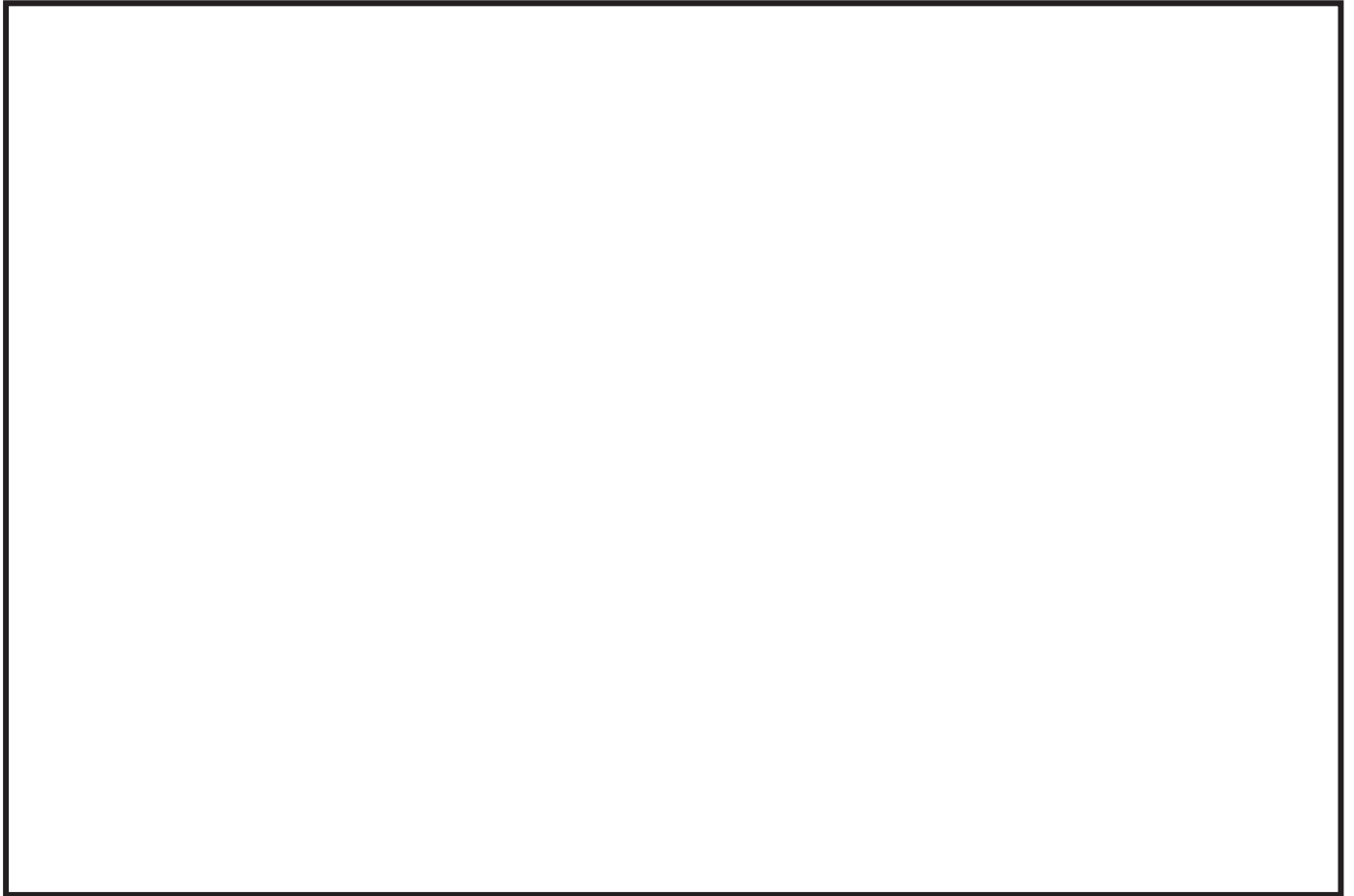


図4-6 フロントシートの多孔プレートの計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) ストレーナ取付部ボルト

ストレーナ取付部ボルトの設計荷重は、フランジプレートに作用する最大モーメントに加え、ストレーナの軸方向に発生する反力であるボルトの軸方向荷重を考慮した引張力を合算して評価を行う。フランジとボルトは摩擦接合であるため、ボルトに対するせん断力は作用しないものとする。また、計算で用いるボルト径は、安全側にボルトの谷径を用いるものとする。

図 4-7 に示すフランジの中心を通る中立軸（Z 軸）まわりのモーメントを考える。このとき、Z 軸まわりのモーメントは、各ボルトに発生する軸力とボルトの Z 軸からの距離の積から得られるモーメントとつりあっていると考えることができる。ここで、軸方向荷重によって中立軸が移動するが、軸方向荷重のボルトへの影響が小さいため、軸方向荷重による中立軸の移動は無視する。

したがって、Z 軸まわりのモーメントと各ボルトの軸力の関係は下記となる。

$$M_z = \sum_{k=1}^n F_{t k} \cdot l_k$$

ここで、 M_z : Z 軸まわりのモーメント (N・mm)

$F_{t k}$: 各ボルトに発生する軸力 (N)

l_k : 任意のボルト k における Z 軸からの距離 (mm)

n : ボルトの本数 =

なお、ストレーナ重心がフランジ中心軸上に存在することから、フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため、ここでは評価対象としない。

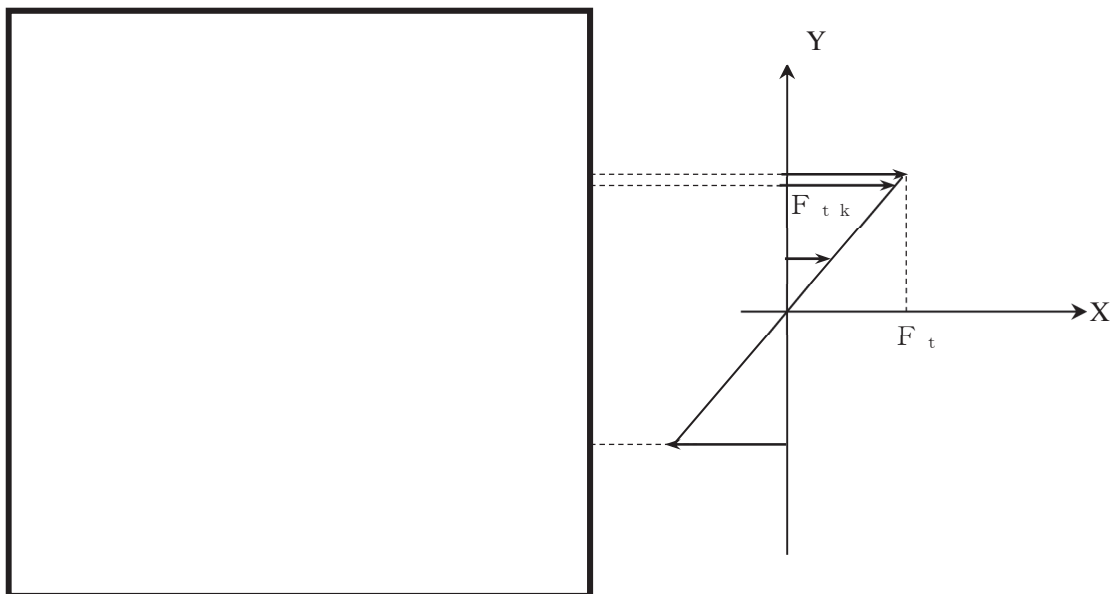


図 4-7 各ボルトに発生する軸力とモーメントアームの関係

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

また、ボルト軸力のZ軸まわりのモーメント寄与分は中立軸上ではゼロであり、図4-7に示すように、曲げモーメントを伝えるボルトの軸力は回転中心からの距離に比例して変化するとして算定する。この場合、ボルトに発生する最大の軸力を F_t とすると、各ボルトに発生する軸力 F_{tk} は下記となる。

$$F_{tk} = F_t \cdot \frac{l_k}{D/2}$$

ここで、 F_t ：最大の軸力が発生するボルトの軸力(N)

F_{tk} ：各ボルトに発生する軸力(N)

D ：ボルト孔中心円直径= (mm)

以上より、Z軸まわりのモーメントは下記となる。

$$M_z = \frac{2 \cdot F_t}{D} \sum_{k=1}^n l_k^2 = \frac{F_t \cdot D \cdot n}{4}$$

ただし、

$$l_k = \frac{D}{2} \cdot \sin\left\{\frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot (k-1)\right\}$$

よって、ボルトの軸力は以下のように算出できる。

$$F_t = \frac{4 \cdot M_{tot}}{D \cdot n}$$

M_{tot} ：曲げモーメントの最大値 (N・mm)

したがって、ボルトに発生する応力は下記となる。

$$f_t = \frac{F_t}{A_s} + \frac{F_x}{A_s \cdot n}$$

ここで、 f_t ：ボルトの発生応力(MPa)

A_s ：ボルトの有効断面積= (mm²)

d_b ：ボルトのねじ部谷径= (mm)

F_x ：ストレーナ軸方向荷重(N)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.6 計算条件

本計算書の「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.5 計算方法」に示したとおり、各応力評価部位に対して、荷重値が最大となる荷重の組合せを用いて応力評価を実施する。

(1) アウタージャケット及びフランジプレートに加わる荷重

表 4-12 及び表 4-13 にストレーナに加わる配管荷重が設計基準対象施設で最大となる自重+逃し安全弁作動時荷重+ S_s 及び重大事故等対処設備で最大となる自重+差圧+ S_s の組合せの荷重を示す。当該の荷重を用いて、アウタージャケット及びフランジプレートの応力評価を実施する。

表 4-12 ストレーナ 1 に加わる最大配管荷重

荷重の組合せ		反力(N)			モーメント (N・m)		
		F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
DBA-3	自重+逃し安全弁作動時荷重+ S_d^*	3.075×10^4	5.060×10^4	5.333×10^4	13.00	1.985×10^4	1.831×10^4
DBA-4	自重+逃し安全弁作動時荷重+ S_s	4.863×10^4	6.349×10^4	7.022×10^4	15.00	2.536×10^4	2.271×10^4
SA-2	自重+差圧+ S_s	4.845×10^4	5.938×10^4	6.622×10^4	14.00	2.370×10^4	2.097×10^4

表 4-13 ストレーナ 2 に加わる最大配管荷重

荷重の組合せ		反力(N)			モーメント (N・m)		
		F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
DBA-3	自重+逃し安全弁作動時荷重+ S_d^*	2.100×10^4	3.164×10^4	3.285×10^4	6.000	6.904×10^3	6.377×10^3
DBA-4	自重+逃し安全弁作動時荷重+ S_s	3.388×10^4	4.212×10^4	4.853×10^4	7.000	2.536×10^4	2.135×10^4
SA-2	自重+差圧+ S_s	3.398×10^4	3.866×10^4	4.604×10^4	6.000	2.370×10^4	1.846×10^4

(2) 多孔プレートに加わる荷重

加速度ドラッグ荷重 ($SRV_A, LAB_A, CO_A, CH_A, FAB_A$) は、ストレーナ各構成要素に働く水力学的重量として加わる荷重であり、多孔プレート表面に分配して加わる。

定常ドラッグ荷重 ($SRV_D, CO_D, CH_D, LAB_D, FAB_D$) は、流れ中でストレーナの実効面積に比例し加わる。また、ストレーナの差圧は多孔プレートの表面を押す荷重として作用する。以上より、残留熱除去系ストレーナの多孔プレートに加わる荷重は表面荷重として与えられる。

4.2.4 項に示す荷重を用いて算出した表面荷重（等価圧力）の組合せを表 4-14 に示す。また、表 4-15 に選定した各応力評価部位の評価に用いる表面荷重（等価圧力）を示す。地震を含めた各応力評価部位に加わる荷重のうち、添付書類「VI-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」にて評価している差圧+蒸気凝縮荷重の表面荷重が最大となる。以上より、多孔プレートに加わる地震荷重の評価結果についても、添付書類「VI-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」に包絡される。

表 4-14 多孔プレートに加わる表面荷重（等価圧力）の組合せ

組合せ No.	荷重の組合せ	表面荷重（等価圧力）(MPa)
—*	差圧	
—*	差圧+蒸気凝縮荷重(CO)	
—*	差圧+逃がし安全弁作動時荷重(SRV)+チャギング荷重(CH)	
—*	気泡形成荷重(LAB)	
—*	フォールバック荷重(FAB)	
DBA-3	逃し安全弁作動時荷重+Sd*	
DBA-4	逃し安全弁作動時荷重+Ss	
DBA-5/SA-1	差圧+Sd*	
SA-2	差圧+Ss	

注記*：添付書類「VI-3-3-3-1-3 残留熱除去系ストレーナの強度計算書」から抜粋

表 4-15 多孔プレートの各応力評価部位に加わる表面荷重（等価圧力）

名称	各応力評価部位に加わる表面荷重 (MPa)
ディスクシート	
ポケットシート	
フロントシート	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) ストレーナ取付部ボルトに加わる荷重

ストレーナ取付部ボルトについては、アウトージャケット及びフランジプレートと同じ荷重が加わることから、発生荷重が最大となる表 4-13 の組合せの荷重を用いて、評価を行う。

4.7 応力の評価

「4.5 計算方法」で求めた応力が表 4-4～表 4-7 を用いて算出される許容応力以下であること。

4.8 設計・建設規格における材料の規定によらない場合の評価

4.8.1 アウタージャケット及びフランジプレートの評価結果

アウタージャケット，フランジプレートに使用している [] は，クラス 2 管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されていないことから，クラス 2 管の使用可能な材料として設計・建設規格に記載されている材料 [] と機械的強度及び化学的成分を比較し，同等であることを示す。

(1) 機械的強度

	引張強さ	降伏点 又は耐力	比較結果
使用材料			引張強さ及び降伏点は同等である。
比較材料			

(2) 化学的成分

	化学的成分 (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	W
使用材料											
比較材料											
比較結果											

[] 枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 評価結果

(1)(2)の評価により、機械的強度、化学的成分いずれにおいても比較材料と同等であることを確認したため、本機器において [] を重大事故等クラス2材料として使用することに問題ないとする。

5. 評価結果

残留熱除去系ストレーナの設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての強度評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足している。

(1) 設計基準対象施設に対する評価

設計基準対象施設に対する応力評価結果を表5-1及び表5-2に示す。

なお、各評価点における計算応力は表4-3に示す荷重の組合せのうち、発生値が最も高い評価を記載している。

(2) 重大事故等時対処設備に対する評価

重大事故等時対処設備に対する応力評価結果を表5-3に示す。

なお、各評価点における計算応力は表4-3に示す荷重の組合せのうち、発生値が最も高い評価を記載している。

表 5-1 設計基準対象施設に対する応力評価結果 (D + P_D + M_D + S_d *)

評価対象設備	評価部位	応力分類	設計基準対象施設			
			計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ	
残留熱除去系 ストレーナ	アウタージャケット	一次応力 (曲げ応力を含む)			DBA-3	
		一次一般膜応力				
	フランジプレート	一次応力 (曲げ応力を含む)				DBA-3
		引張応力				
ストレーナ取付部ボルト						

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-2 設計基準対象施設に対する応力評価結果 (D + P_D + M_D + S_s)

評価対象設備	評価部位	応力分類	設計基準対象施設		
			計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ
残留熱除去系 ストレーナ	アウタージャケット	一次応力 (曲げ応力を含む)			DBA-4
		一次一般膜応力			
		一次応力 (曲げ応力を含む)			
	ストレーナ取付部ボルト	引張応力			DBA-4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-3 重大事故等対処設備に対する応力評価結果 (D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S)

評価対象設備	評価部位	応力分類	重大事故等対処設備		
			計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	荷重組合せ
残留熱除去系 ストレーナ	アウタージャケット	一次応力 (曲げ応力を含む)			SA-2
		一次一般膜応力			
	一次応力 (曲げ応力を含む)				
	ストレーナ取付部ボルト	引張応力			SA-2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 引用文献

- (1) ASME B&PV CODE, Section III, Division 1, Appendices, Article A-8000,
“Stresses in Perforated Flat Plates,” 1989 Edition, No addenda.

VI-2-5-4-1-4 管の耐震性についての計算書
(残留熱除去系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	17
3.1 計算方法	17
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	18
3.3 設計条件	19
3.4 材料及び許容応力	31
3.5 設計用地震力	32
4. 解析結果及び評価	36
4.1 固有周期及び設計震度	36
4.2 評価結果	60
4.2.1 管の応力評価結果	60
4.2.2 支持構造物評価結果	66
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	67
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	68

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、残留熱除去系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 18 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

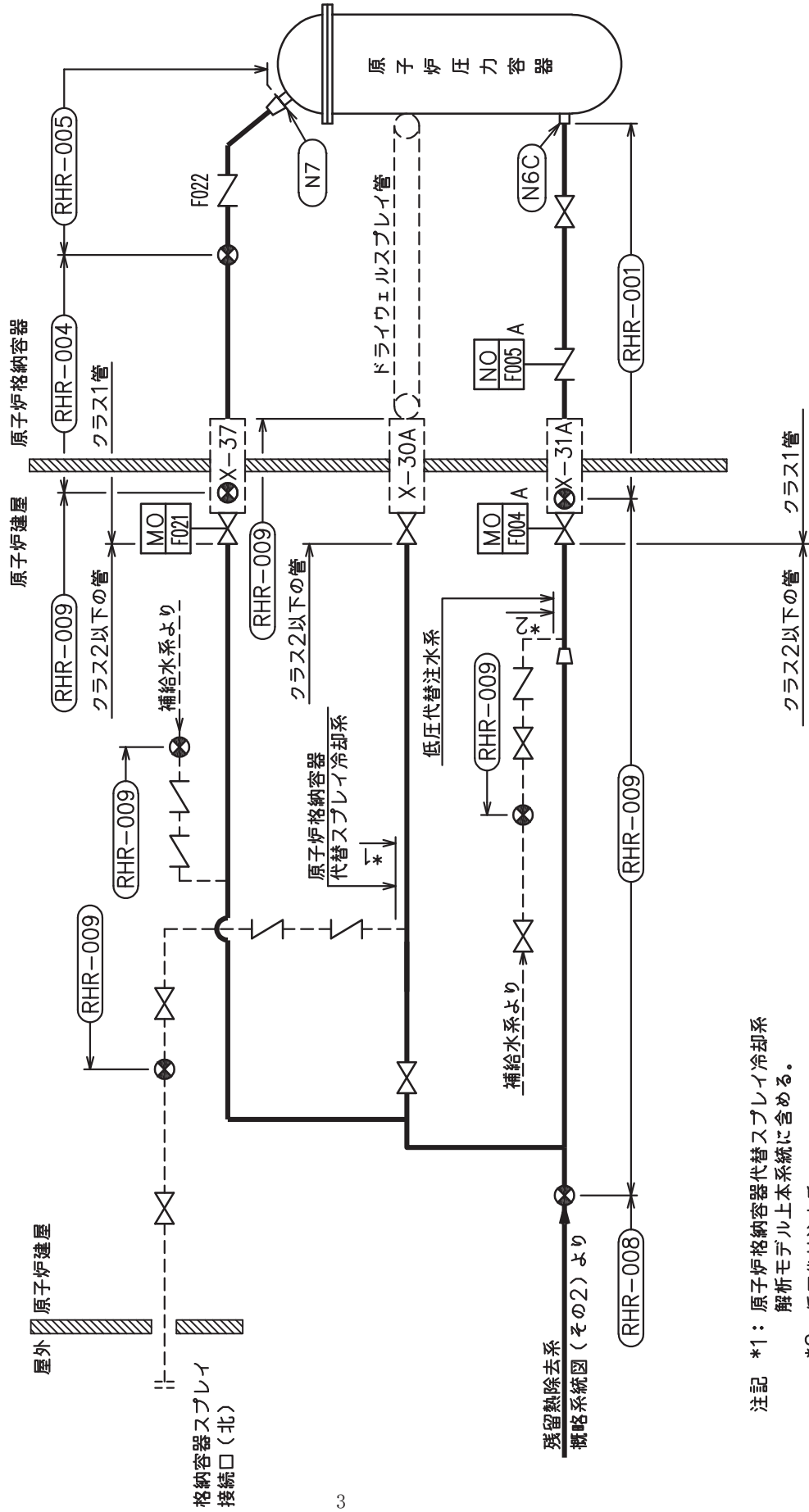
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

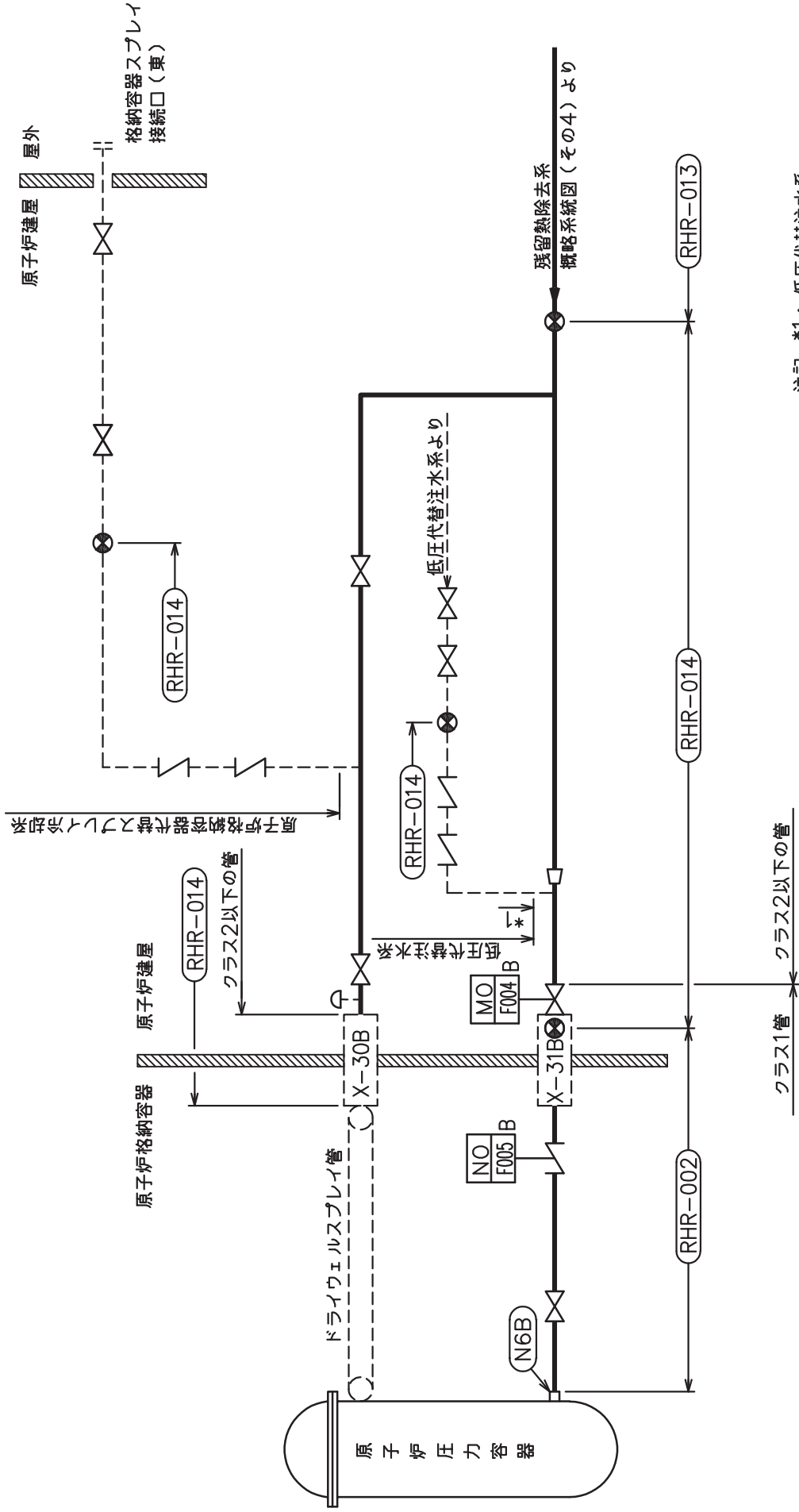
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



注記 *1: 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系
解析モデル上本系統に含める。

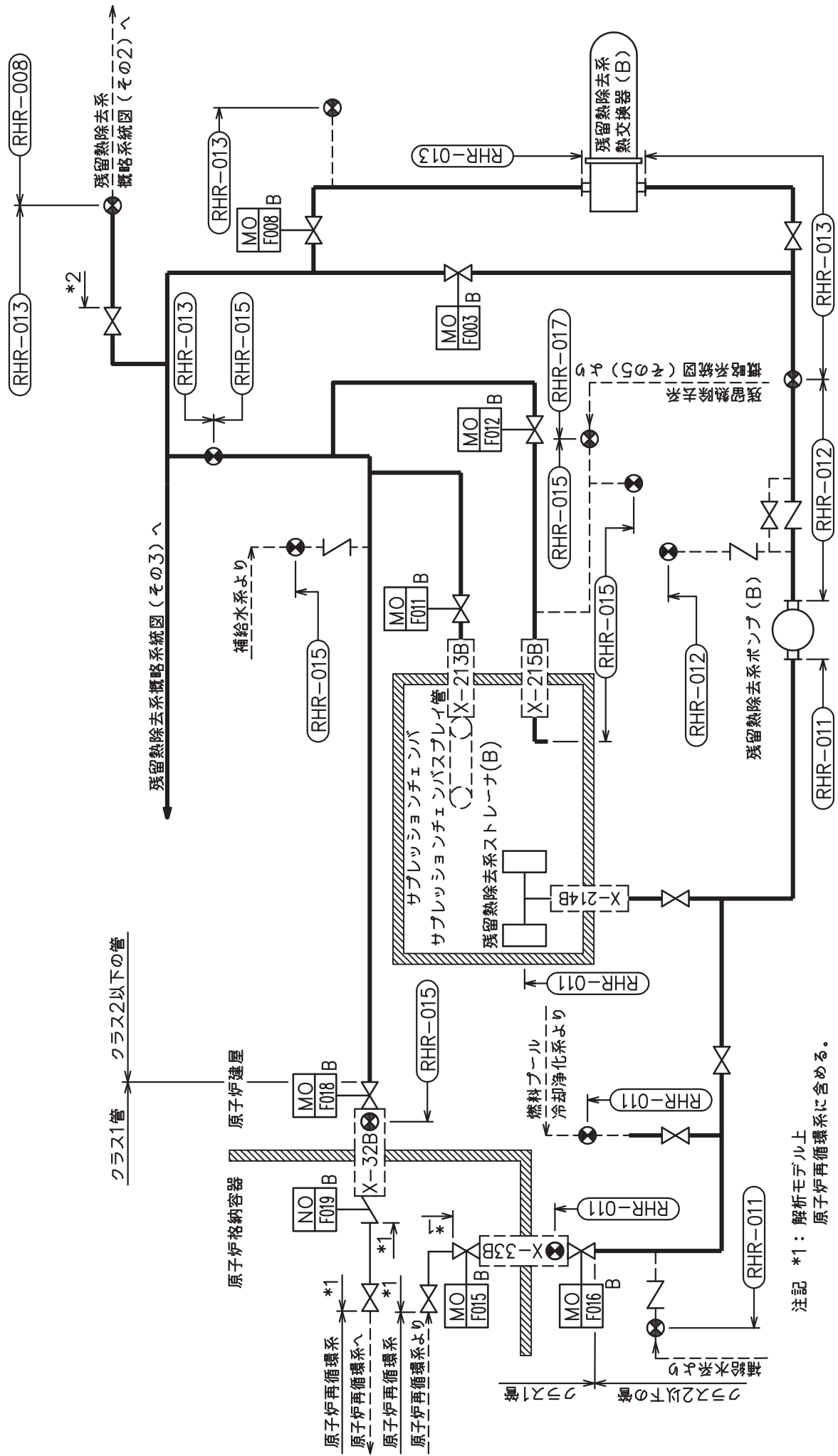
*2: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その1)



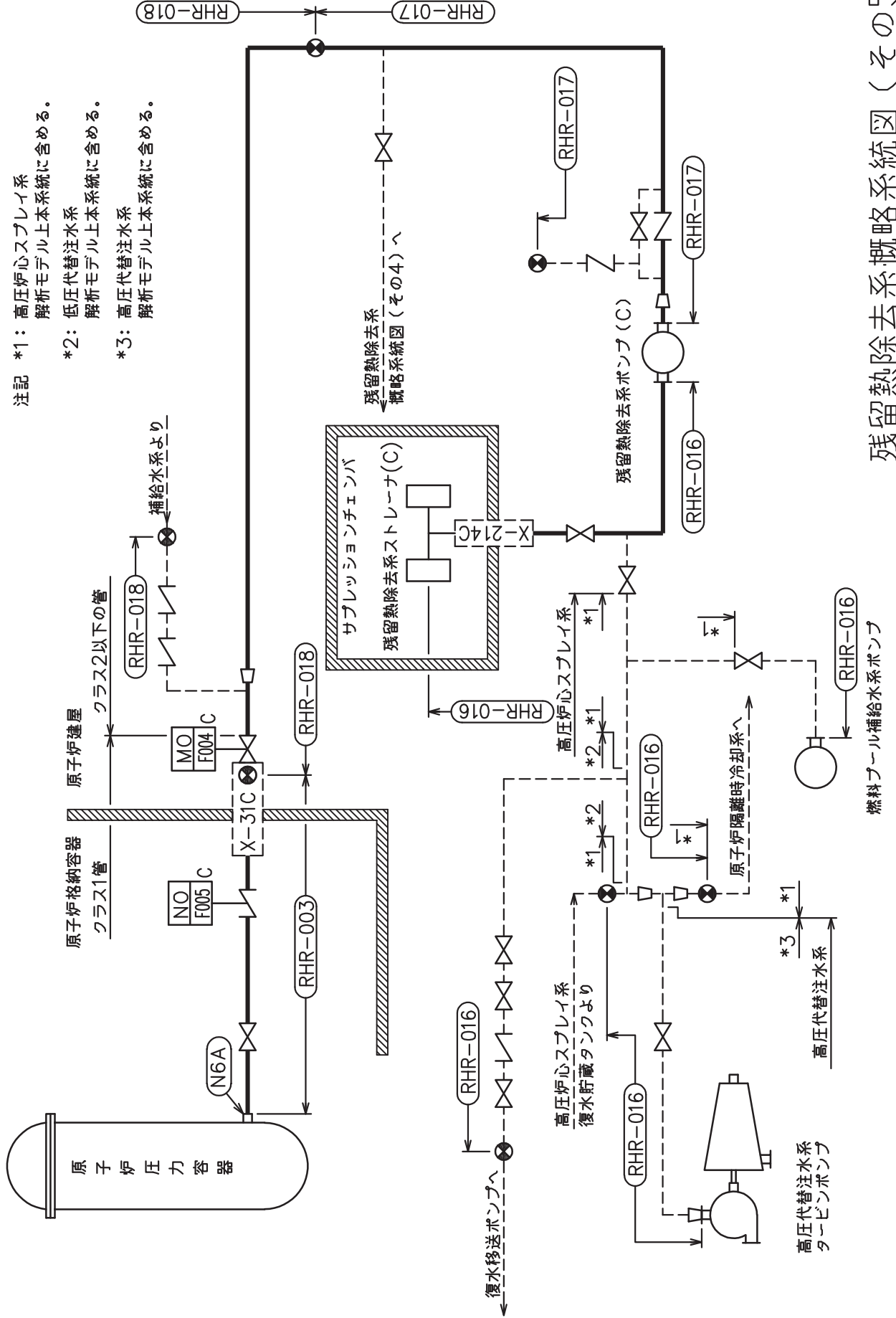
注記 *1: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その3)



注記 *1: 解析モデル上
原子炉再循環系に含める。
注記 *2: 燃料プール冷却浄化系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その4)


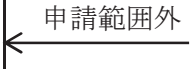




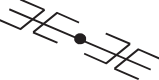

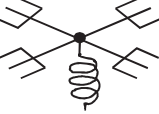
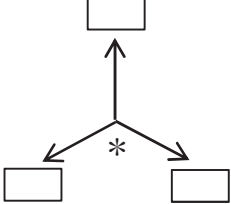


注記 *1: 高圧炉心スプレイ系
解析モデル上本系統に含める。
*2: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。
*3: 高圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その5)

2.2 鳥瞰図

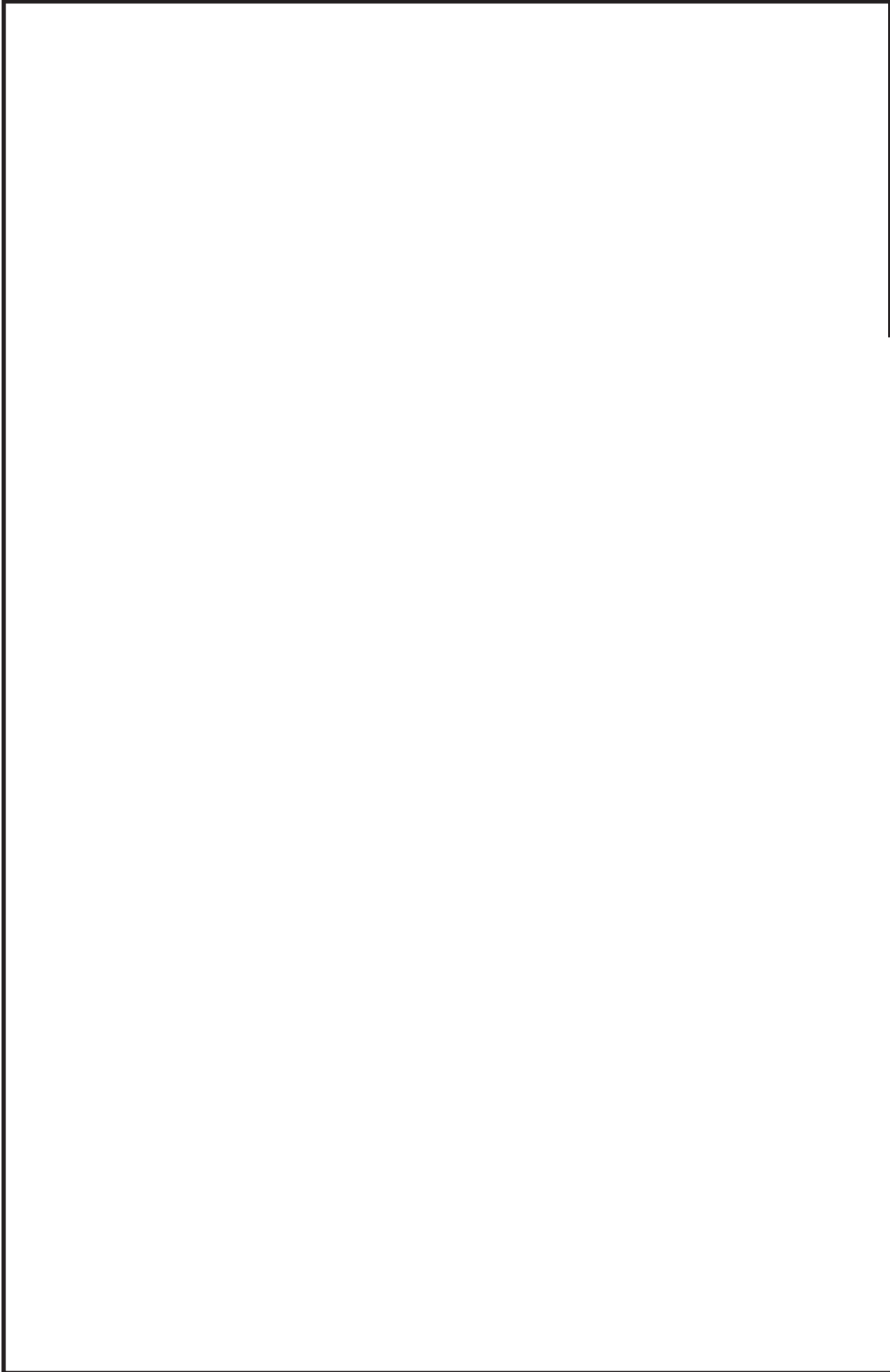
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図 RHR-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



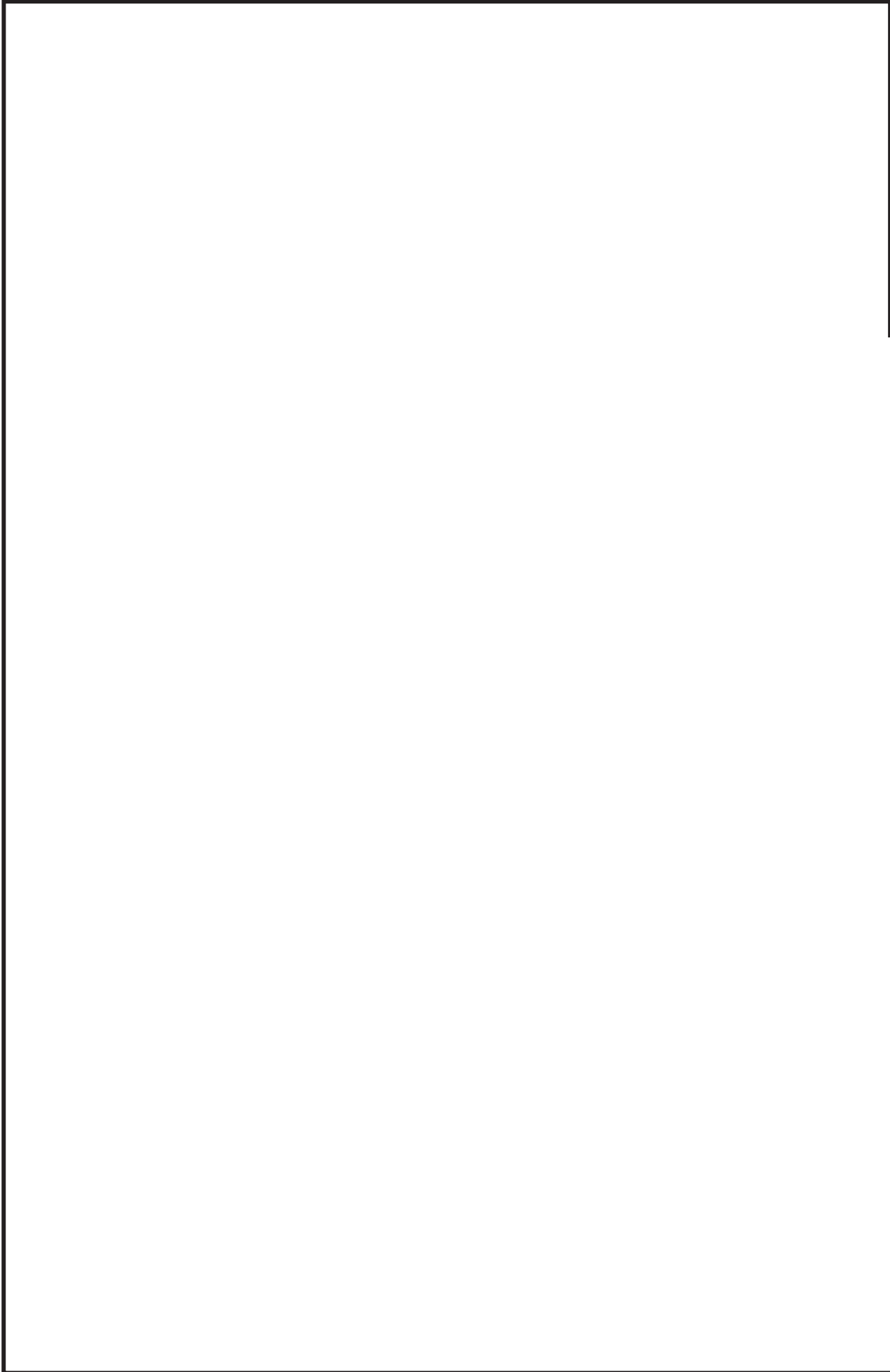
鳥瞰図 RHR-005

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



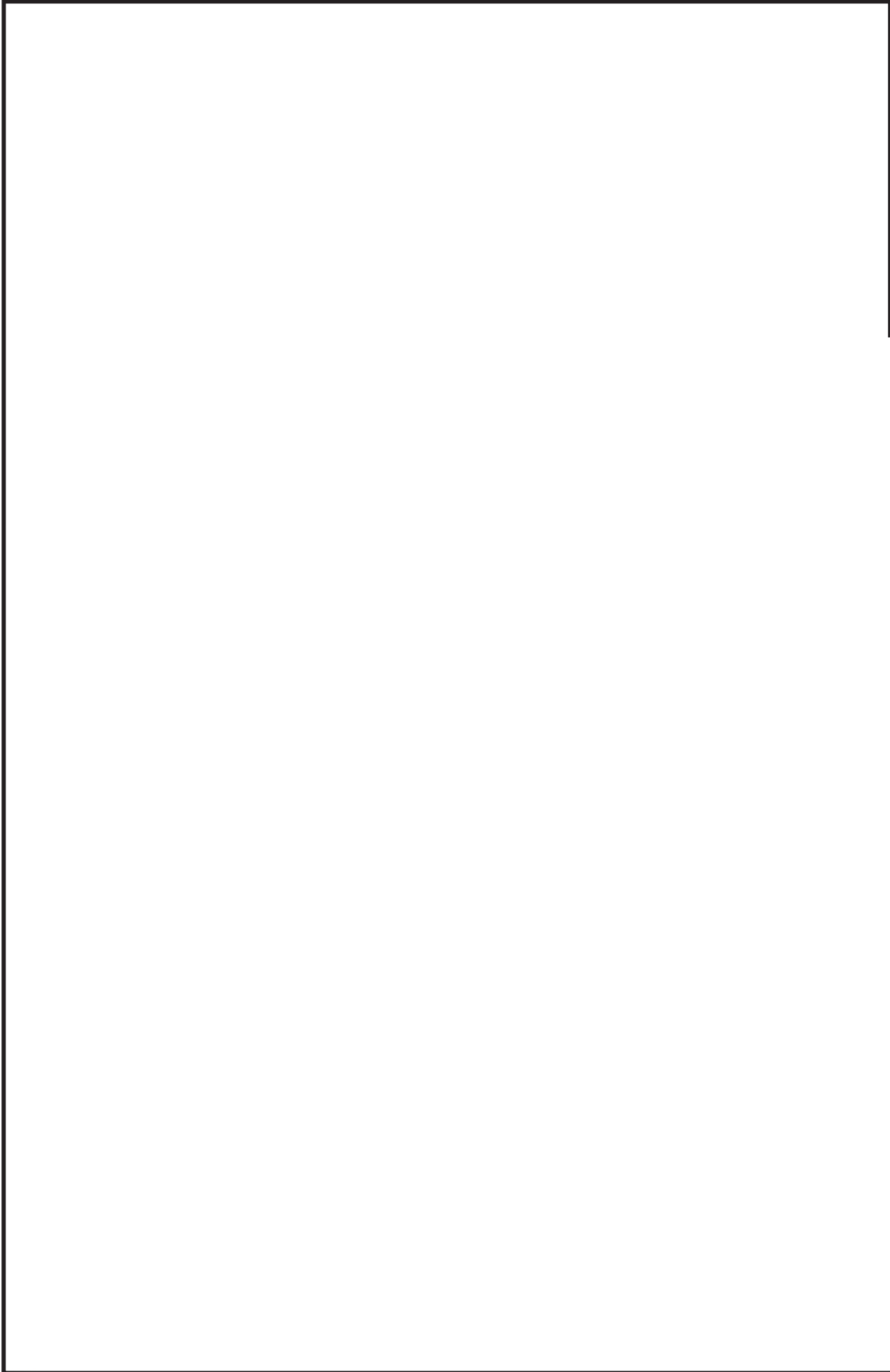
鳥瞰図 RHR-010-1/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-015-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-015-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	残留熱除去系	DB	—	クラス1管 クラス2管	S	I _L + S d	III _A S
							II _L + S d	
							IV _L (L) + S d	
							I _L + S s	IV _A S
							II _L + S s	

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-003

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	267.4	18.2	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-003

管名称	対 応 す る 評 価 点																																					
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	40	801	901	902	905

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
5		12		19		29		39	
6		13		23		30		40	
7		14		24		34		801	
8		15		25		35		901	
9		16		26		36		902	
10		17		27		37		905	
11		18		28		38			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1 弁 2

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
20		31	
21		32	
22		33	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	21			
弁2	32			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-003

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
6						
** 6 **						
** 11 **						
14						
25						
40						
** 901 **						
** 902 **						
905						

--

O2 ⑤ VI-2-5-4-1-4(設) R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-005

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760
2	8.62	302	165.2	14.3	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-005

管名称	対 応 す る 評 価 点																																							
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	24	28	29	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	901	903	904	905
2	30	112	113																																					

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		9		18		102		110	
2		10		19		103		111	
3		11		20		104		112	
4		12		21		105		113	
5		13		28		106		901	
6		14		29		107		903	
7		16		30		108		904	
8		17		101		109		905	

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
22	
23	
24	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	23			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-005

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
** 4 **						
13						
** 16 **						
** 19 **						
21						
30						
** 901 **						
** 903 **						
** 904 **						
** 905 **						

--

O2 ⑤ VI-2-5-4-1-4(設) R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-010

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3.73	186	318.5	10.3	STS410	S	192120
2	427kPa (0.427MPa)	104	318.5	10.3	STS410	S	197680
3	3.73	186	114.3	6.0	SF490A	S	192120
4	3.73	186	114.3	6.0	STS410	S	192120
5	3.73	104	114.3	6.0	STS410	S	197680

設計条件

管名称と対応する評価点
評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-010

管名称	対 応 す る 評 価 点																																
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	22	23	24	25	26	27	80	81	82	97	800	801	802	809	909	910	913	917
2	29	30	31	32	33	34	35	36	83	84	85	86	87	88	89	90	91	810	813	912	915												
3	11	803	804																														
4	38	39	40	41	42	43	44	45	46	98	804	812	815	911	916																		
5	48	49	50	51																													

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
3		22		40		85		809	
4		23		41		86		810	
5		24		42		87		812	
6		25		43		88		813	
7		26		44		89		815	
8		30		45		90		909	
9		31		49		91		910	
10		32		50		97		911	
11		33		51		98		912	
12		34		80		800		913	
13		35		81		801		915	
14		36		82		802		916	
15		38		83		803		917	
16		39		84		804			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
17		27		46	
18		28		47	
19		29		48	
74		76		78	
75		77		79	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	18			
弁2	28			
弁3	47			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-010

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
3						
26						
31						
** 37 **						
40						
45						
** 52 **						
52						
** 52 **						
** 77 **						
79						
80						
82						
** 89 **						
** 909 **						
** 910 **						
** 911 **						
** 912 **						
** 913 **						
** 915 **						
** 916 **						
917						



O2 ⑤ VI-2-5-4-1-4(設) R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-015

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3.73	186	318.5	10.3	STS410	S	192120
2	3.73	186	114.3	6.0	SF490A	S	192120
3	3.73	186	114.3	6.0	STS410	S	192120
4	3.73	104	114.3	6.0	STS410	S	197680
5	427kPa (0.427MPa)	104	318.5	10.3	STS410	S	197680

設計条件

管名称と対応する評価点
評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-015

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	42	43	44	45	46	47	80	81	805	806	807	812	814	815	915
	916	917													
2	9	808	809												
3	27	28	29	30	31	32	33	34	35	809	813	817	918		
4	37	38	39	40											
5	49	50	51	52	53	54	55	56	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	802	803	816	902	903								

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		27		45		87		813	
2		28		46		88		814	
3		29		50		89		815	
4		30		51		90		816	
5		31		52		91		817	
6		32		53		92		902	
7		33		54		802		903	
8		34		55		803		915	
9		38		56		805		916	
10		39		80		806		917	
11		40		81		807		918	
12		42		84		808			
13		43		85		809			
14		44		86		812			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
15		35		47	
16		36		48	
17		37		49	
74		76		78	
900		77		79	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	16			
弁2	36			
弁3	48			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-015

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
29						
34						
** 41 **						
41						
** 41 **						
46						
51						
** 57 **						
77						
80						
81						
** 90 **						
900						
** 902 **						
** 903 **						
** 915 **						
916						
** 917 **						
918						

[Redacted box]

O2 ⑤ VI-2-5-4-1-4(設) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SF490A	186	—	214	438	—
STS410	104	—	219	404	—
	186	—	208	404	—
	302	122	182	—	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 0 3	原子炉しゃへい壁		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 0 5	原子炉圧力容器		
	原子炉格納容器		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 0	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 5	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-003

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
	固有周期 (s)	応答水 平震 度*1	応答水 平震 度*1	応答鉛直震度*1		応答水 平震 度*1	応答鉛直震度*1	
				X 方 向	Z 方 向		X 方 向	Z 方 向
1 次		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
2 次		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
3 次		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
4 次		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
5 次		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
6 次*2		X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Z 方 向
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定められた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定められた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-003

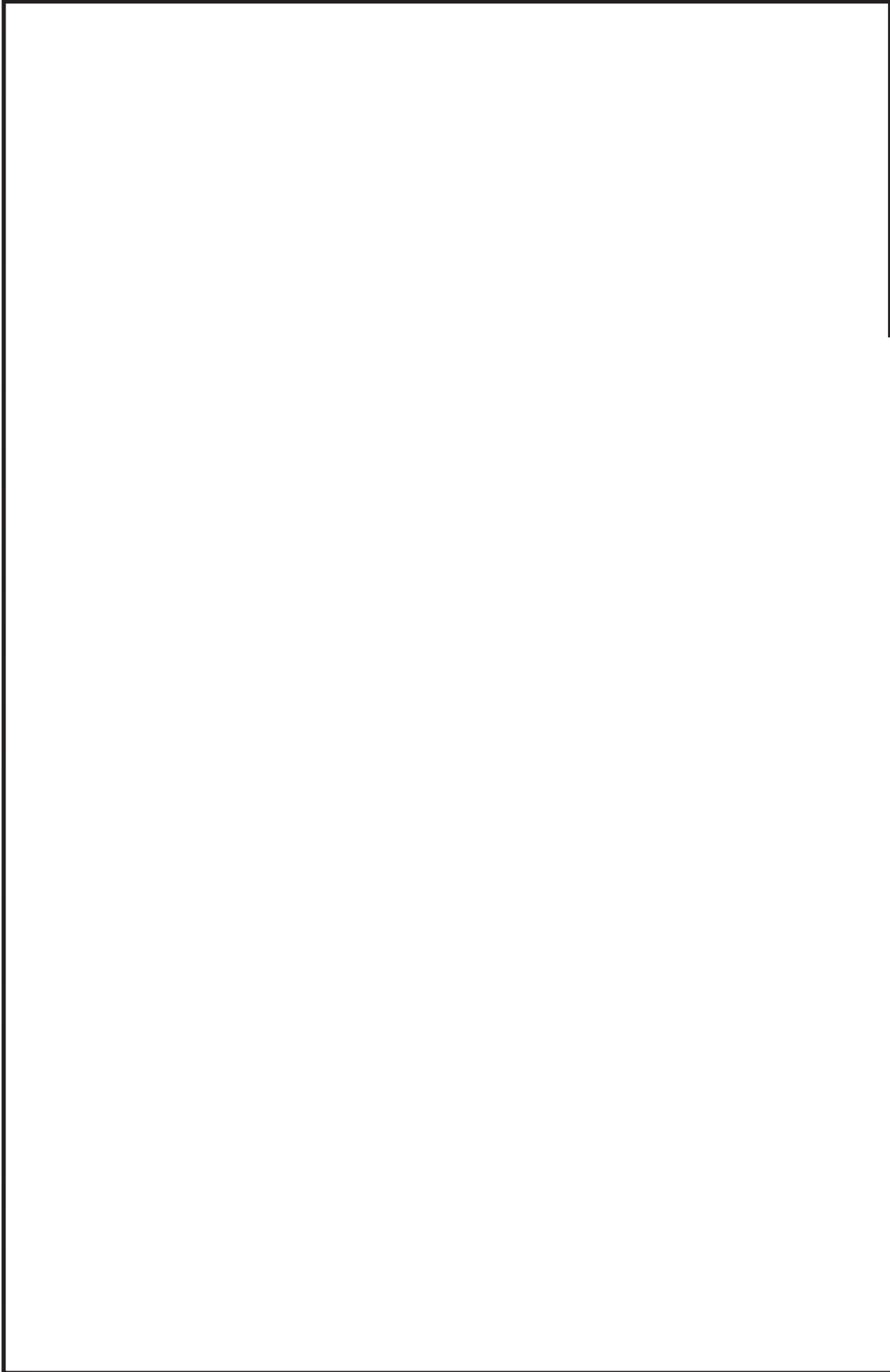
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

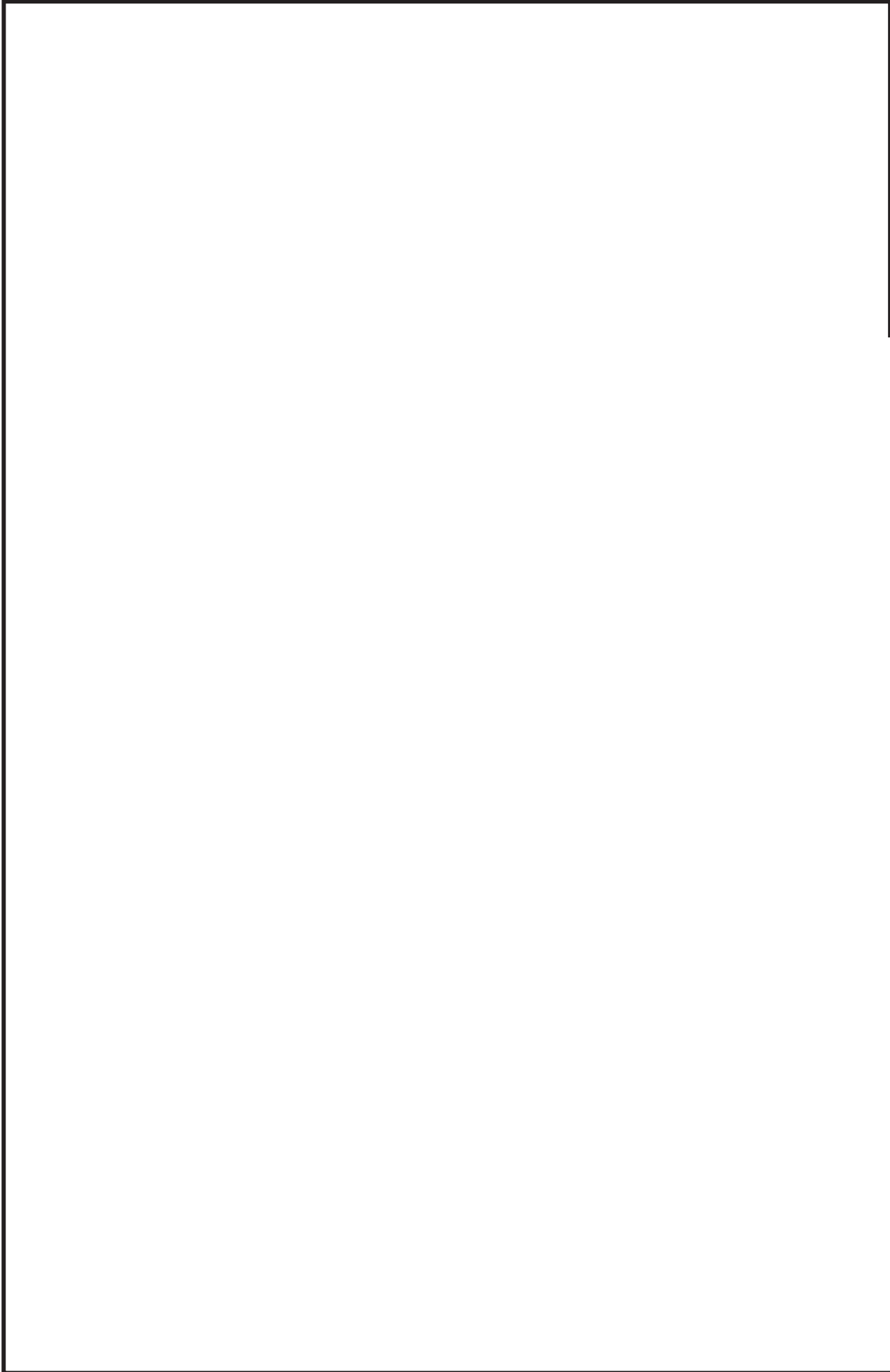
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



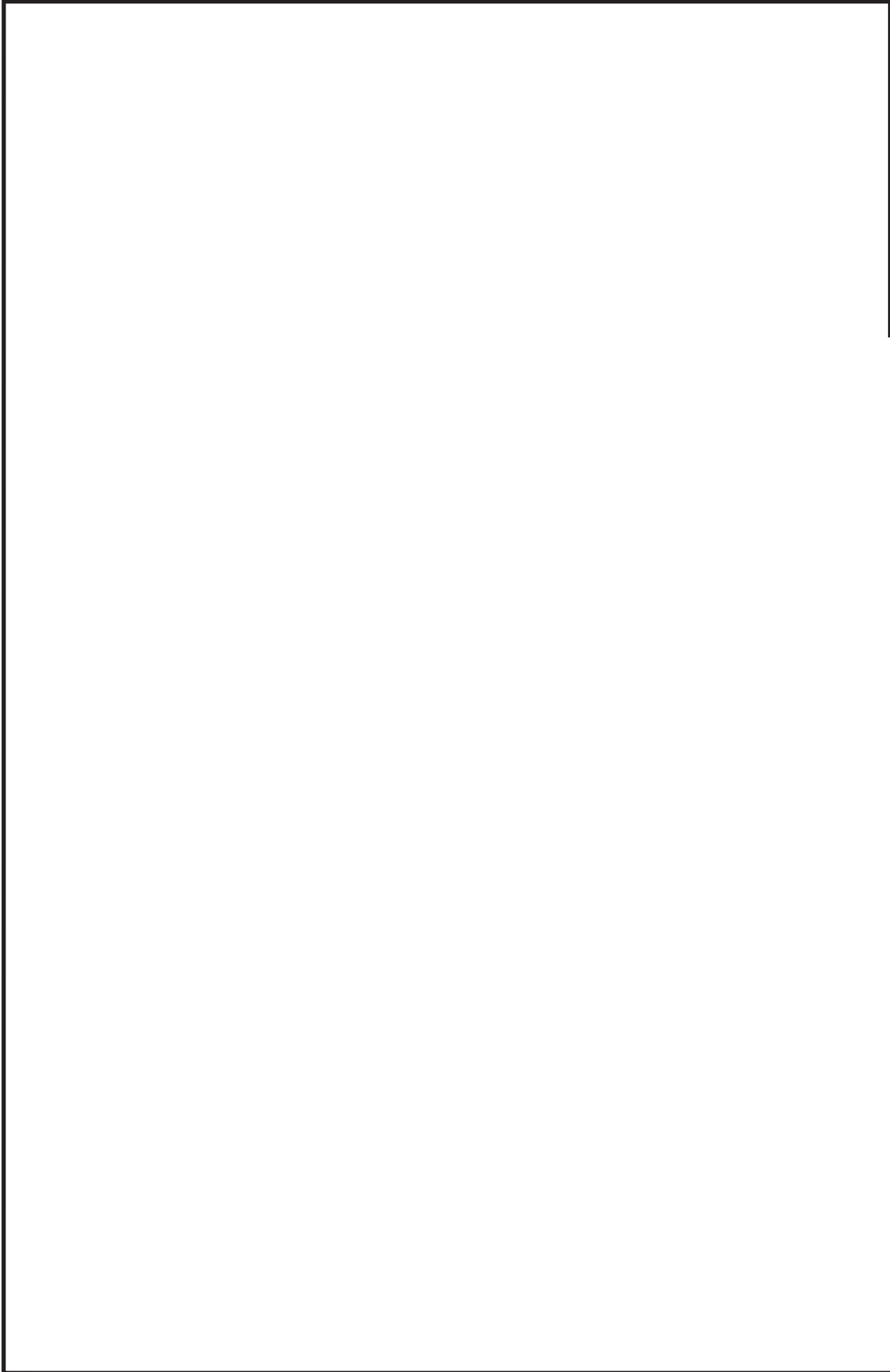
鳥瞰図 RHR-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-005

モード	適用する地震動等	S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	固有周期 (s)						
2 次							
3 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050 s以下であることを示す。

*3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-005

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				

注記*: 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

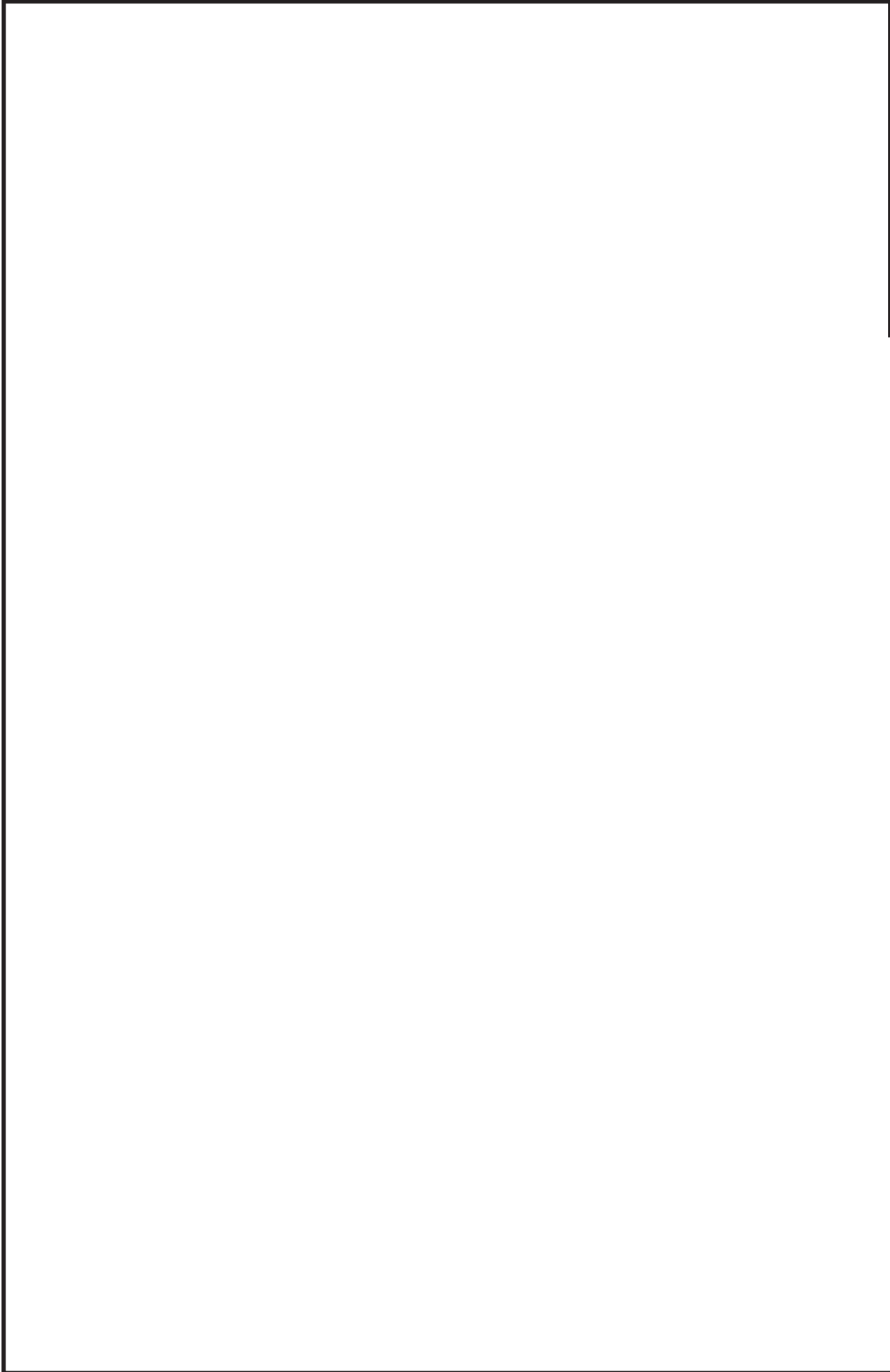
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



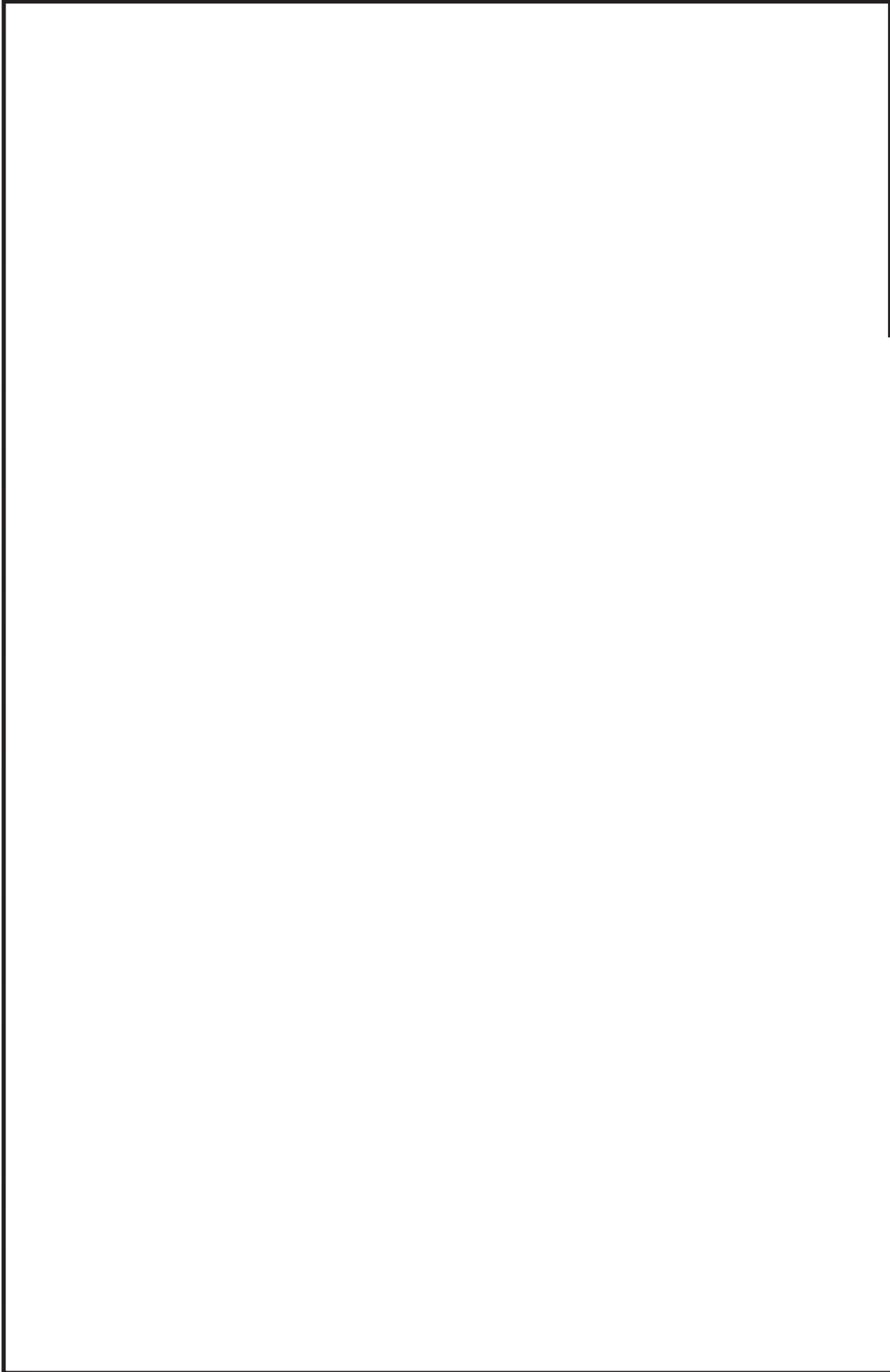
鳥瞰図 RHR-005

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-005

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-005

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 RHR-010

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s									
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1								
			X 方 向	Z 方 向		X 方 向	Z 方 向									
1 次																
2 次																
3 次																
4 次																
5 次																
6 次																
7 次																
8 次																
14 次																
15 次*2																
動的震度*3																
静的震度*4																

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-010

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
14次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

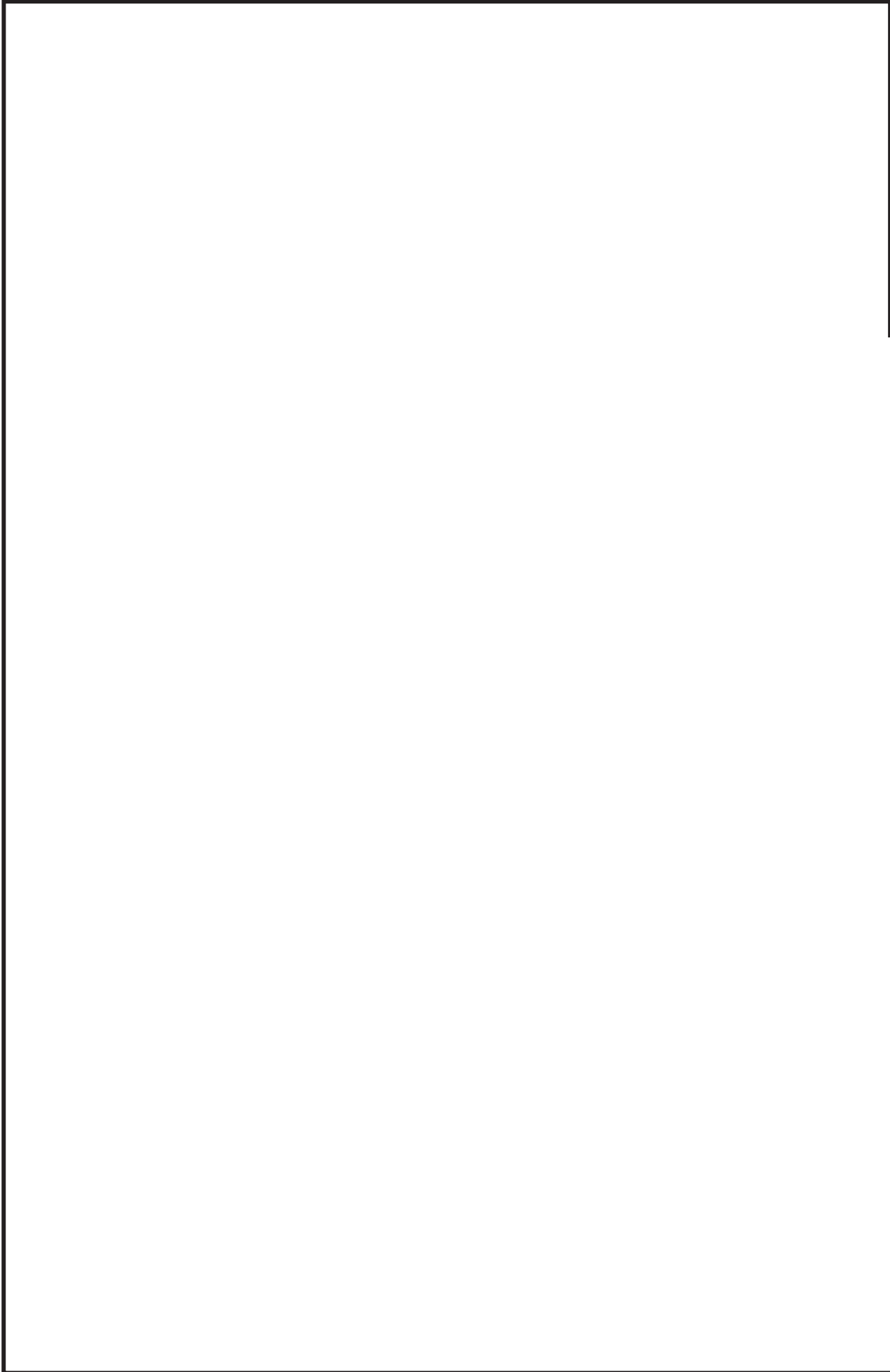
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



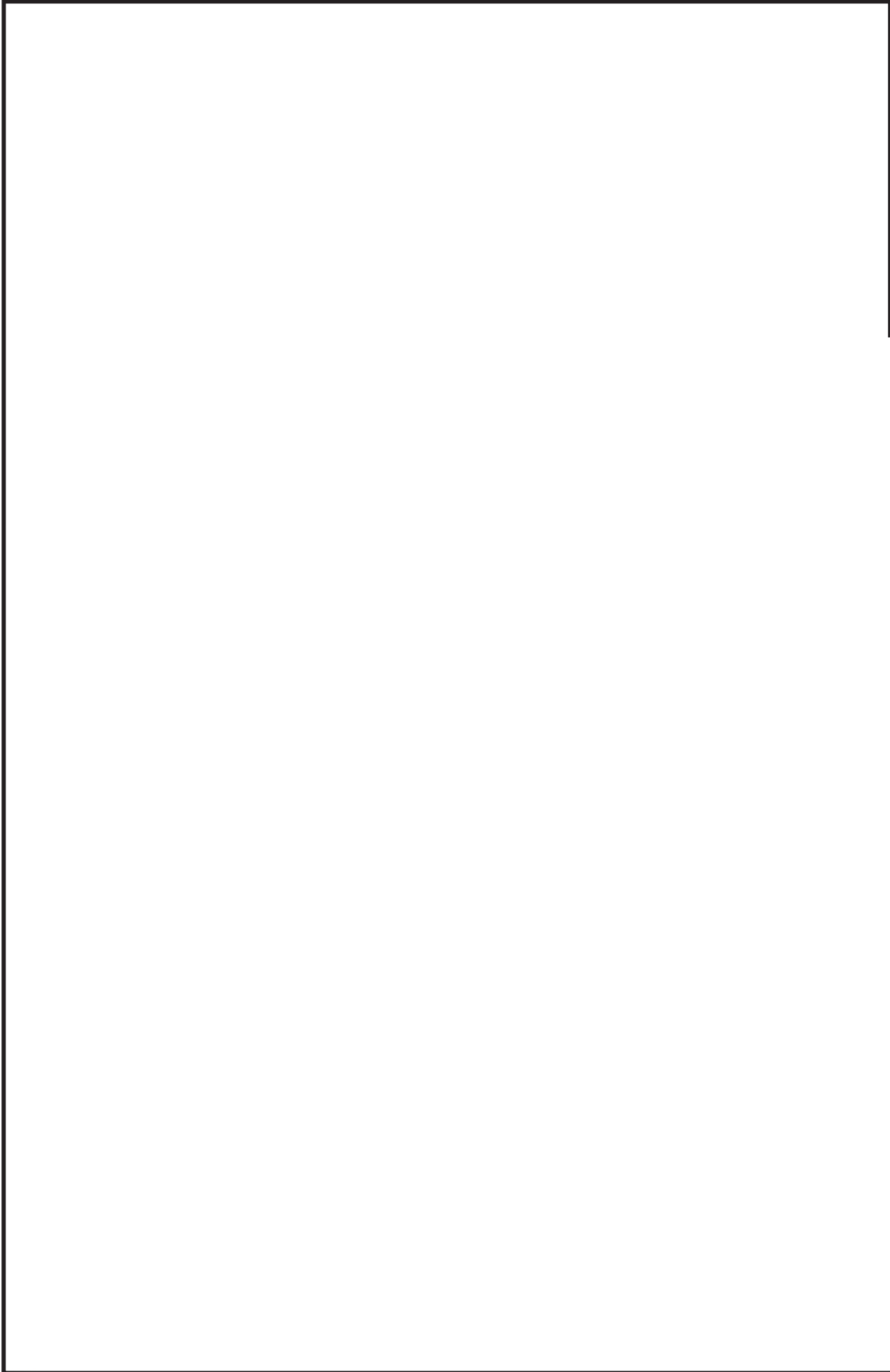
鳥瞰図 RHR-010

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-015

適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答鉛直震度*1	
		X方向	Z方向	Y方向	Y方向	X方向	Z方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
15次							
16次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-015

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
15次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



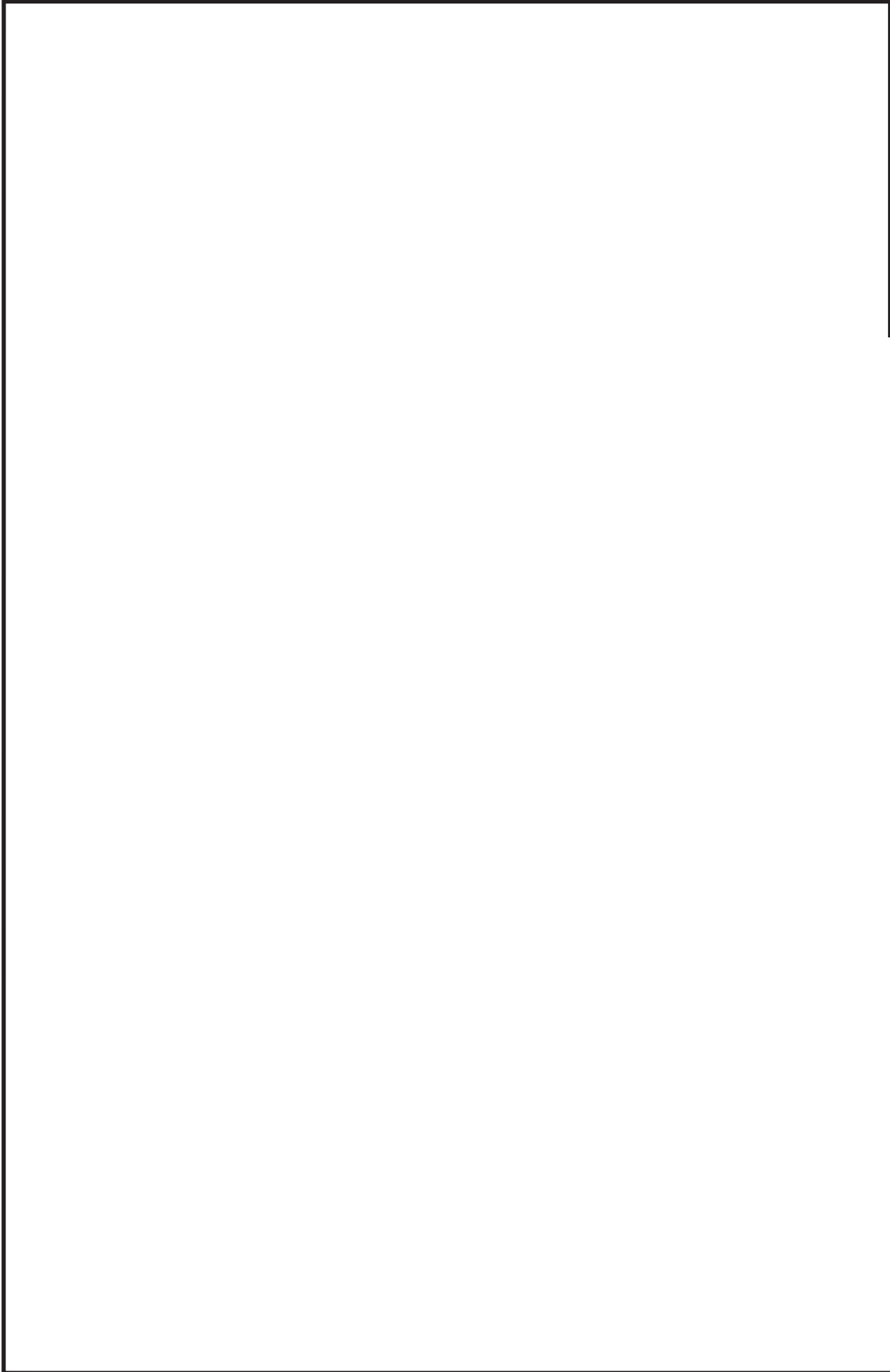
鳥瞰図 RHR-015

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-015

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-015

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
					一次応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 2.25・Sm 3・Sm	ねじり応力 St(Sd) St(Ss)	許容応力 0.55・Sm 0.73・Sm	一次+二次応力 Sn(Sd) Sn(Ss)	許容応力 3・Sm 3・Sm	
RHR-003	III _A S	35	ELBOW	Spr m(S d)	153	274	—	—	—	—	—
	III _A S	39	ELBOW	St(S d)	—	—	105*	67	—	—	—
	III _A S	35	ELBOW	Sn(S d)	—	—	—	—	377**	366	0.0194
	III _A S	40	NOZZLE	U+U S d	—	—	—	—	—	—	0.0693
	IV _A S	35	ELBOW	Spr m(S s)	243	366	—	—	—	—	—
	IV _A S	39	ELBOW	St(S s)	—	—	193*	89	—	—	—
	IV _A S	35	ELBOW	Sn(S s)	—	—	—	—	680**	366	0.3419
	IV _A S	40	NOZZLE	U+U S s	—	—	—	—	—	—	0.6794

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 \cdot S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 \cdot S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥 瞰 図 RHR-003

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容応力 $0.55 \cdot S_m$ $0.73 \cdot S_m$	曲げとねじり応力 S _t +S _b (S _d) S _t +S _b (S _s)	許容応力 $1.8 \cdot S_m$ $2.4 \cdot S_m$
35	54 92 *	67 89	118 208	219 292
39	105 * 193 *	67 89	111 202	219 292

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1 管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
					一次応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 2.25・Sm 3・Sm	ねじり応力 St(Sd) St(Ss)	許容応力 0.55・Sm 0.73・Sm	一次+二次応力 Sn(Sd) Sn(Ss)	許容応力	
RHR-005	III _A S	104	BUTT WELD	Spr m(S d)	120	274	—	—	—	—	—
	III _A S	28	ELBOW	St(S d)	—	—	70*	67	—	—	—
	III _A S	29	ELBOW	Sn(S d)	—	—	—	—	374**	366	0.0282
	III _A S	112	REDUCER	U+U S d	—	—	—	—	—	—	0.0749
	IV _A S	29	ELBOW	Spr m(S s)	197	366	—	—	—	—	—
	IV _A S	28	ELBOW	St(S s)	—	—	129*	89	—	—	—
	IV _A S	29	ELBOW	Sn(S s)	—	—	—	—	675**	366	0.5003
	IV _A S	112	REDUCER	U+U S s	—	—	—	—	—	—	0.7248

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 \cdot S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 \cdot S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥 瞰 図 RHR-005

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 S _t (S _d) S _t (S _s)	許容応力 $0.55 \cdot S_m$ $0.73 \cdot S_m$	曲げとねじり応力 S _t +S _b (S _d) S _t +S _b (S _s)	許容応力 $1.8 \cdot S_m$ $2.4 \cdot S_m$
28	70 * 129 *	67 89	85 160	219 292

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次＋二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-010	III _A S	29	Spr m(Sd)	118	219	—	—	—
	IV _A S	29	Spr m(Ss)	206	363	—	—	—
	IV _A S	29	Sn(Ss)	—	—	403	438	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-015	III _A S	9	Spr m(Sd)	125	214	—	—	—
	IV _A S	9	Spr m(Ss)	207	394	—	—	—
	IV _A S	49	Sn(Ss)	—	—	349	438	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RHR-006-084S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100			173	230
RHR-006-908B	ロッドレストレイント	RTS-25			149	375
RHR-011-085H	バリアブルハンガ	VS30T-17			27	39
RHR-011-956S	メカニカルスナッパ	SMS-25-100			173	525
RHR-005-021H	コンスタントハンガ	CDS-150-09			3088N	1650N×2

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RHR-010-026R	レストレイント	ラグ	STS410	186	204	133	228	-	-	-	-	75	120
RHR-008-085A	アンカ	架構	STKR400	40	214	40	135	34	112	38	せん断 曲げ	299	490

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
E11-F005B	テストダブル チェック弁	β (S s)	9.2	10.6	20.0	20.0	71	259
E11-F011B	仕切弁	β (S s)	6.4	3.3	20.0	20.0	211	367
E11-F012A	グローブ弁	β (S s)	10.7	2.4	20.0	20.0	204	367

* 応答加速度は、打ち切り振動数を50Hzとして計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S										許容応力状態 IV _A S													
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価								
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	疲労係数	代表		
1	RHR-001	11	119	274	2.30	—	11	188	366	1.94	—	11	577	366	0.63	—	11	11	577	366	0.63	—	11	0.1572	—
2	RHR-002	38	110	274	2.49	—	38	134	366	2.73	—	9	469	366	0.78	—	38	9	469	366	0.78	—	38	0.1052	—
3	RHR-003	35	153	274	1.79	○	35	243	366	1.50	○	35	680	366	0.53	○	40	35	680	366	0.53	○	40	0.6794	—
4	RHR-004	19	82	274	3.34	—	19	141	366	2.59	—	19	370	366	0.98	—	19	19	370	366	0.98	—	903	0.0887	—
5	RHR-005	104	120	274	2.28	—	29	197	366	1.85	—	29	675	366	0.54	—	29	29	675	366	0.54	—	112	0.7248	○

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S						疲労評価			
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*			評価点	代表		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)			許容応力 (MPa)	裕度
1	RHR-006	16	96	190	1.97	—	16	149	326	2.18	—	16	346	380	1.09	—	—
2	RHR-007	1	76	208	2.73	—	1	93	363	3.90	—	28	248	416	1.67	—	—
3	RHR-008	22	90	208	2.31	—	22	129	363	2.81	—	22	214	416	1.94	—	—
4	RHR-009	235	86	208	2.41	—	235	104	363	3.49	—	235	215	416	1.93	—	—
5	RHR-010	29	118	219	1.85	—	29	206	363	1.76	○	29	403	438	1.08	○	—
6	RHR-011	39	108	208	1.92	—	39	152	363	2.38	—	16	301	380	1.26	—	—
7	RHR-012	1	87	208	2.39	—	29	120	363	3.02	—	29	289	416	1.43	—	—
8	RHR-013	12	113	208	1.84	—	12	182	363	1.99	—	12	319	416	1.30	—	—
9	RHR-014	43	64	208	3.25	—	9	80	363	4.53	—	203	179	416	2.32	—	—
10	RHR-015	9	125	214	1.71	○	9	207	394	1.90	—	49	349	438	1.25	—	—
11	RHR-016	11	86	200	2.32	—	11	145	334	2.30	—	18	281	402	1.43	—	—
12	RHR-017	31	112	220	1.96	—	31	158	364	2.30	—	35	310	440	1.41	—	—
13	RHR-018	19	91	220	2.41	—	19	122	364	2.98	—	1	221	440	1.99	—	—

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから, 地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	13
3.1 計算方法	13
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3 設計条件	15
3.4 材料及び許容応力	18
3.5 設計用地震力	19
4. 解析結果及び評価	20
4.1 固有周期及び設計震度	20
4.2 評価結果	26
4.2.1 管の応力評価結果	26
4.2.2 支持構造物評価結果	27
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	28
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	29

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、残留熱除去系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 13 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

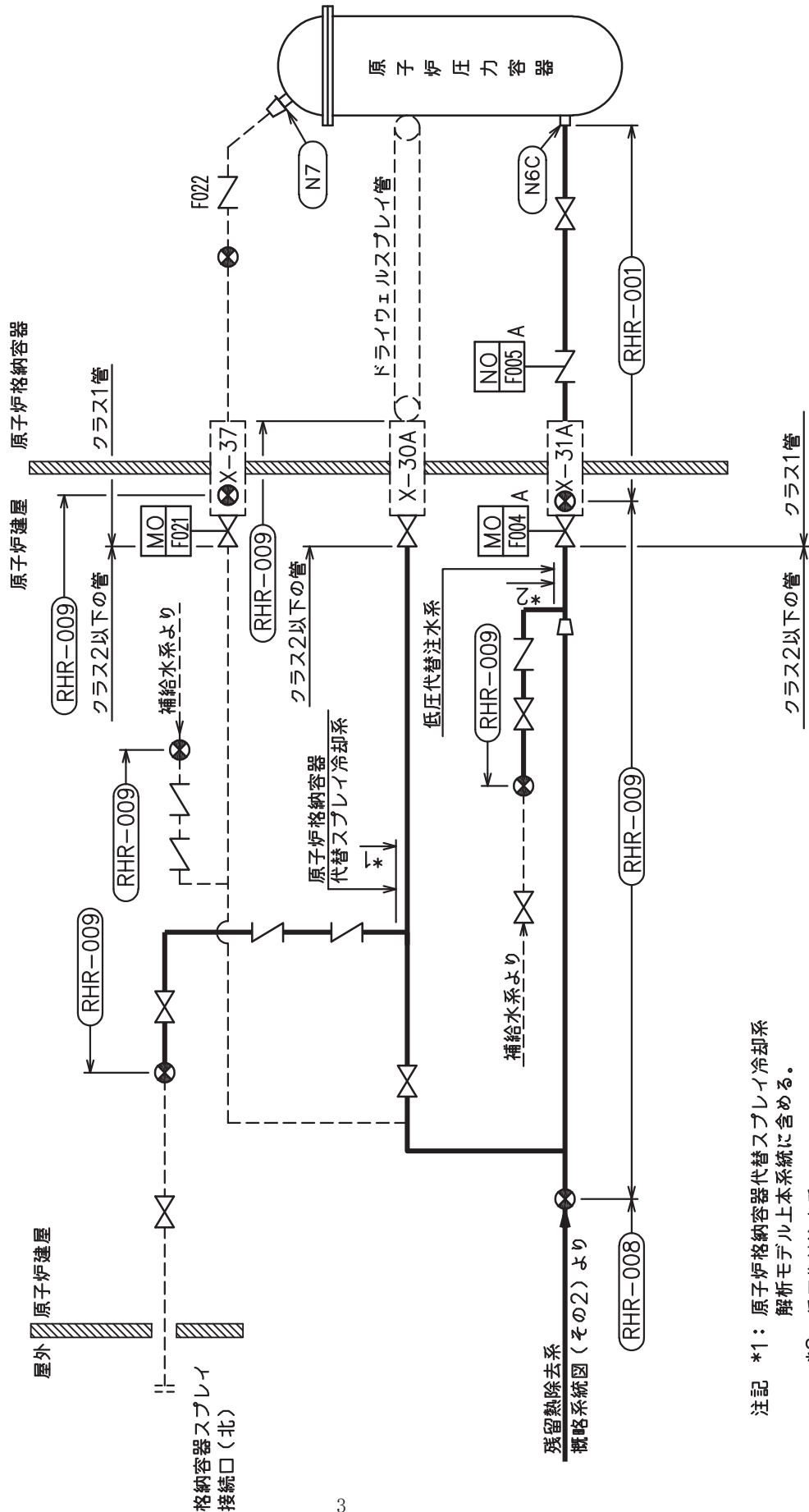
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

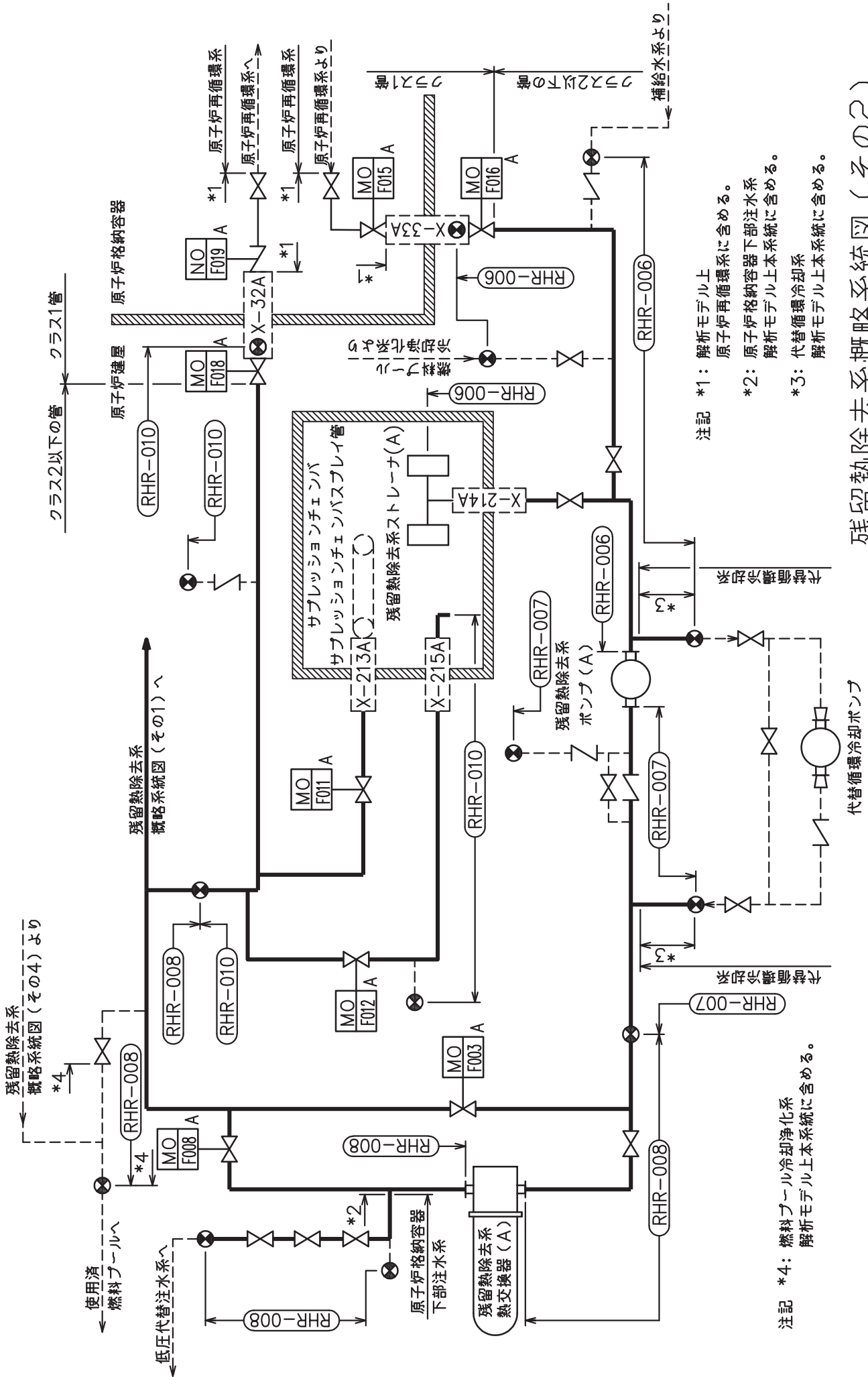
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

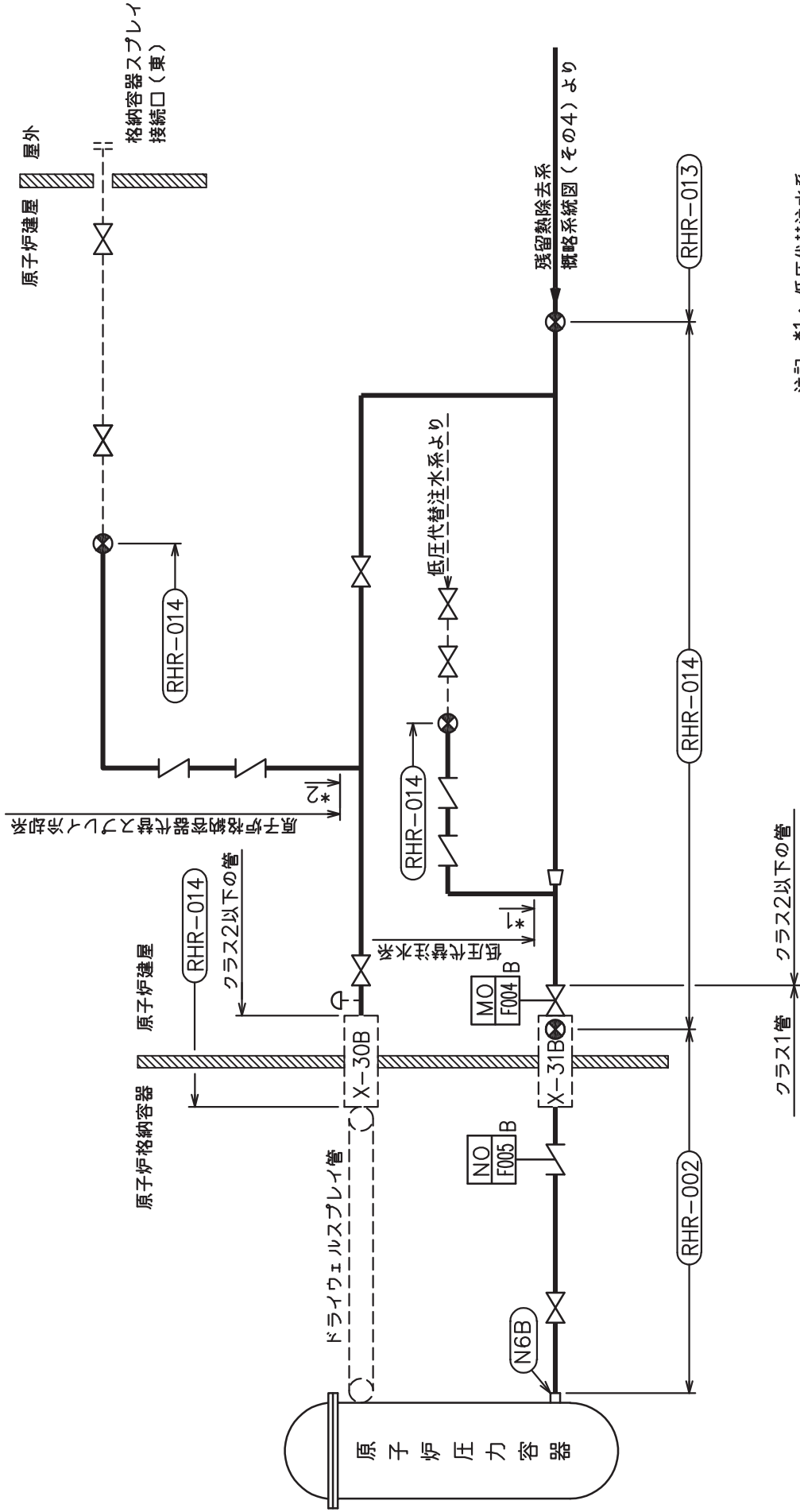


注記 *1: 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系
解析モデル上本系統に含める。
*2: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その1)



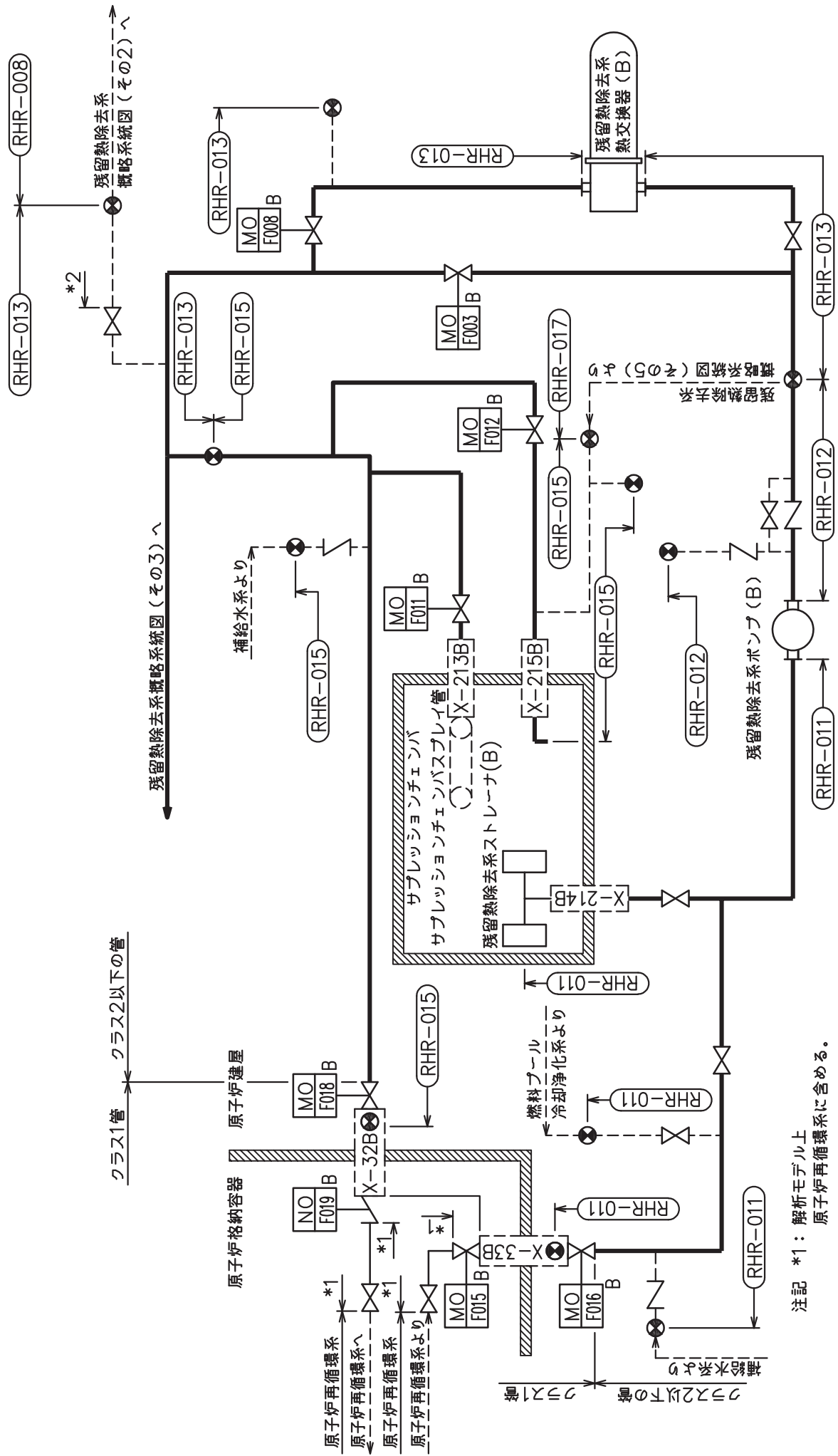
残留熱除去系概略系統図(その2)



注記 *1: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

注記 *2: 原子炉格納容器代替スプレー冷却系
解析モデル上本系統に含める。

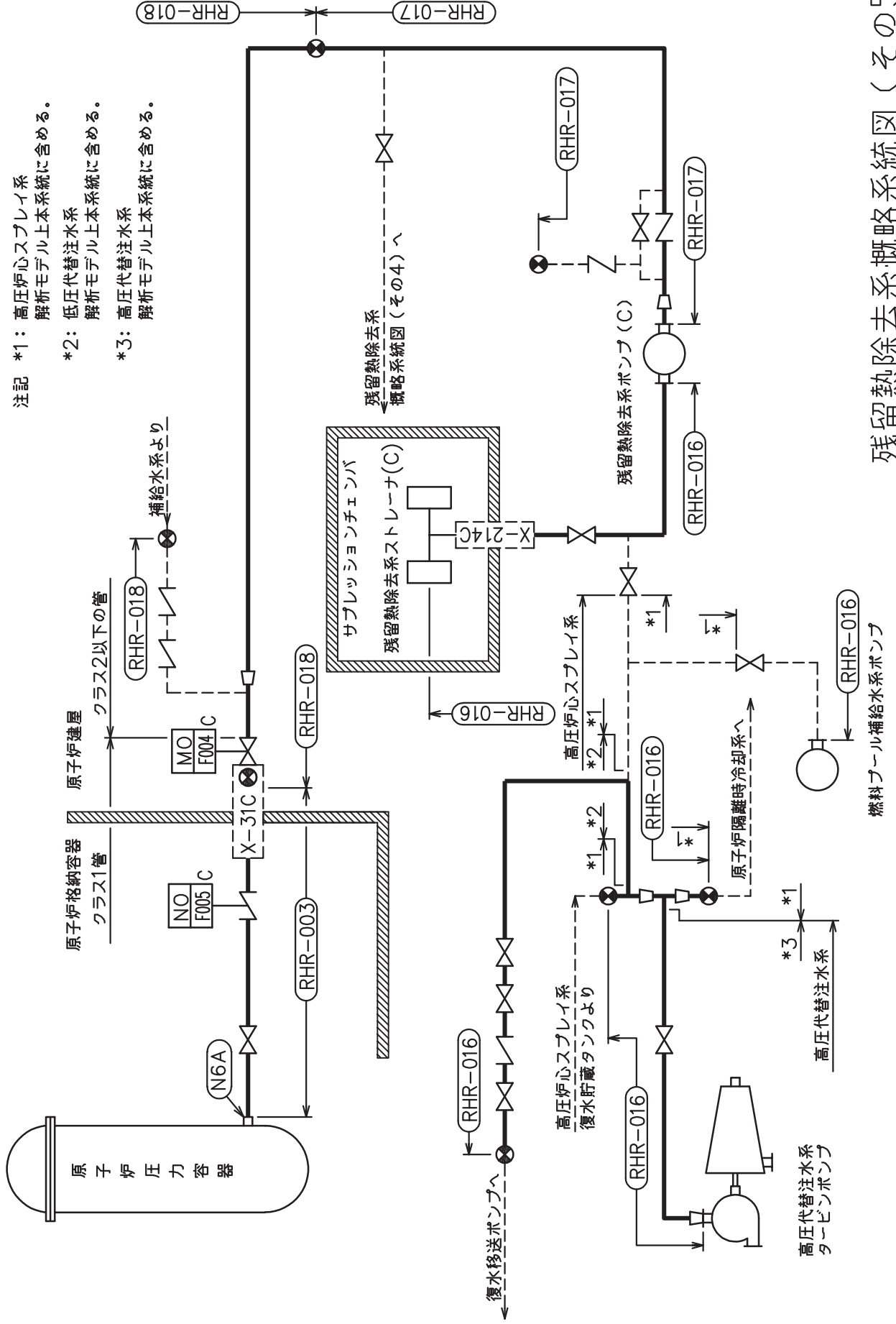
残留熱除去系概略系統図 (その3)



注記 *1: 解析モデル上
原子炉再循環系に含める。

注記 *2: 燃料プールの冷却浄化系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その4)


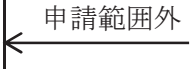




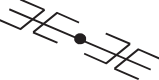

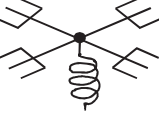
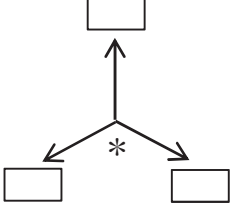


注記 *1: 高圧炉心スプレイ系
解析モデル上本系統に含める。
*2: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。
*3: 高圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その5)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，内に変位量を記載する。)</p>



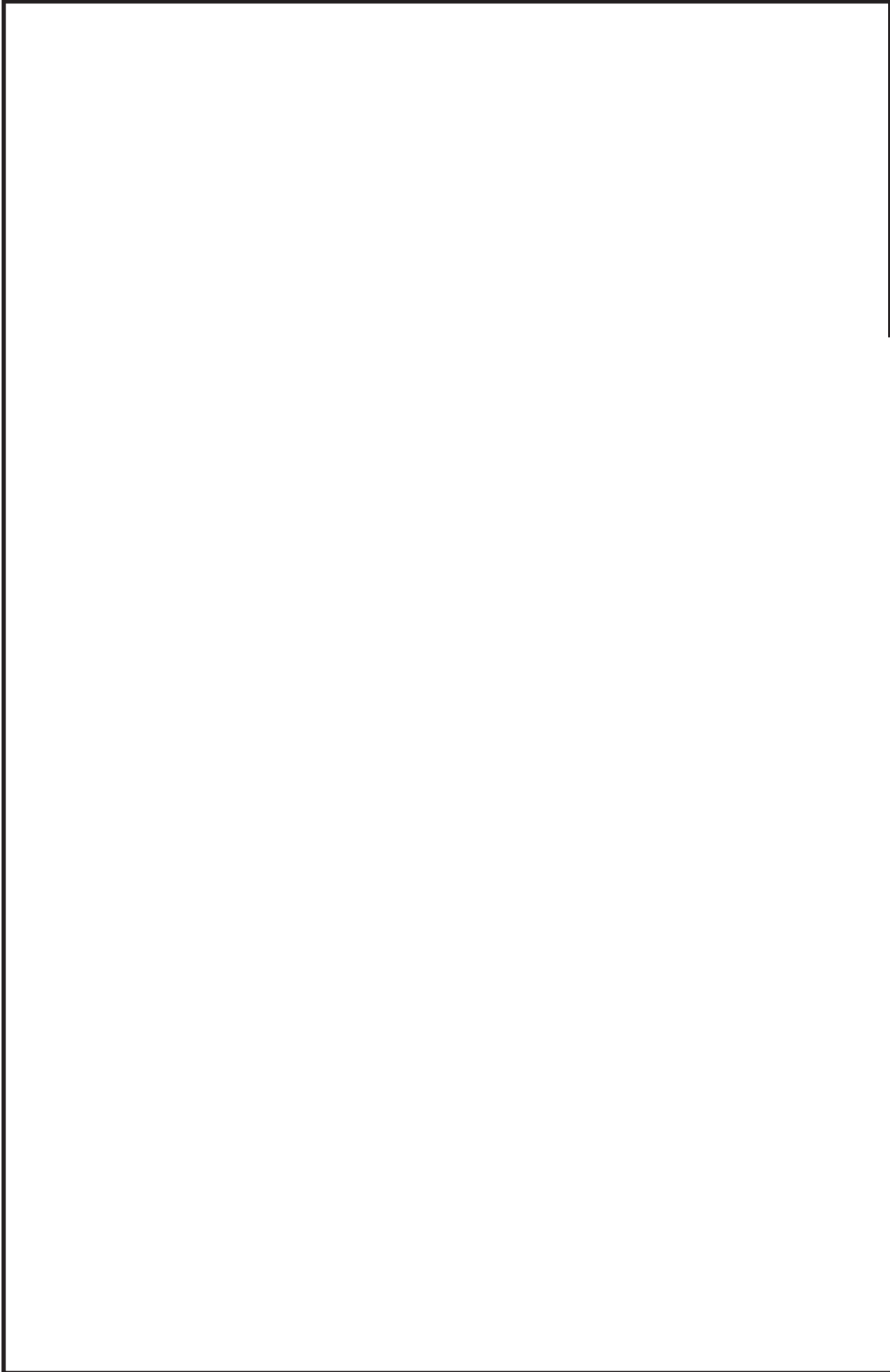
鳥瞰図 RHR-010-1/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



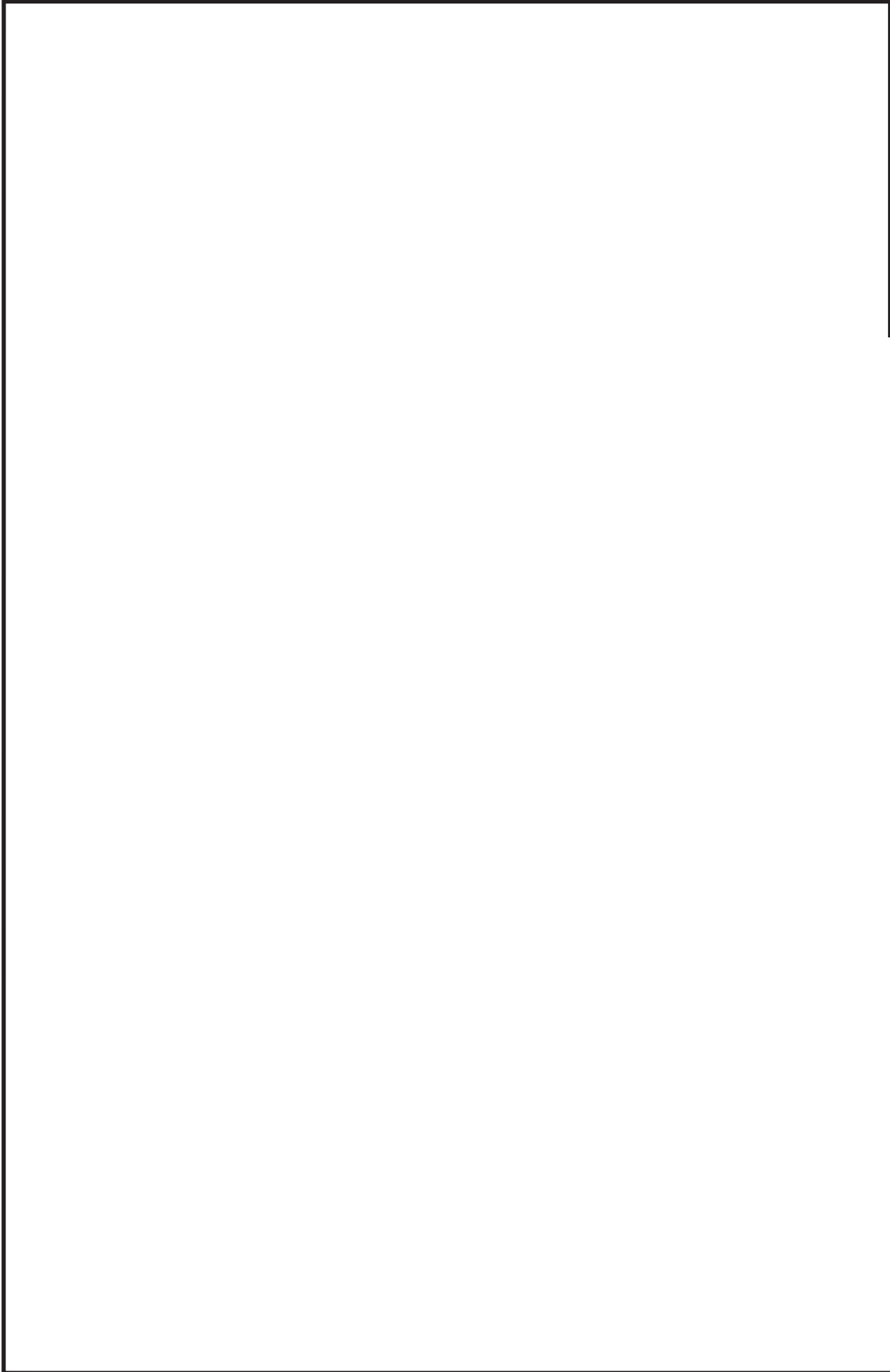
鳥瞰図 RHR-010-2/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010-3/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010-4/4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	残留熱除去系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2 管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	残留熱除去系 (格納容器スプ レイ冷却モー ド)	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2 管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	残留熱除去系 (サブプレッショ ンプール水冷却 モード)	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス 2 管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	

注記*1: D Bは設計基準対象施設, S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2: 「常設/防止 (拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) を示す。

*3: 運転状態の添字 Lは荷重, (L)は荷重が長期間作用している状態, (LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4: 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5: 許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し, 許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-010

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3.73	186	318.5	10.3	STS410	—	192120
2	854kPa (0.854MPa)	200	318.5	10.3	STS410	—	191000
3	3.73	186	114.3	6.0	SF490A	—	192120
4	3.73	186	114.3	6.0	STS410	—	192120
5	3.73	200	114.3	6.0	STS410	—	191000

設計条件

管名称と対応する評価点
評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-010

管名称	対 応 す る 評 価 点																																
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	22	23	24	25	26	27	80	81	82	97	800	801	802	809	909	910	913	917
2	29	30	31	32	33	34	35	36	83	84	85	86	87	88	89	90	91	810	813	912	915												
3	11	803	804																														
4	38	39	40	41	42	43	44	45	46	98	804	812	815	911	916																		
5	48	49	50	51																													

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
3		22		40		85		809	
4		23		41		86		810	
5		24		42		87		812	
6		25		43		88		813	
7		26		44		89		815	
8		30		45		90		909	
9		31		49		91		910	
10		32		50		97		911	
11		33		51		98		912	
12		34		80		800		913	
13		35		81		801		915	
14		36		82		802		916	
15		38		83		803		917	
16		39		84		804			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
17		27		46	
18		28		47	
19		29		48	
74		76		78	
75		77		79	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	18			
弁2	28			
弁3	47			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-010

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
3						
26						
31						
** 37 **						
40						
45						
** 52 **						
52						
** 52 **						
** 77 **						
79						
80						
82						
** 89 **						
** 909 **						
** 910 **						
** 911 **						
** 912 **						
** 913 **						
** 915 **						
** 916 **						
917						

[Redacted area]

O2 ⑤ VI-2-5-4-1-4(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SF490A	186	—	214	438	—
STS410	186	—	208	404	—
	200	—	207	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 0	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-010

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1	応答水		応答鉛直震度*1	
					X 方向	Z 方向		
1 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
2 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
3 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
4 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
5 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
6 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
7 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
8 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
14 次					X 方向	Z 方向	Y 方向	
15 次*2					X 方向	Z 方向	Y 方向	
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

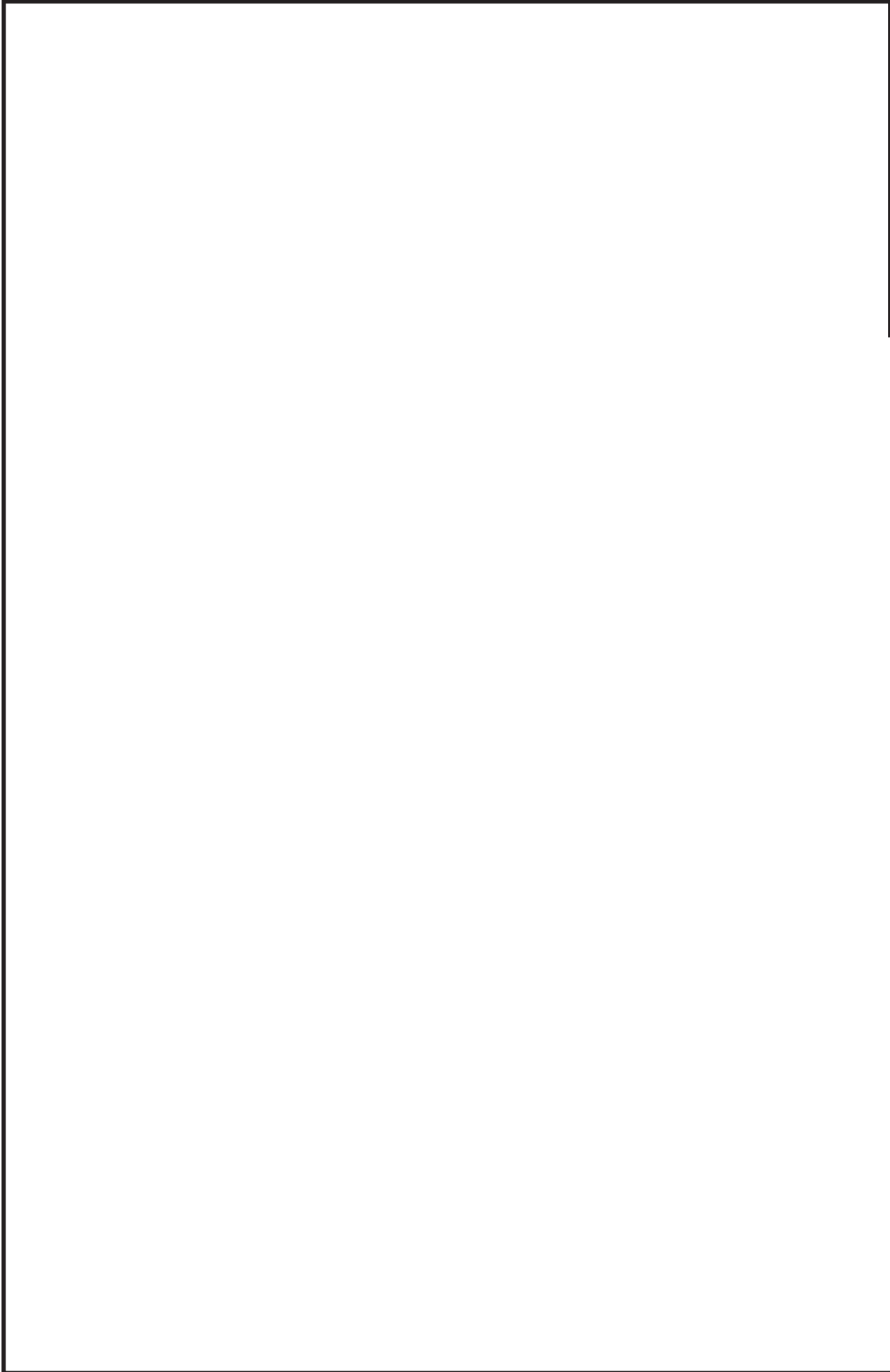
鳥瞰図 RHR-010

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
14次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

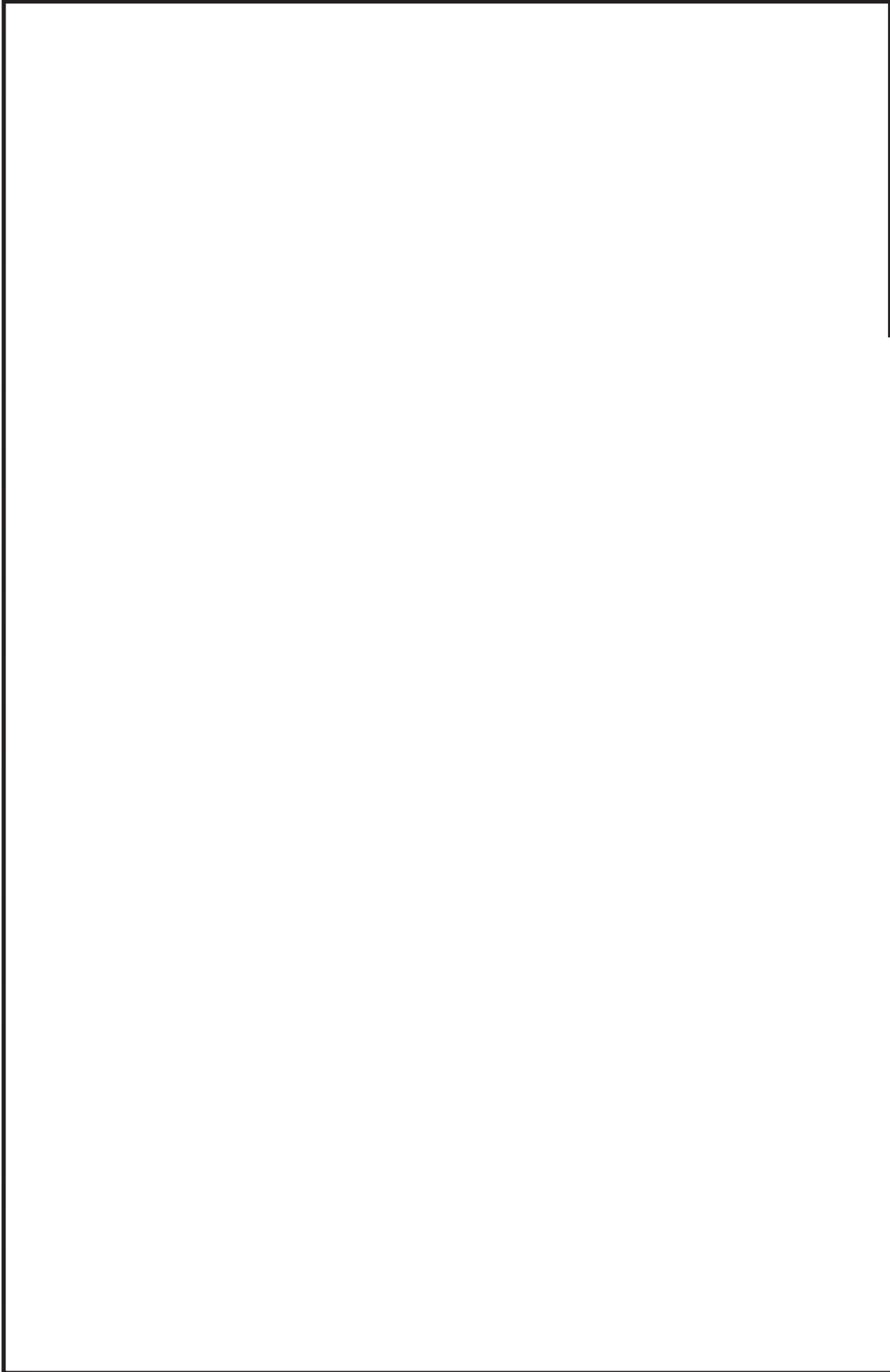
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 RHR-010

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-010

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-010	V _A S V _A S	29 29	Spr m(Ss) Sn(Ss)	210 —	363 —	— 422*	— 414	疲労累積係数 USs — 0.7118

*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RHR-006-084S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		191	230
RHR-006-908B	ロッドレストレイント	RTS-25			158	375
RHR-011-956S	メカニカルスナッパ	SMS-25-100			203	525
RHR-011-085H	バリアブルハンガ	VS30T-17			27	39

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)				応力 分類	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z	計算 応力 (MPa)			
RHR-010-026R	レストレイント	架構	STKR400	130	105	79	108	-	-	-	-	組合せ	165	225
RHR-016-021A	アソカ	架構	STKR400	130	54	15	346	4	2	18	18	曲げ	241	375

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	RHR-006	16	144	326	2.26	—	16	348	380	1.09	—	—	—	—		
2	RHR-007	320	96	363	3.78	—	28	248	416	1.67	—	—	—	—		
3	RHR-008	111	132	363	2.75	—	145	264	462	1.75	—	—	—	—		
4	RHR-009	233	102	363	3.55	—	233	243	416	1.71	—	—	—	—		
5	RHR-010	29	210	363	1.72	○	29	422	414	0.98	○	29	0.7118	○		
6	RHR-011	3	155	325	2.09	—	3	349	378	1.08	—	—	—	—		
7	RHR-012	29	117	363	3.10	—	29	289	416	1.43	—	—	—	—		
8	RHR-013	12	179	363	2.02	—	12	319	416	1.30	—	—	—	—		
9	RHR-014	9	77	363	4.71	—	101	324	468	1.44	—	—	—	—		
10	RHR-015	9	205	394	1.92	—	50	371	414	1.11	—	—	—	—		

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力				一次+二次応力				疲労評価				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
11	RHR-016	3	102	325	3.18	—	3	308	378	1.22	—	—	—	—
12	RHR-017	31	155	364	2.34	—	35	310	440	1.41	—	—	—	—
13	RHR-018	19	119	364	3.05	—	1	221	440	1.99	—	—	—	—

VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書
(残留熱除去系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	14
3.1 計算方法	14
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	15
3.3 設計条件	17
3.4 材料及び許容応力	23
3.5 設計用地震力	24
4. 解析結果及び評価	26
4.1 固有周期及び設計震度	26
4.2 評価結果	38
4.2.1 管の応力評価結果	38
4.2.2 支持構造物評価結果	40
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	41
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	42

1. 概要

本計算書は、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、残留熱除去系、高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系ストレナ部ティーが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 5 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

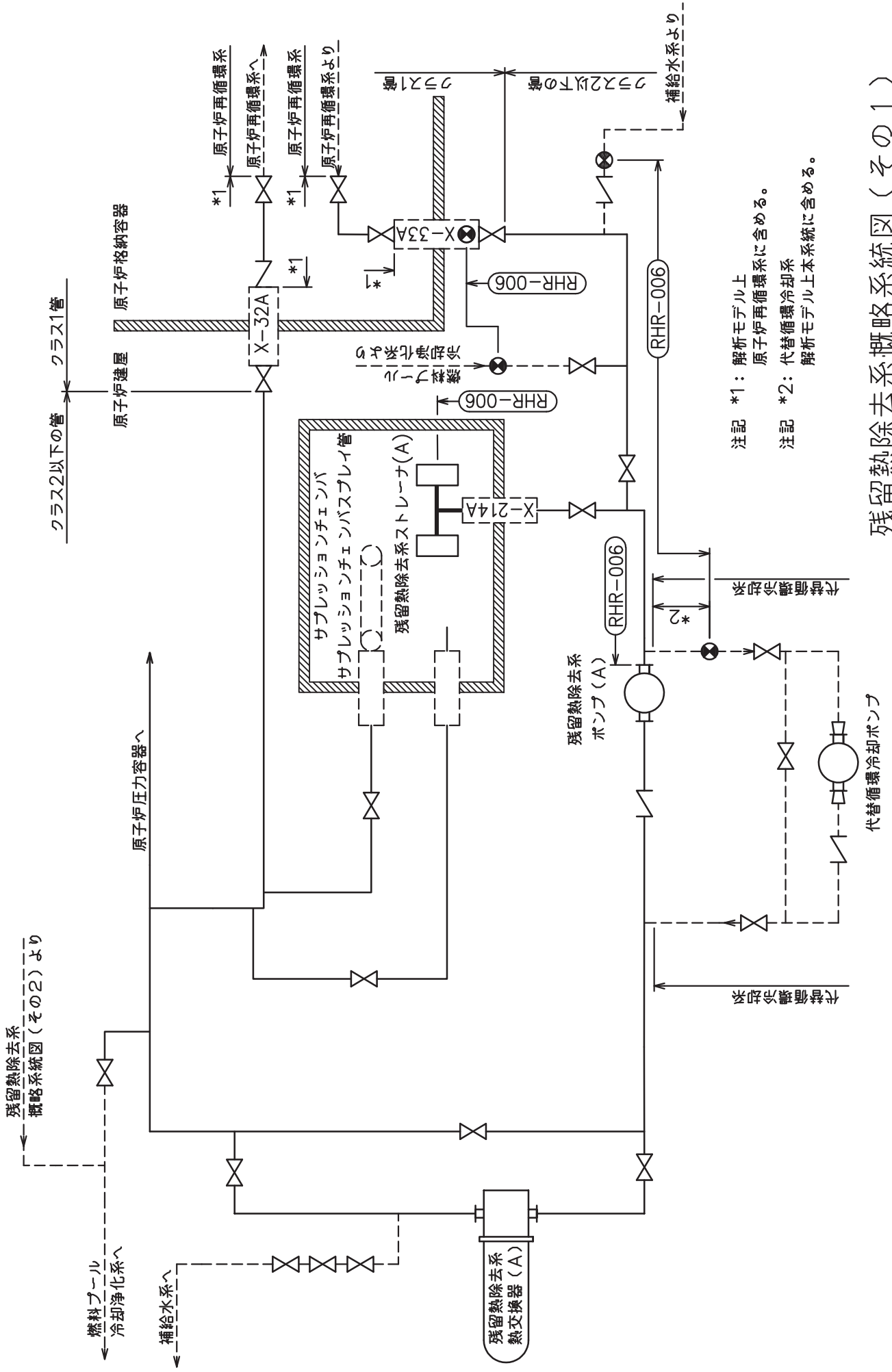
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

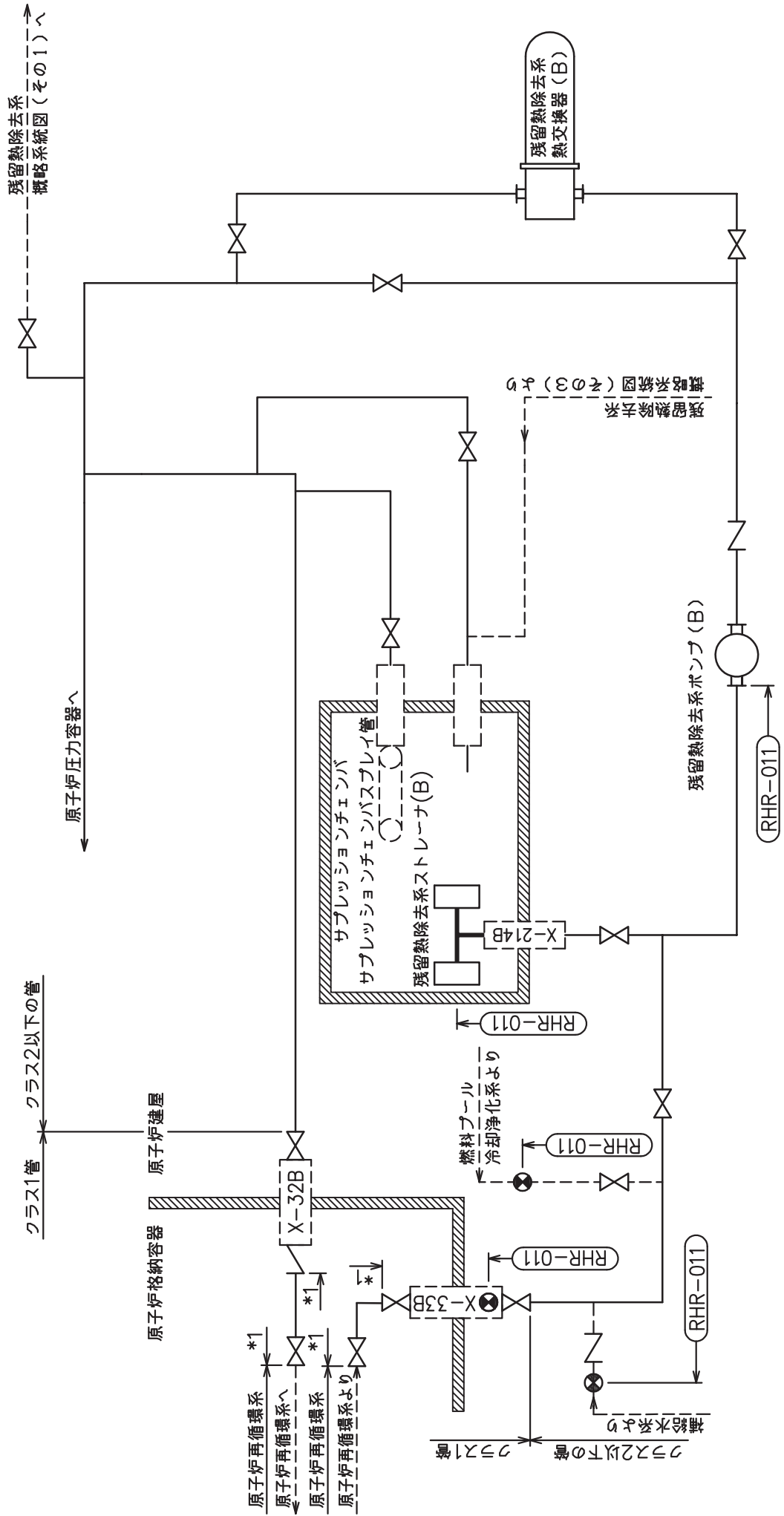
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

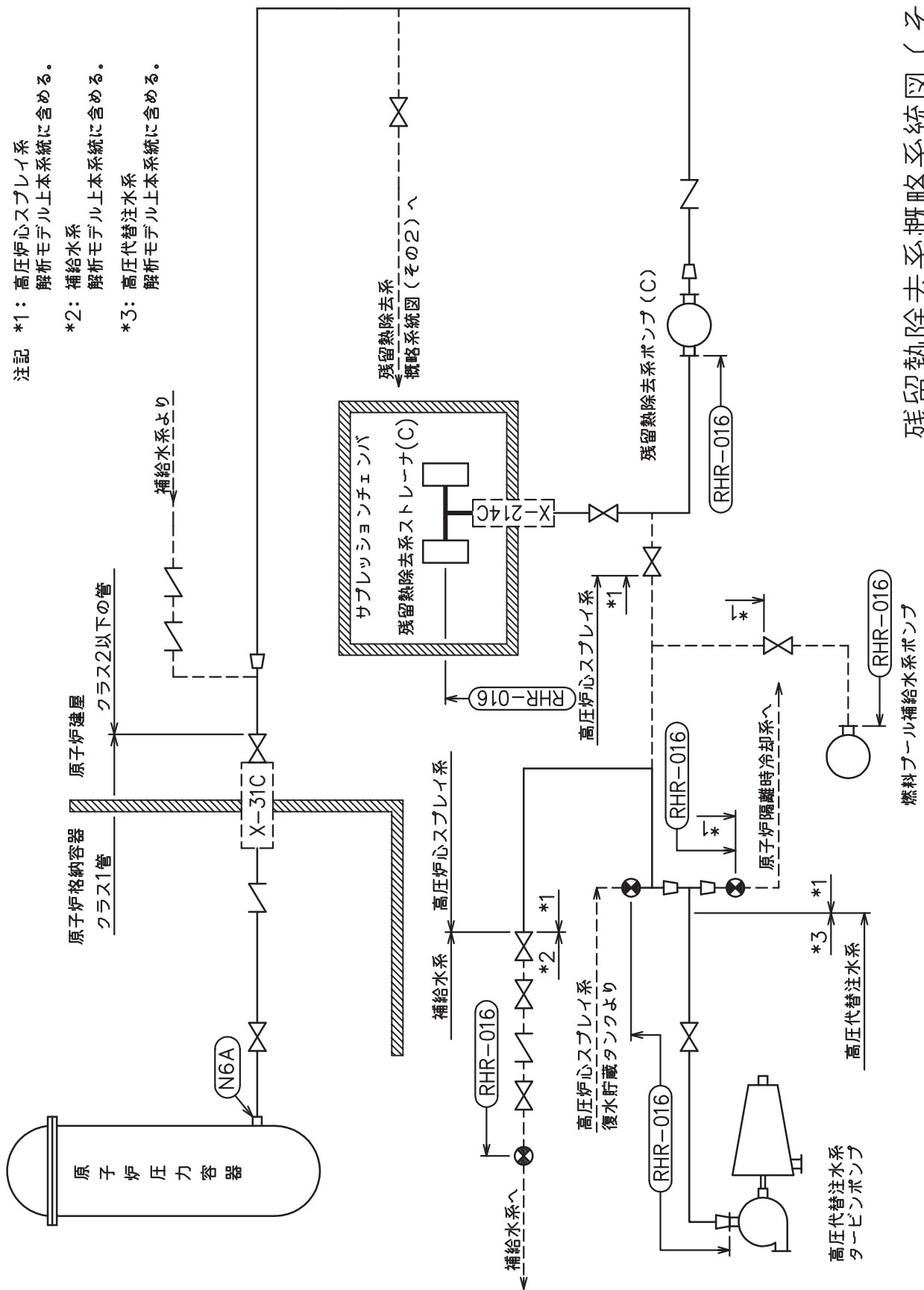


残留熱除去系概略系統図(その1)



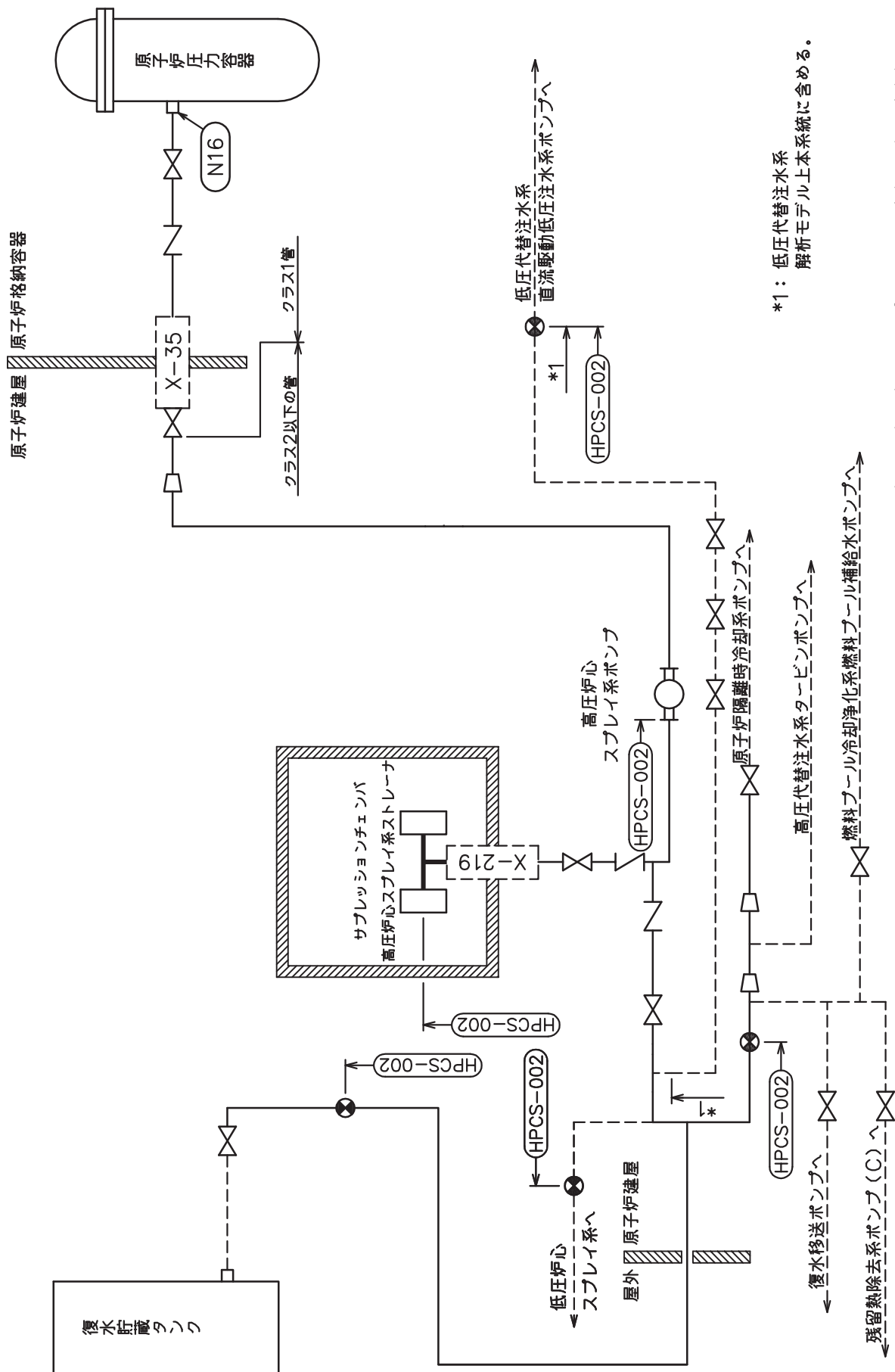
残留熱除去系概略系統図(その2)

注記 *1: 解析モデル上
原子炉再循環系に含める。



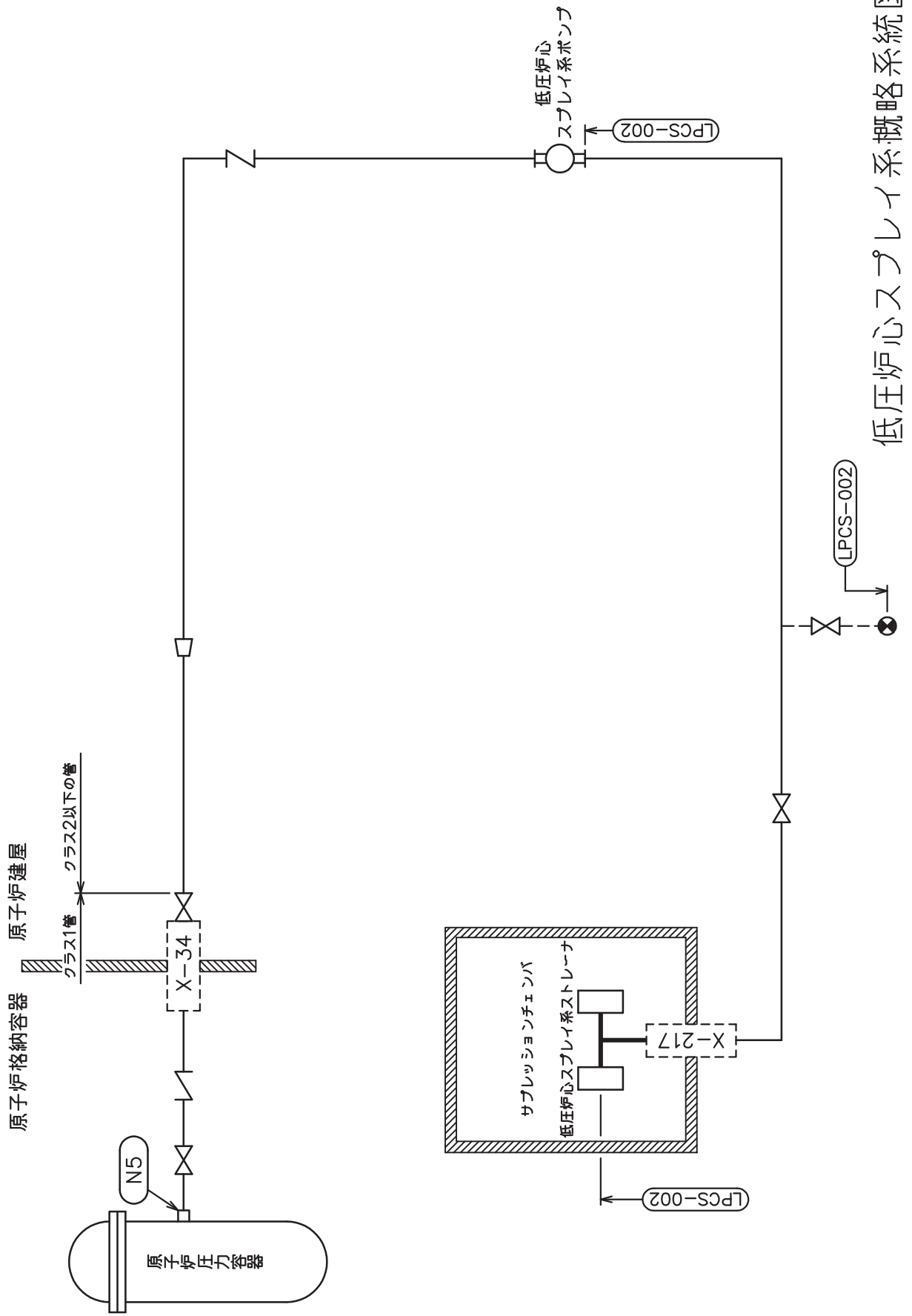
注記 *1: 高圧炉心スプレイ系
解析モデル上本系統に含める。
*2: 補給水系
解析モデル上本系統に含める。
*3: 高圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図 (その3)




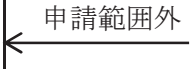




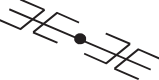

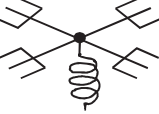
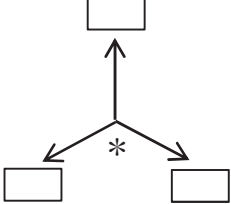
*1: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

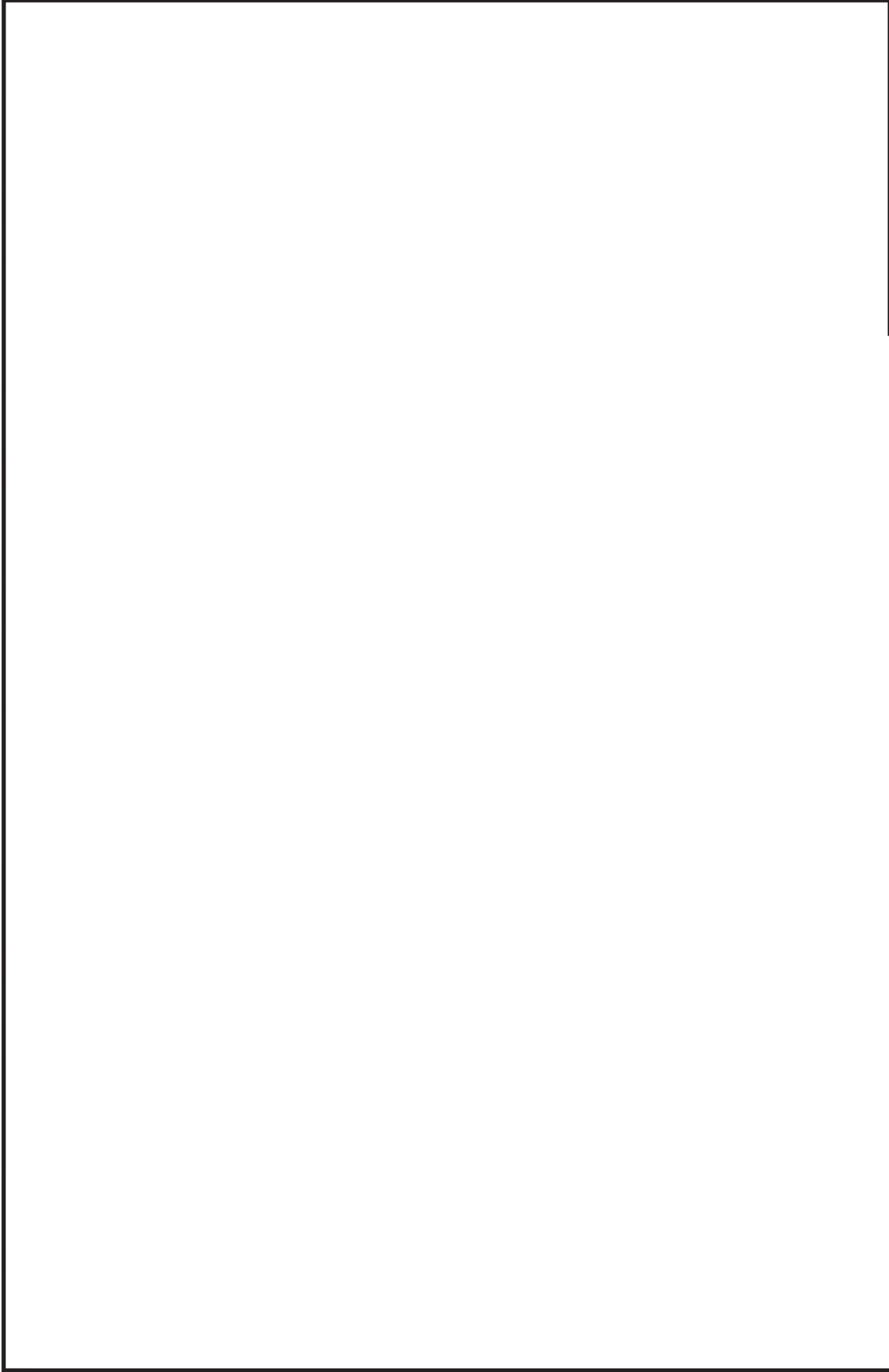
高圧炉心スプレー系概略系統図



2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図 RHR-011-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



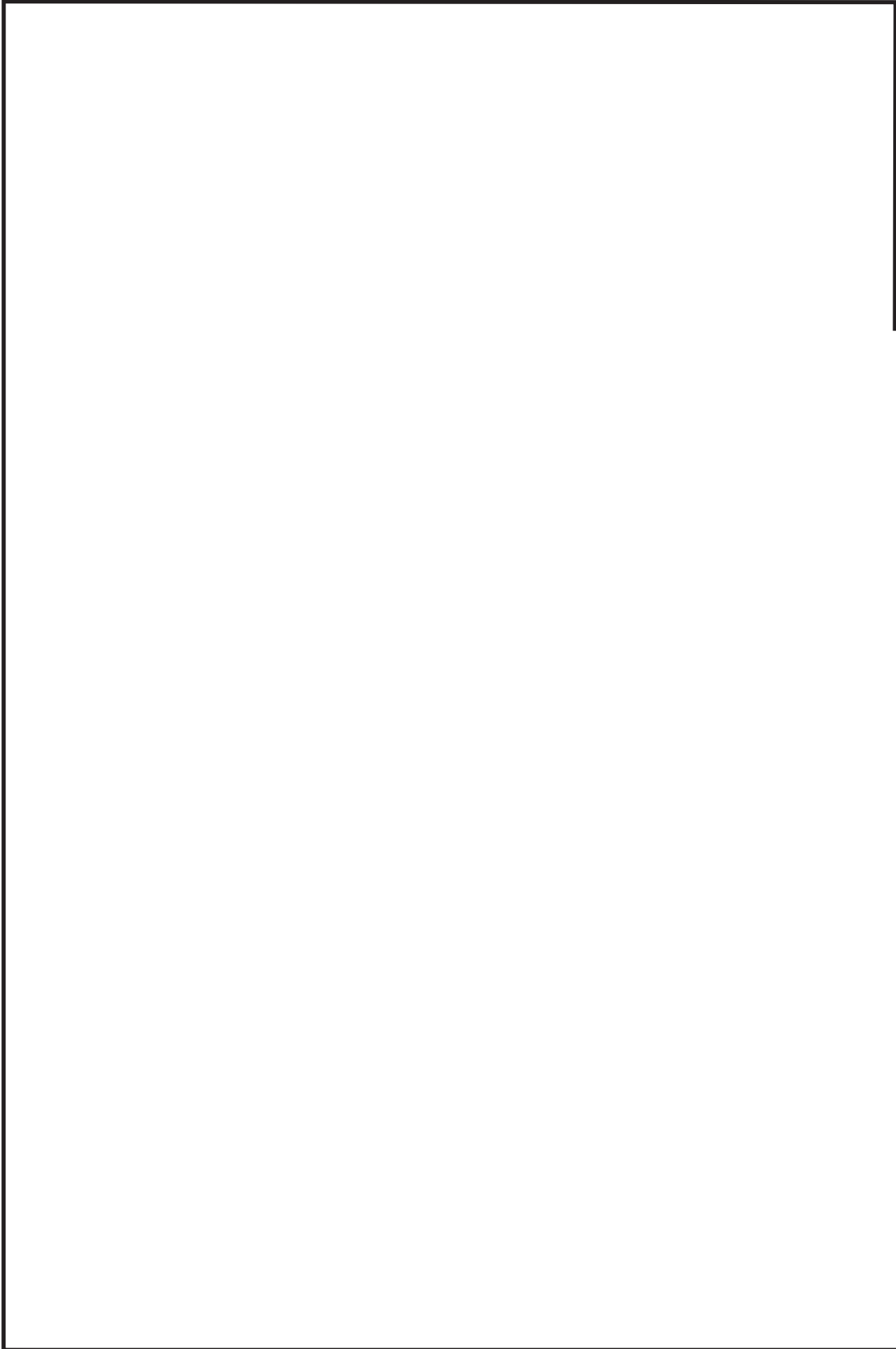
鳥瞰図 RHR-011-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	残留熱除去系	DB	—	クラス2管	S	I _L +S d	III _A S
							II _L +S d	
							IV _L (L)+S d	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス2管	S	I _L +S s	IV _A S
							II _L +S s	
							I _L +S d	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備						II _L +S d	III _A S
							IV _L (L)+S d	
							I _L +S s	
							II _L +S s	IV _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

本計算書において考慮する荷重の組合せの整理結果を下表に示す。

運転状態	死荷重	異物荷重	差圧	SRV荷重		LOCA荷重				地震荷重		許容応力状態
				運転時	中小破断時	プールのウエル	蒸気凝縮(CO)	チャージング(CH)	S d 荷重	S s 荷重		
運転状態 I	○									○		III _A S
運転状態 I	○										○	IV _A S
運転状態 II	○			○						○		III _A S
運転状態 II	○			○							○	IV _A S
運転状態 IV (L)	○	○	○							○		III _A S

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-011

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	24.5kPa (0.0245MPa)	104	508.0	9.5	SM400C	S	197680

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-011

管名称	対 応 す る 評 価 点						
1	202	203	204	206	302	303	305

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
202		204		302		305	
203		206		303			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-011

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1 **						

--

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	24.5kPa (0.0245MPa)	104	508.0	9.5	SM400C	S	197680

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点						
1	202	203	204	206	302	303	305

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
202		204		302		305	
203		206		303			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1 **						

--

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SM400C	104	—	219	373	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 1	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
L P C S - 0 0 2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-011

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1	応答水 X 方向		応答鉛直震度*1	
					Y 方向	Z 方向		Y 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
14 次								
15 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

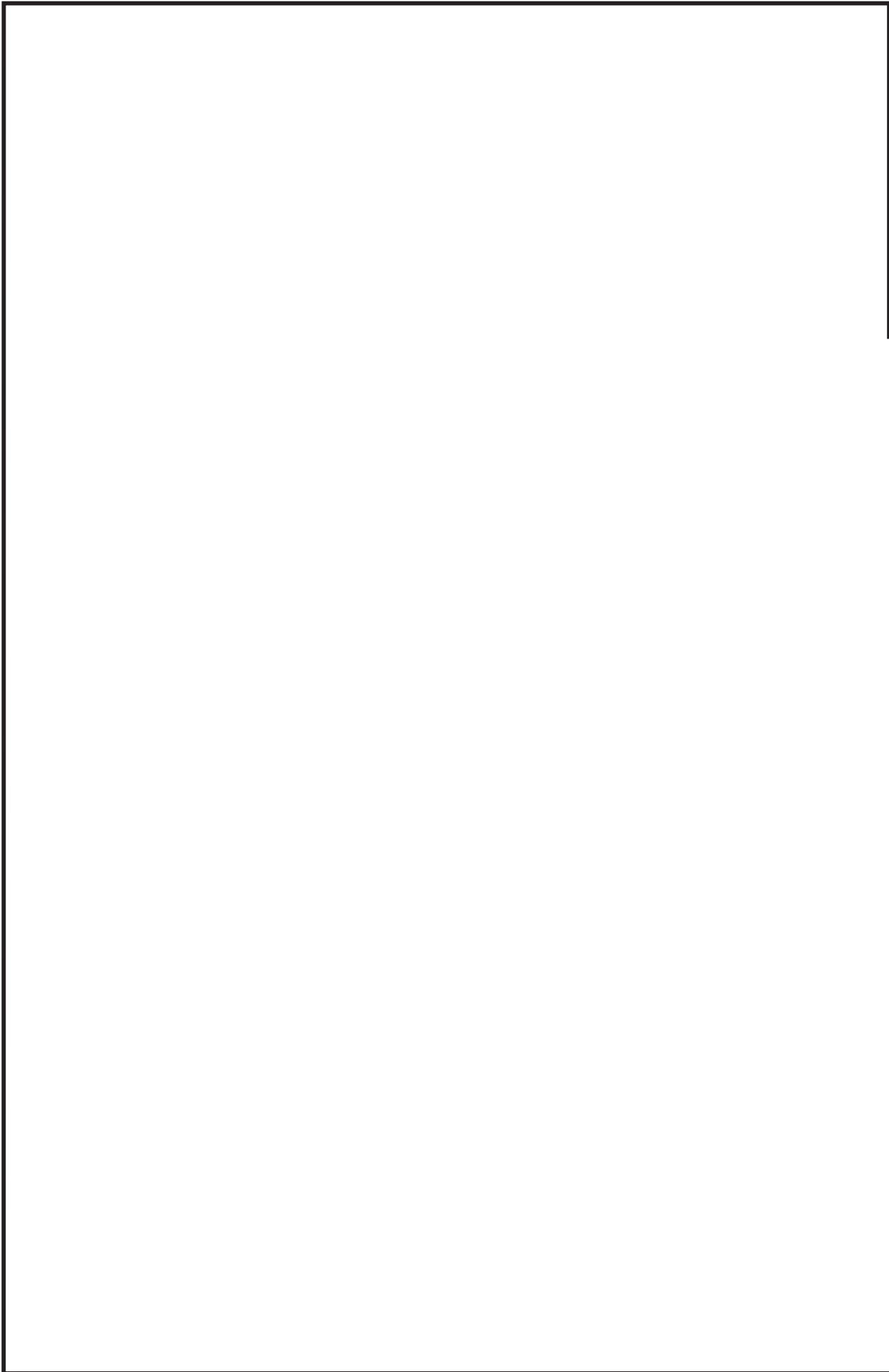
鳥瞰図 RHR-011

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
14次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

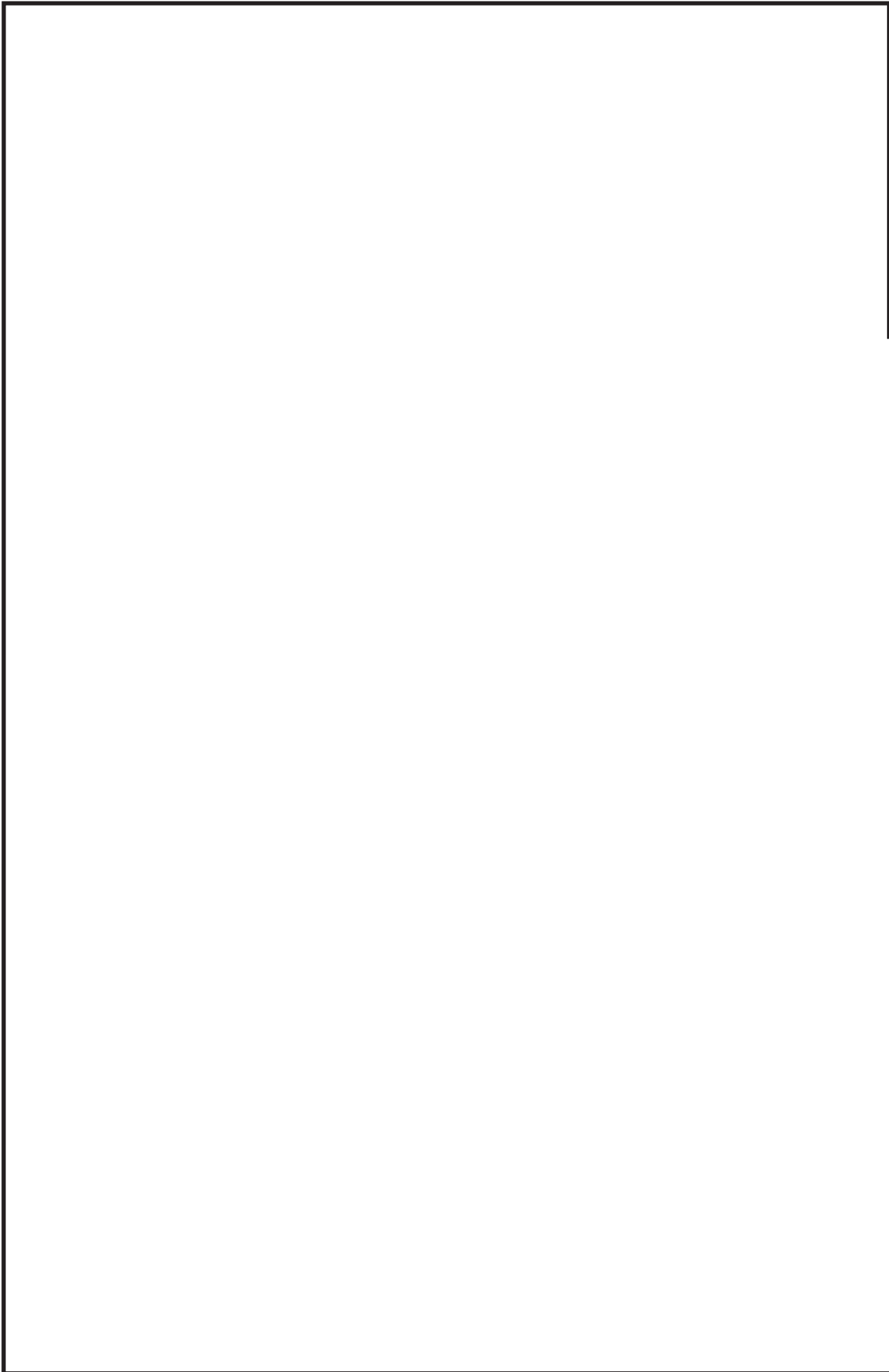
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



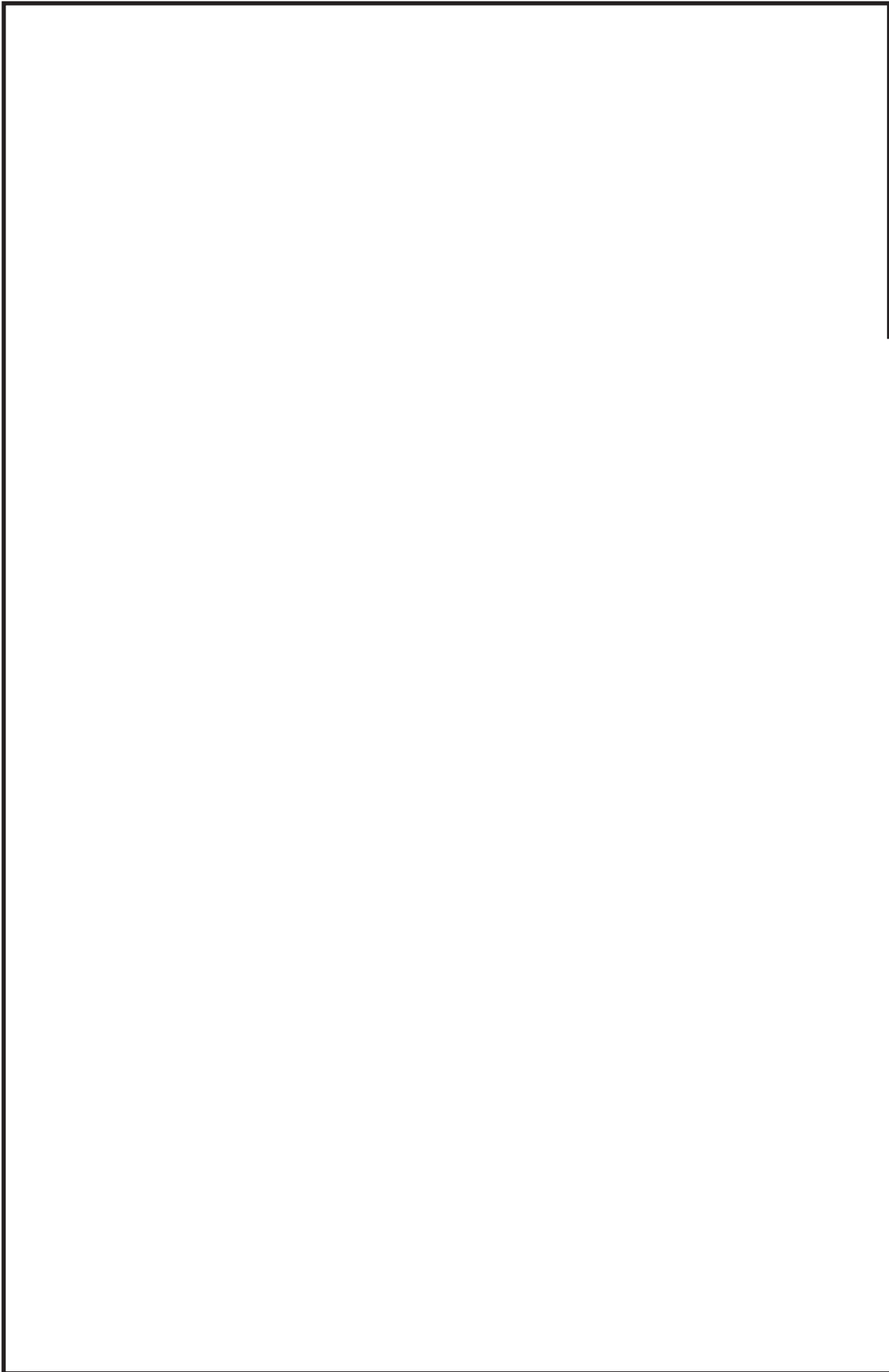
鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 LPCS-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s			
	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	X 方向	Y 方向	
1 次									
2 次									
3 次									
4 次									
5 次									
6 次									
7 次									
8 次									
13 次									
14 次*2									
動的震度*3									
静的震度*4									

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 LPCS-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
13 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

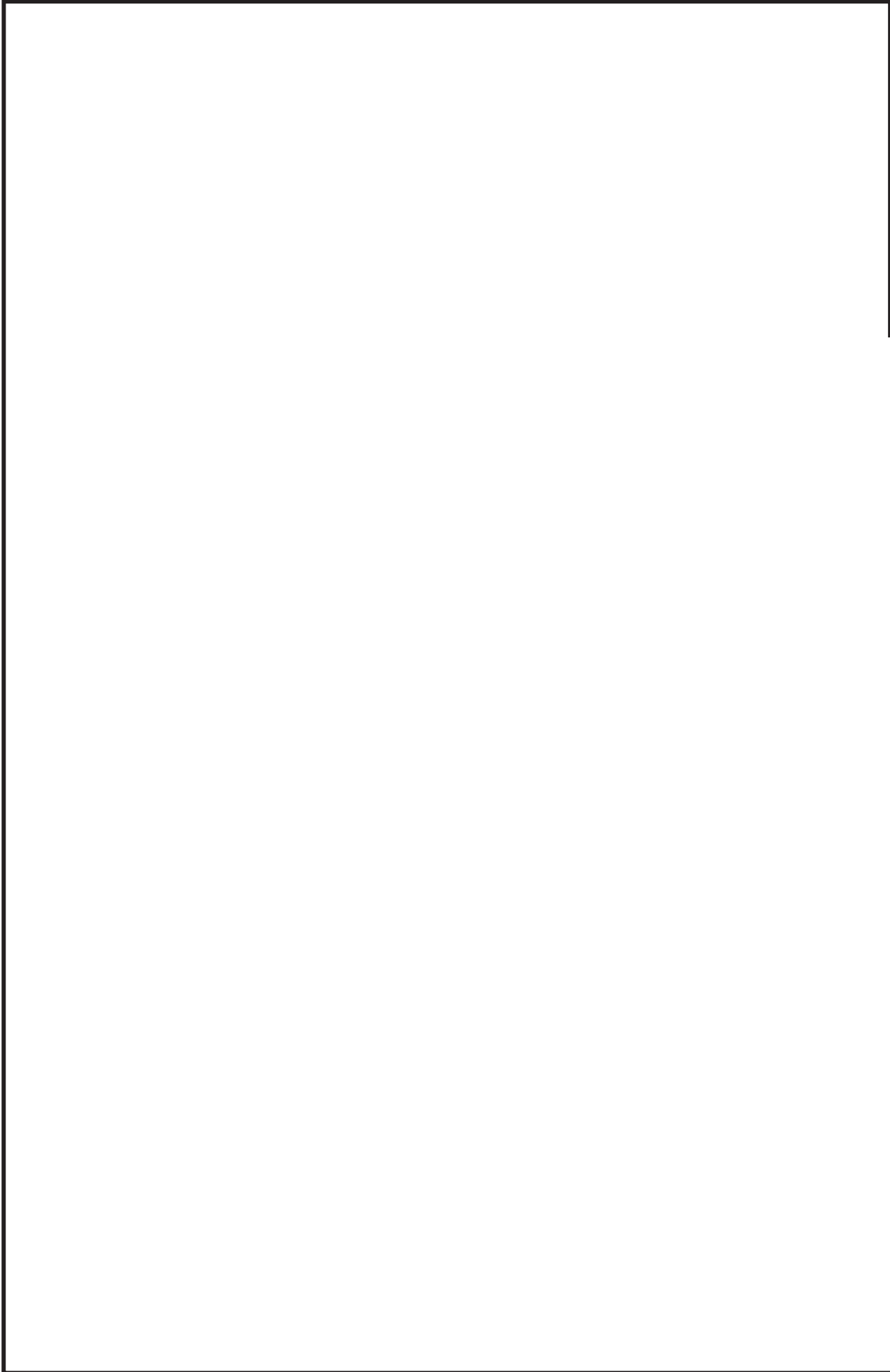
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



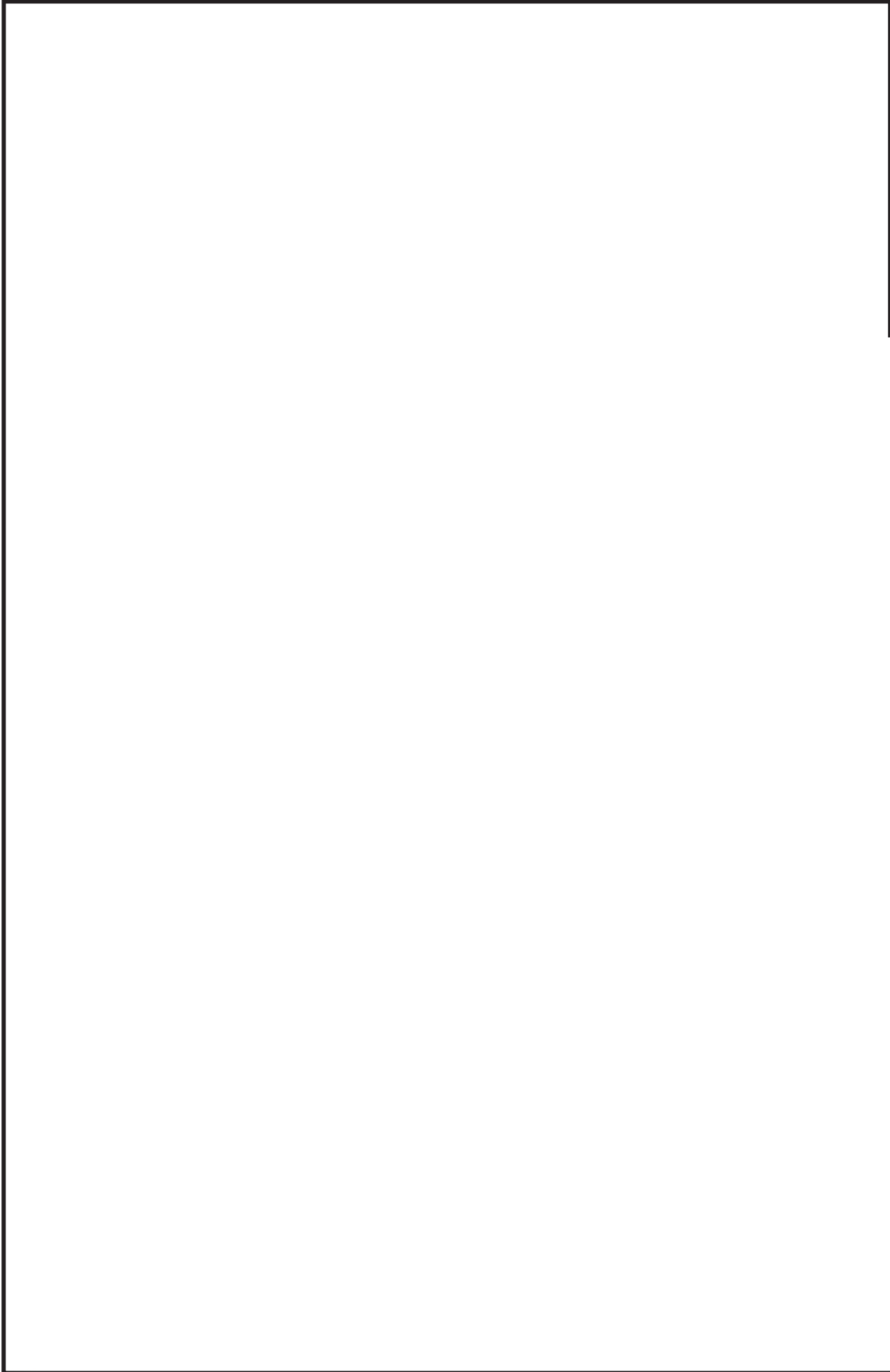
鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-011	III _A S	203	Spr m(Sd)	66	219	—	—	—
	IV _A S	203	Spr m(Ss)	80	335	—	—	—
	IV _A S	203	Sn(Ss)	—	—	134	438	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力	許容応力	
LPCS-002	III _A S	203	Spr m(Sd)	57	219	—	—	—
	IV _A S	203	Spr m(Ss)	84	335	—	—	—
	IV _A S	203	Sn(Ss)	—	—	144	438	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S									
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*						
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	疲労評価係数
1	RHR-006	203	51	219	4.29		203	65	335	5.15		203	104	438	4.21		—
2	RHR-011	203	66	219	3.31	○	203	80	335	4.18		203	134	438	3.26		—
3	RHR-016	203	58	219	3.77		203	62	335	5.40		203	98	438	4.46		—
4	HPCS-002	203	64	219	3.42		203	65	335	5.15		203	110	438	3.98		—
5	LPCS-002	203	57	219	3.84		203	84	335	3.98	○	203	144	438	3.04	○	—

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	8
3. 計算条件	12
3.1 計算方法	12
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	13
3.3 設計条件	15
3.4 材料及び許容応力	18
3.5 設計用地震力	19
4. 解析結果及び評価	20
4.1 固有周期及び設計震度	20
4.2 評価結果	26
4.2.1 管の応力評価結果	26
4.2.2 支持構造物評価結果	27
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	28
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	29

1. 概要

本計算書は、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、残留熱除去系、高圧炉心スプレイ系及び低圧炉心スプレイ系ストレナ部ティーが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 5 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

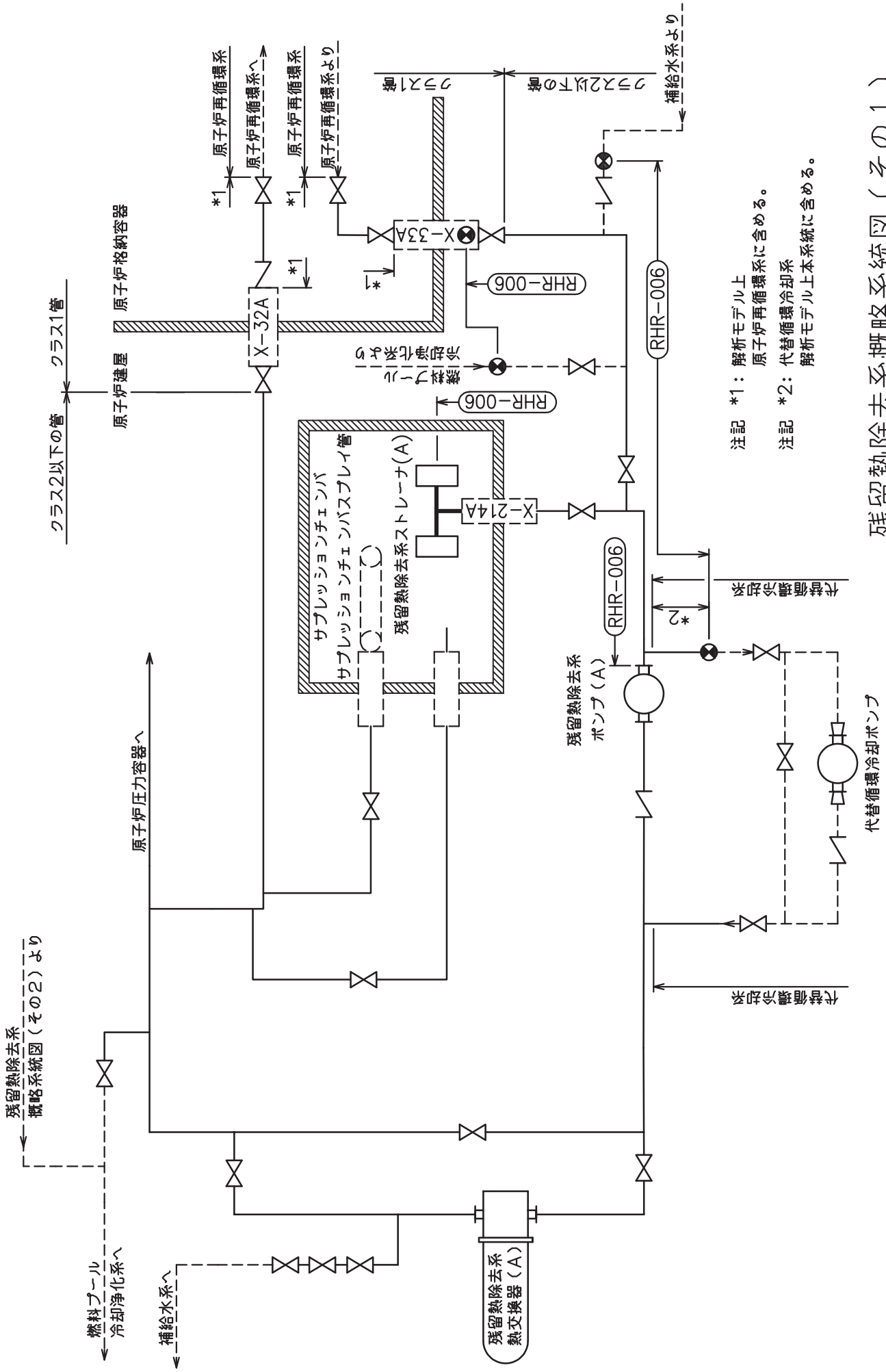
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

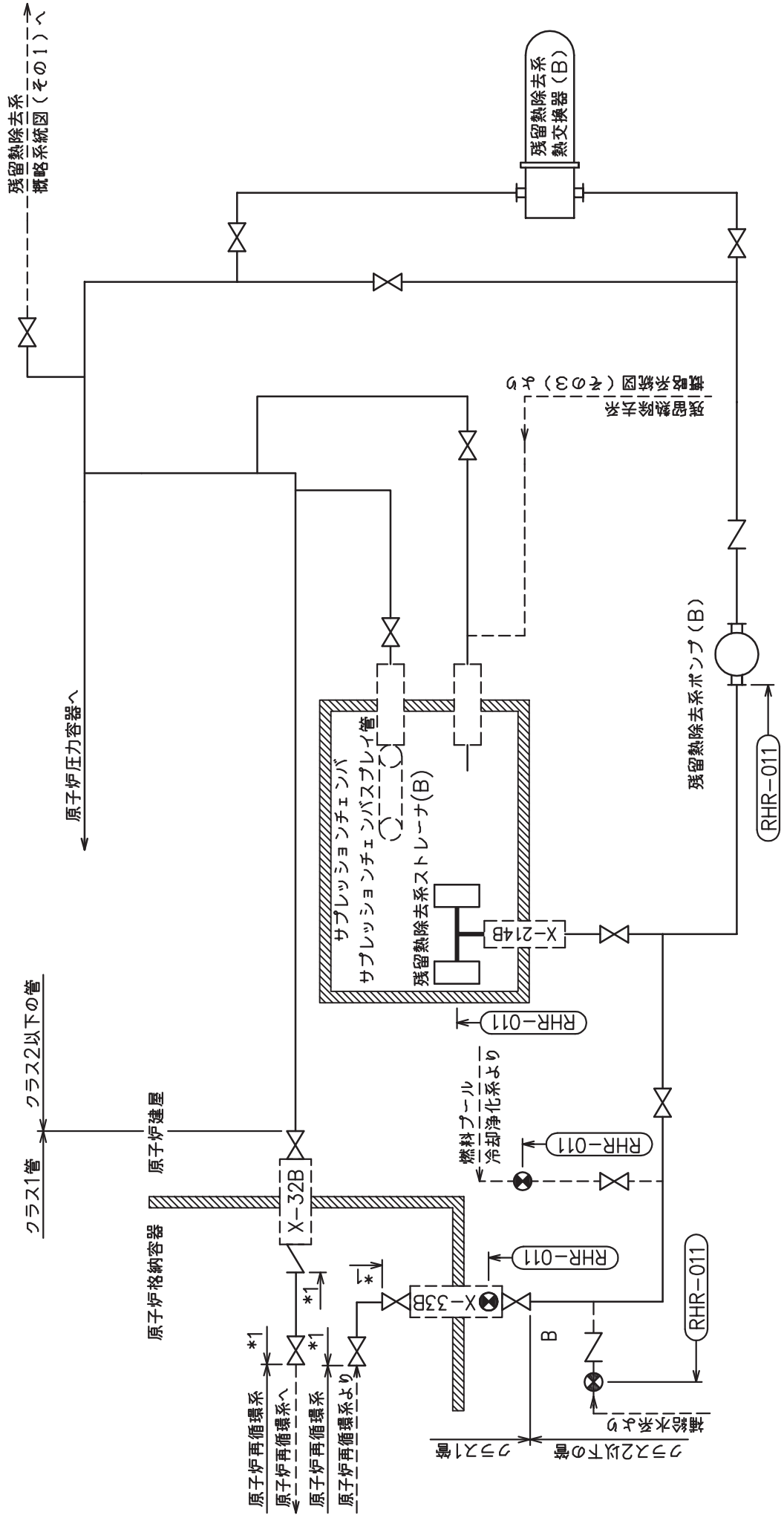
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



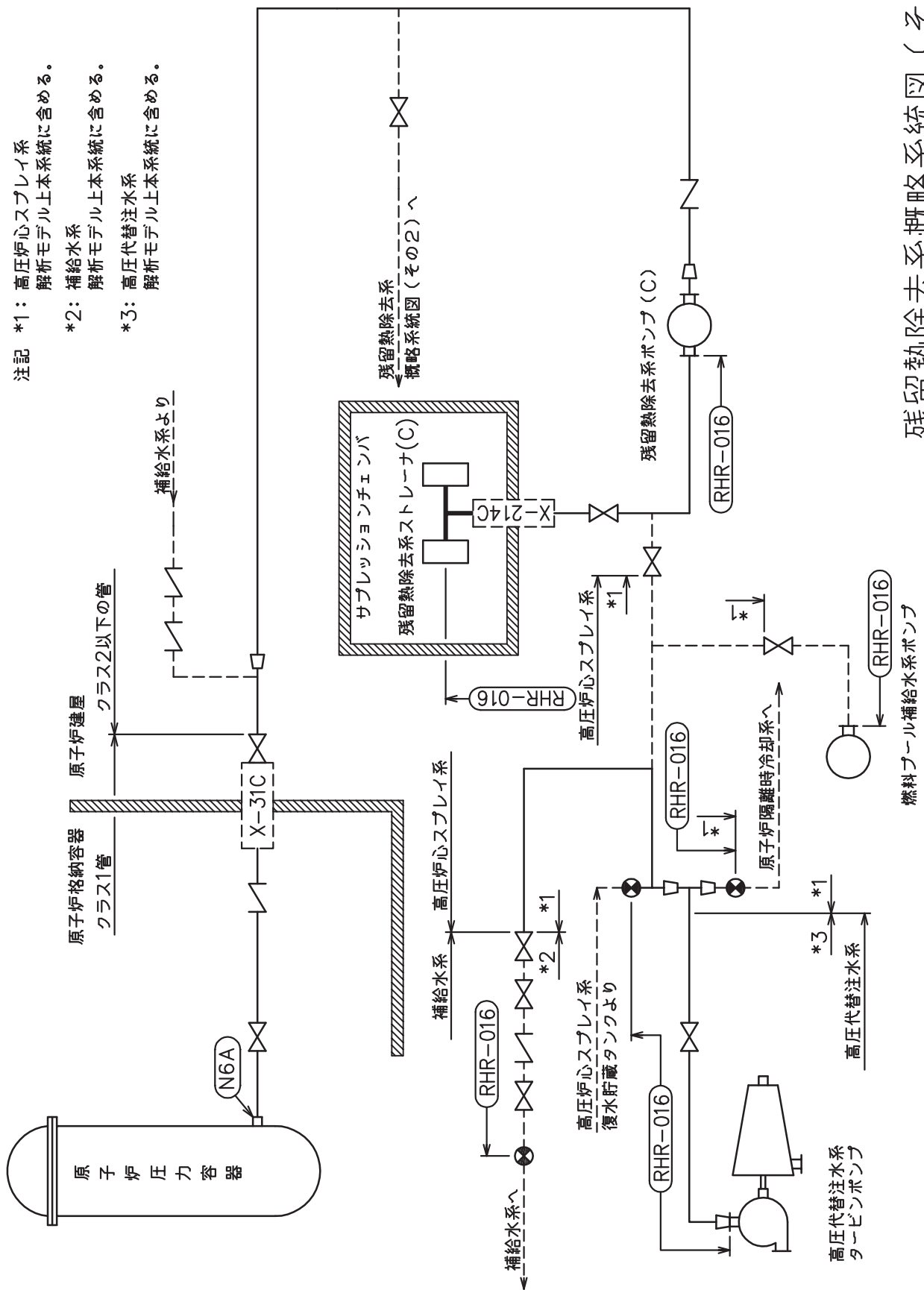
注記 *1: 解析モデル上
原子炉再循環系に含める。
注記 *2: 代替循環冷却系
解析モデル上本系統に含める。

残留熱除去系概略系統図(その1)

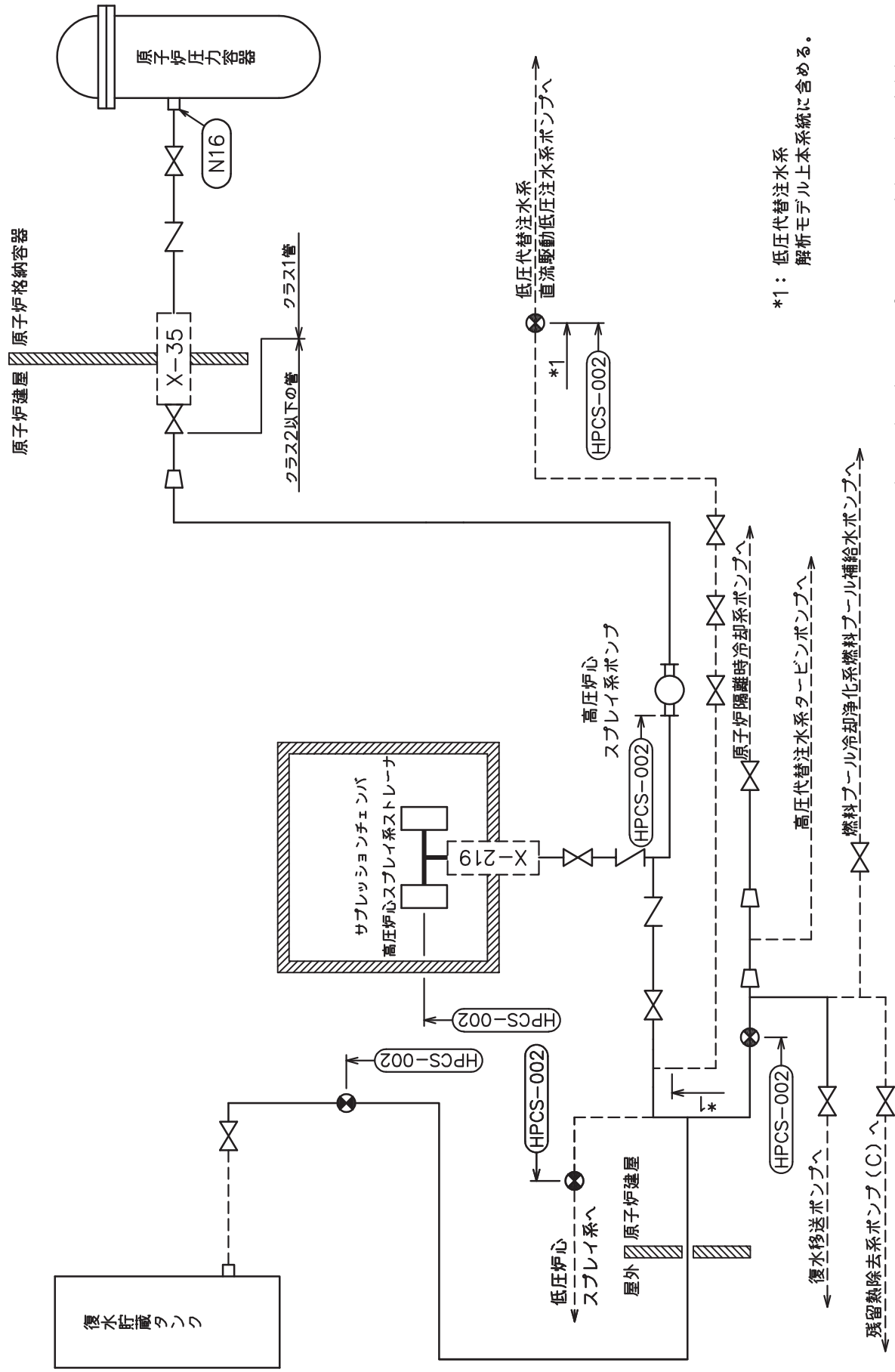


残留熱除去系概略系統図 (その2)

注記 *1: 解析モデル上 原子炉再循環系に含める。

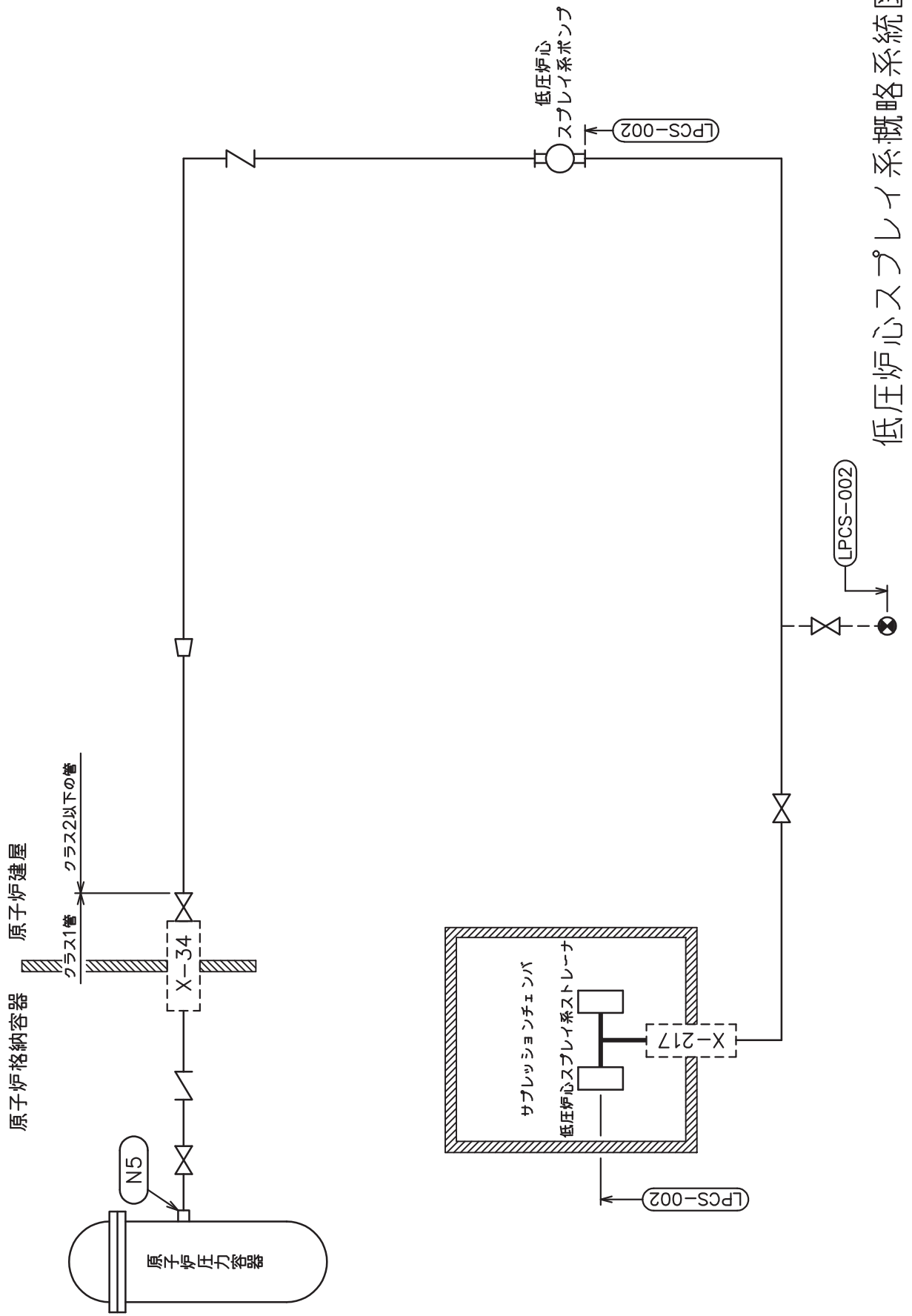


残留熱除去系概略系統図(その3)




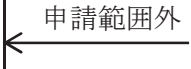




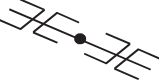

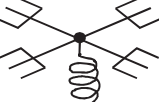
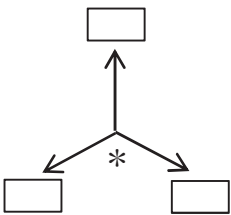
*1: 低圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

高圧炉心スプレー系概略系統図



2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナツバについても同様とする。)
	スナツバ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また， <input type="text"/> 内に変位量を記載する。)



鳥瞰図 RHR-011-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	残留熱除去系	S A	常設／防止(拡張)	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S d$ $V_L(LL) + S s$ $V_L + S s$	V_{AS}

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設／防止(拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態，(LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を使用し，許容応力状態 IV_{AS} として評価を実施する。

本計算書において考慮する荷重の組合せの整理結果を下表に示す。

運転状態	死荷重	異物荷重	差圧	SRV荷重		LOCA荷重			地震荷重*1		許容応力状態*2
				運転時	中小破断時	プールスウエル	蒸気凝縮(CO)	チャギング(CH)	Sd荷重	Ss荷重	
運転状態V(L)	○	○	○							○	V _A S
運転状態V(LL)	○	○	○							○	V _A S

*1：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*2：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-011

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	24.5kPa (0.0245MPa)	200	508.0	9.5	SM400C	—	191000

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-011

管名称	対 応 す る 評 価 点						
1	202	203	204	206	302	303	305

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
202		204		302		305	
203		206		303			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-011

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1 **						

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SM400C	200	—	193	373	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 1	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-011

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s									
	固有周期 (s)	応答水 平震 度*1	応答水 平震 度*1		応答鉛直震度*1	応答水 平震 度*1		応答鉛直震度*1								
			X 方 向	Z 方 向		X 方 向	Z 方 向									
1 次																
2 次																
3 次																
4 次																
5 次																
6 次																
7 次																
8 次																
14 次																
15 次*2																
動的震度*3																
静的震度*4																

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-011

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
14 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-011

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-011	V _A S	203	Spr m(S s)	101	335	—	—	—
	V _A S	203	Sn(S s)	—	—	174	386	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	RHR-006	203	79	335	4.24		203	130	386	2.96		—	—	—		
2	RHR-011	203	101	335	3.31	○	203	174	386	2.21	○	—	—	—		
3	RHR-016	203	82	335	4.08		203	162	386	2.38		—	—	—		
4	HPCS-002	203	92	335	3.64		203	156	386	2.47		—	—	—		
5	LPCS-002	203	100	335	3.35		203	172	386	2.24		—	—	—		

VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性
についての計算書

目 次

- VI-2-5-5-1 高压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-2 低压炉心スプレイ系の耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-3 高压代替注水系の耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-4 低压代替注水系の耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-5 代替水源移送系の耐震性についての計算書

VI-2-5-5-1 高圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-5-1-1 高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-1-3 管の耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ系）
- VI-2-5-5-1-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書（高圧炉心スプレイ系）

VI-2-5-5-1-2 高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての
計算書

1. 概要

本計算書は、高圧炉心スプレイ系ストレーナの強度について説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ストレーナは残留熱除去系ストレーナ及び低圧炉心スプレイ系ストレーナと同様の形状を有しており、解析モデルや評価条件については同等である。

また、添付書類「VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」において、ストレーナの解析モデルを用いた強度の評価を実施しており、その荷重条件については上記のストレーナで最大となる値を用いる。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」による。

VI-2-5-5-1-3 管の耐震性についての計算書
(高圧炉心スプレイ系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	11
3.1 計算方法	11
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	12
3.3 設計条件	13
3.4 材料及び許容応力	19
3.5 設計用地震力	20
4. 解析結果及び評価	22
4.1 固有周期及び設計震度	22
4.2 評価結果	34
4.2.1 管の応力評価結果	34
4.2.2 支持構造物評価結果	37
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	38
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	39

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、高圧炉心スプレイ系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図


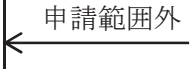




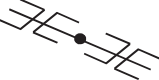

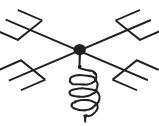
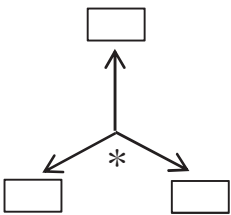
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図	HPCS-001
-----	----------

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-1/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-2/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



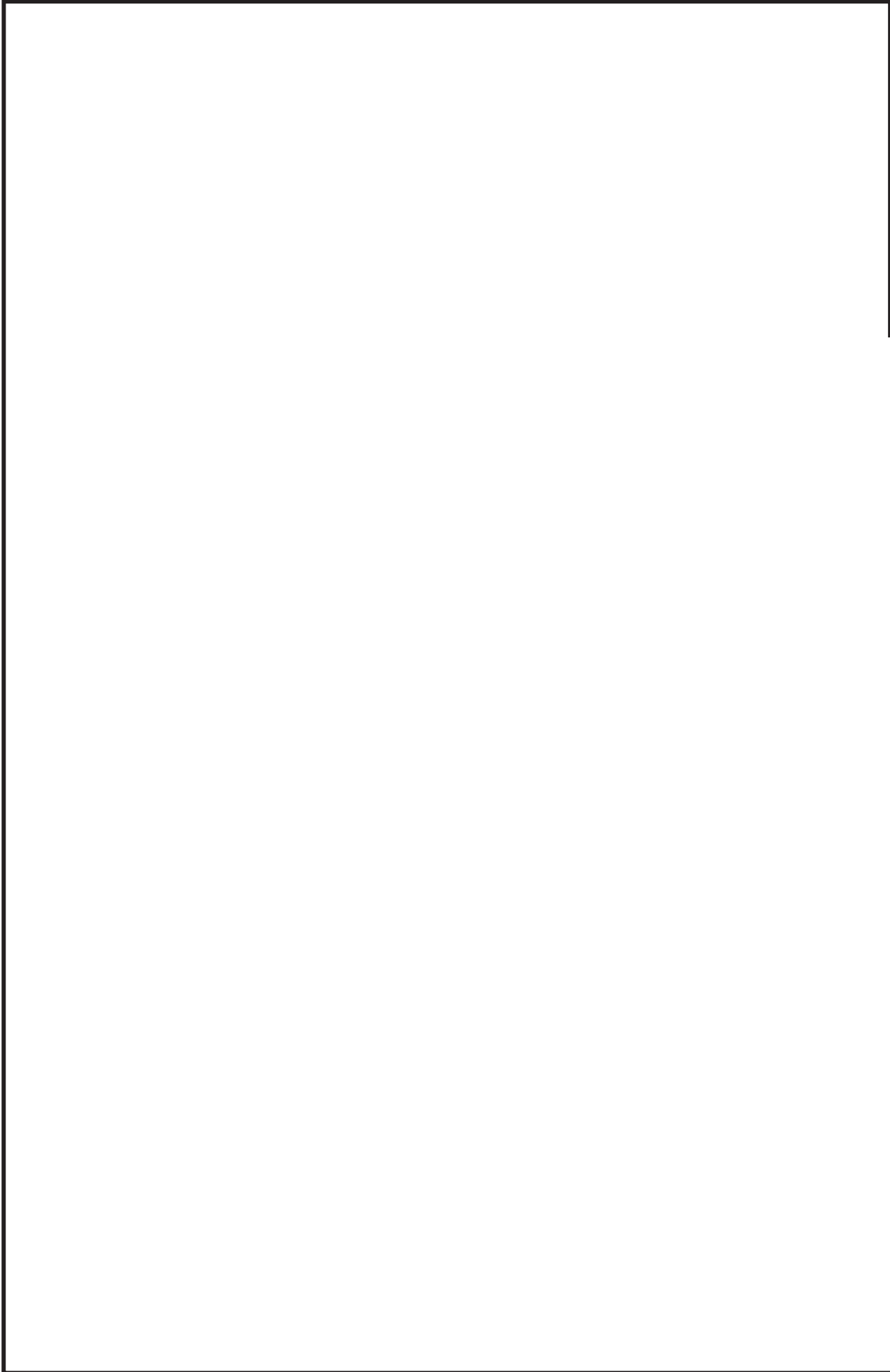
鳥瞰図 HPCS-002-3/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-4/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-5/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高圧炉心スプレイ系	D B	—	クラス1管 クラス2管	S	I _L + S d	III _A S
							II _L + S d	
							IV _L (L) + S d	
							I _L + S s	IV _A S
							II _L + S s	

注記*1：D Bは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	267.4	18.2	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	31	32	33	34	35
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	839	901			

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
5		13		21		34		42	
6		14		22		35		43	
7		15		25		36		44	
8		16		26		37		45	
9		17		27		38		839	
10		18		31		39		901	
11		19		32		40			
12		20		33		41			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1 弁 2

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
23		28	
50		29	
24		30	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	50			
弁2	29			

O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(設) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 1

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
6						
12						
** 12 **						
** 15 **						
17						
19						
** 22 **						
** 27 **						
** 35 **						
** 37 **						
39						
42						
** 901 **						



O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	66	406.4	9.5	SUS304	S	191720
2	1.37	66	406.4	9.5	SGV410	S	200360
3	1.37	100	406.4	9.5	SGV410	S	198000
4	427kPa (0.427MPa)	104	508.0	9.5	SGV410	S	197680
5	1.37	100	508.0	9.5	SGV410	S	198000

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	32	33													
2	33	34													
3	36	37	38	39	40	42	43	431	901						
4	59	60	61	62	63	64	65	66	85	86	812	813	814	855	954
	956														
5	43	68	69	70	72	73	74	75	84	432	801				

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
32		59		65		85		813	
33		60		69		86		814	
37		61		73		431		855	
38		62		74		432		901	
39		63		75		801		954	
43		64		84		812		956	

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
34		40		66		70	
35		41		67		71	
36		42		68		72	
76				78			
77				79			

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	35			
弁2	41			
弁3	67			
弁4	71			

O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(設) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 32 **						
39						
** 57 **						
62						
** 62 **						
69						
75						
** 77 **						
** 79 **						
84						
** 86 **						
** 901 **						
** 954 **						
956						



O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	302	122	182	—	—
SGV410	66	—	212	384	—
	100	—	201	373	—
	104	—	200	372	—
SUS304	66	—	188	479	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
H P C S - 0 0 1	原子炉しゃへい壁		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
H P C S - 0 0 2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 HPC S-001

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次							
6 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPCS-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

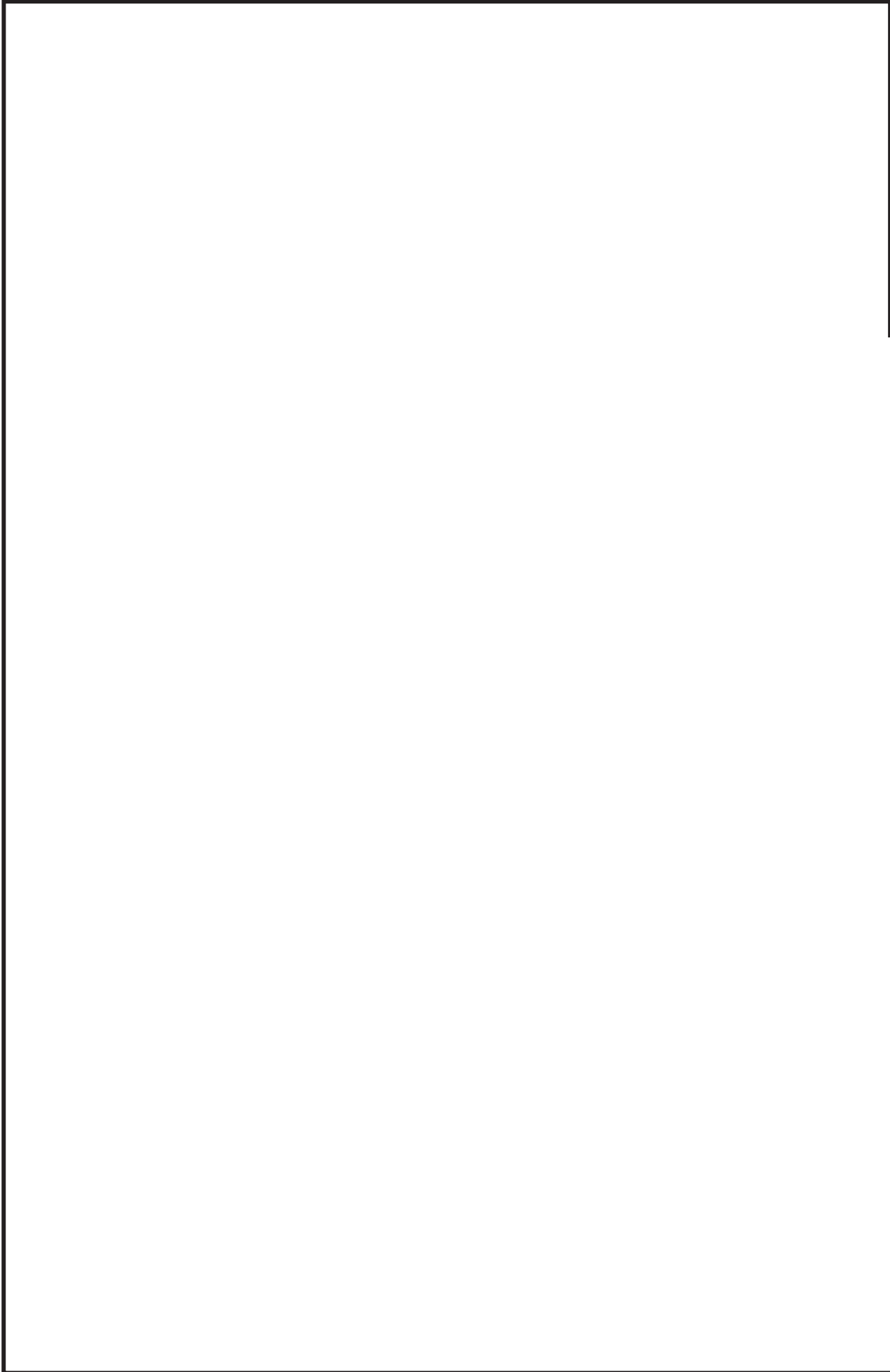
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 HPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPC S-002

適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s		
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答鉛直震度*1		
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向	
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
13 次								
15 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPCS-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
14次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

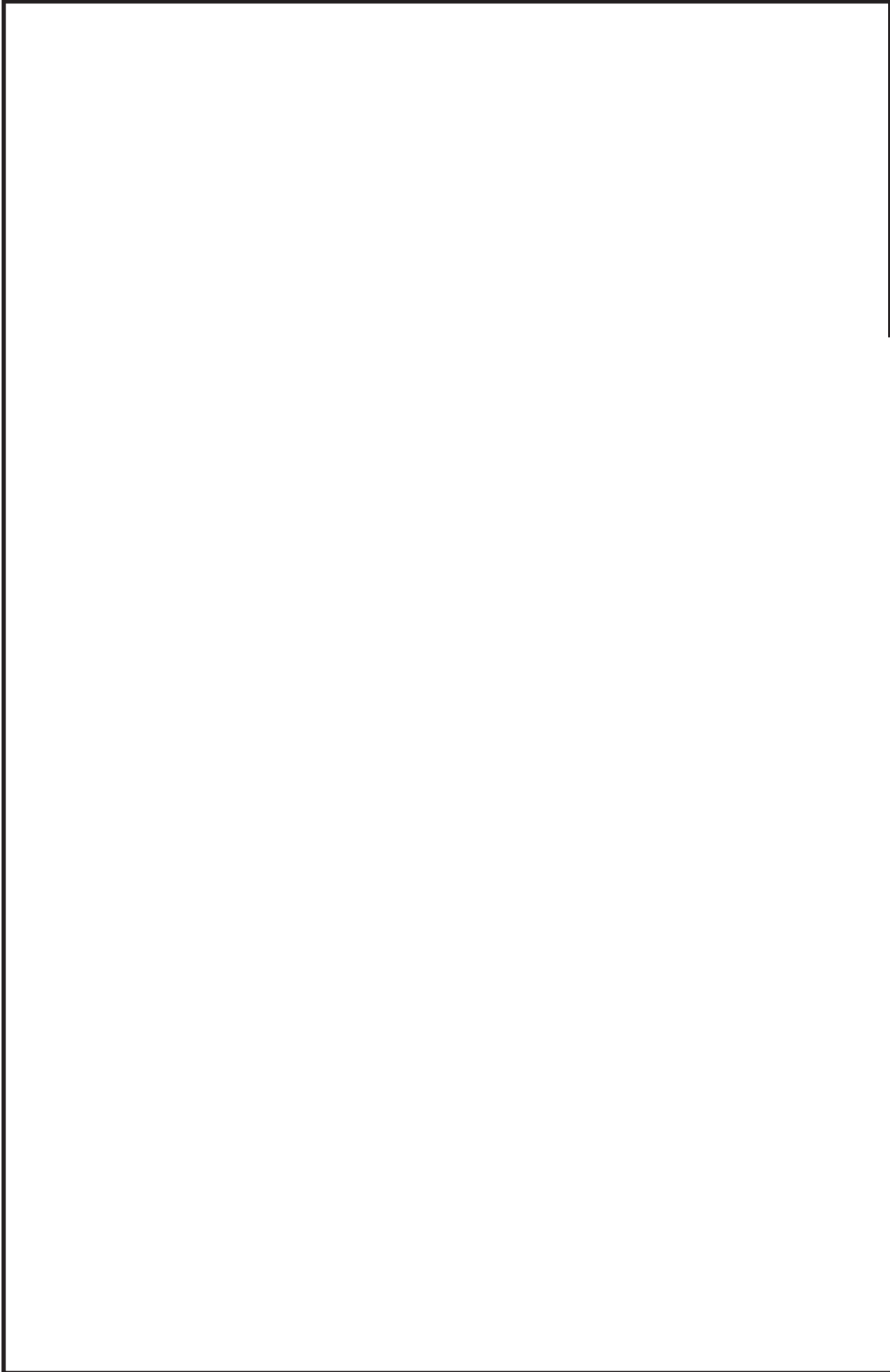
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



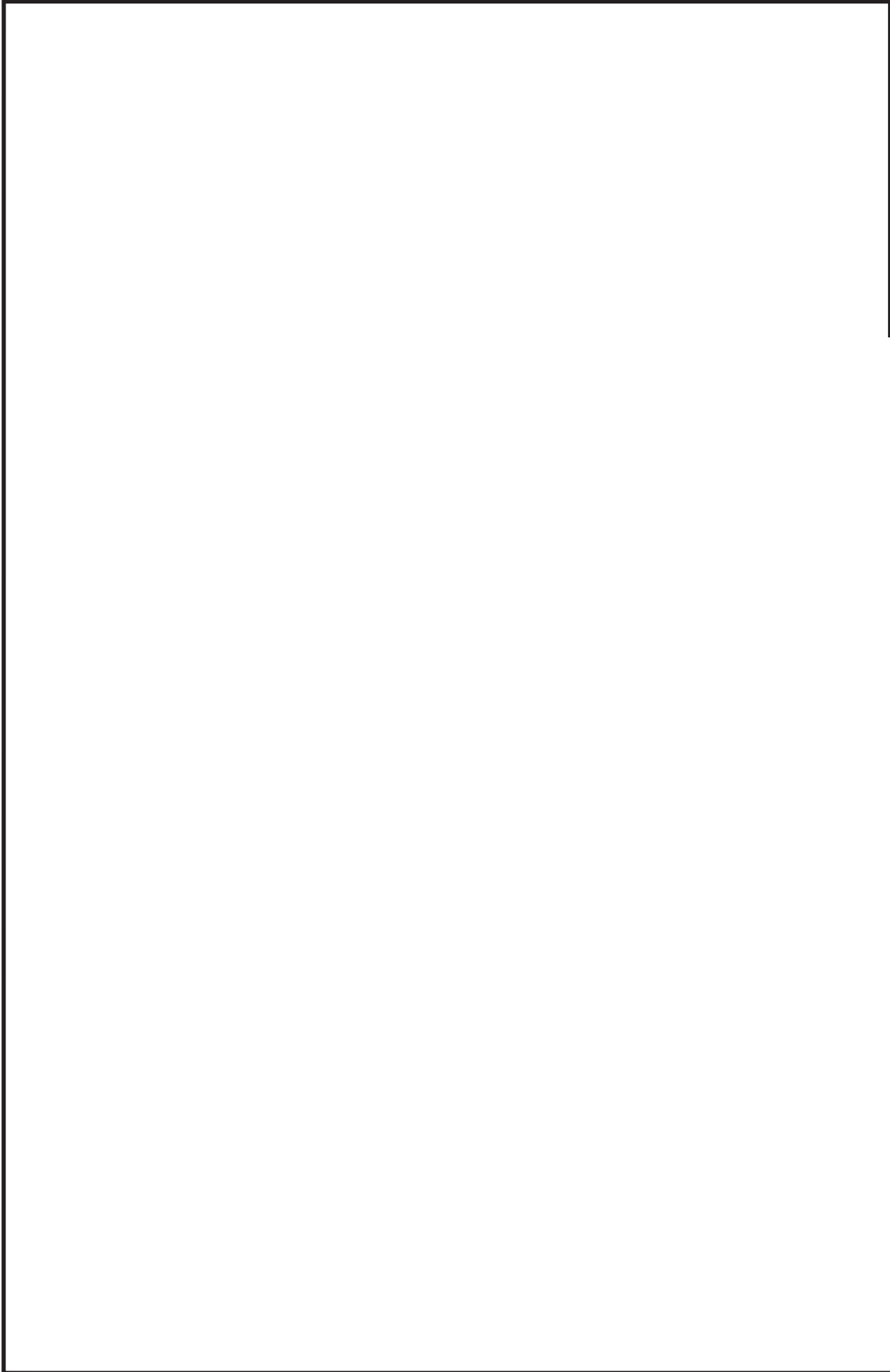
鳥瞰図 HPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1 管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)			疲労評価 疲労累積係数
					一次応力	許容応力	ねじり応力	許容応力	一次+二次応力	許容応力	一次+二次応力評価	
					S p r m (S d) S p r m (S s)	2. 2 5 ・ S m 3 ・ S m	S t (S d) S t (S s)	0. 5 5 ・ S m 0. 7 3 ・ S m	S n (S d) S n (S s)	3 ・ S m 3 ・ S m	S n (S d) S n (S s)	
HPCS-001	III _A S	21	ELBOW	S p r m (S d)	142	274	—	—	—	—	—	—
	III _A S	7	ELBOW	S t (S d)	—	—	62	67	—	—	—	—
	III _A S	21	ELBOW	S n (S d)	—	—	—	—	329	366	—	U+U S d
	III _A S	42	NOZZLE	U+U S d	—	—	—	—	—	—	—	U+U S s
	IV _A S	21	ELBOW	S p r m (S s)	223	366	—	—	—	—	—	—
	IV _A S	7	ELBOW	S t (S s)	—	—	93*	89	—	—	—	—
	IV _A S	21	ELBOW	S n (S s)	—	—	—	—	600**	366	—	0. 1577
	IV _A S	21	ELBOW	U+U S s	—	—	—	—	—	—	—	0. 1577

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ_ASのとき $0.55 \cdot S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ_ASのとき $0.73 \cdot S_m$ を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 1

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 $S_t(S_d)$ $S_t(S_s)$	許容応力 $0.55 \cdot S_m$ $0.73 \cdot S_m$	曲げとねじり応力 $S_t + S_b(S_d)$ $S_t + S_b(S_s)$	許容応力 $1.8 \cdot S_m$ $2.4 \cdot S_m$
7	62 93 *	67 89	73 109	219 292

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 — — 338	許容応力 — — 402	
HPCS-002	III _A S	75	Spr m(Sd)	106	201	—	—	—
	IV _A S	75	Spr m(Ss)	173	335	—	—	—
	IV _A S	75	Sn(Ss)	—	—	338	402	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果			
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)		
HPCS-001-019H	バリアブルハンガ	VS60-14	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照	27	15×2	27		
HPCS-002-086S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100					185	230
HPCS-003-906B	ロッドレストレイント	RST-2					39	67

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	計算荷重(kN)		許容荷重(kN)	
					引張り	せん断	引張り	せん断
HPCS-002-062R	レストレイント	埋込金物	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照	208	55	479	204	

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
E22-F003	仕切弁	β (S s)	7.3	0.5	20.0	20.0	193	280
E22-F004	テストダブル チェック弁	β (S s)	6.7	7.1	20.0	20.0	55	259

* 応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*								
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表			
1	HPCS-001	21	142	274	1.92	○	21	223	366	1.64	○	21	600	366	0.61	○	21	0.1557	○

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S									
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*						
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	疲労評価
1	HPCS-002	75	106	201	1.89	○	75	173	335	1.93	○	75	338	402	1.18	○	—
2	HPCS-003	19	85	220	2.58	—	19	108	364	3.37	—	16	186	440	2.36	—	—

注記* : III_AS の一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから, 地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	13
3.1 計算方法	13
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3 設計条件	16
3.4 材料及び許容応力	26
3.5 設計用地震力	27
4. 解析結果及び評価	29
4.1 固有周期及び設計震度	29
4.2 評価結果	41
4.2.1 管の応力評価結果	41
4.2.2 支持構造物評価結果	43
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	44
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	45

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、高圧炉心スプレイ系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全4モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

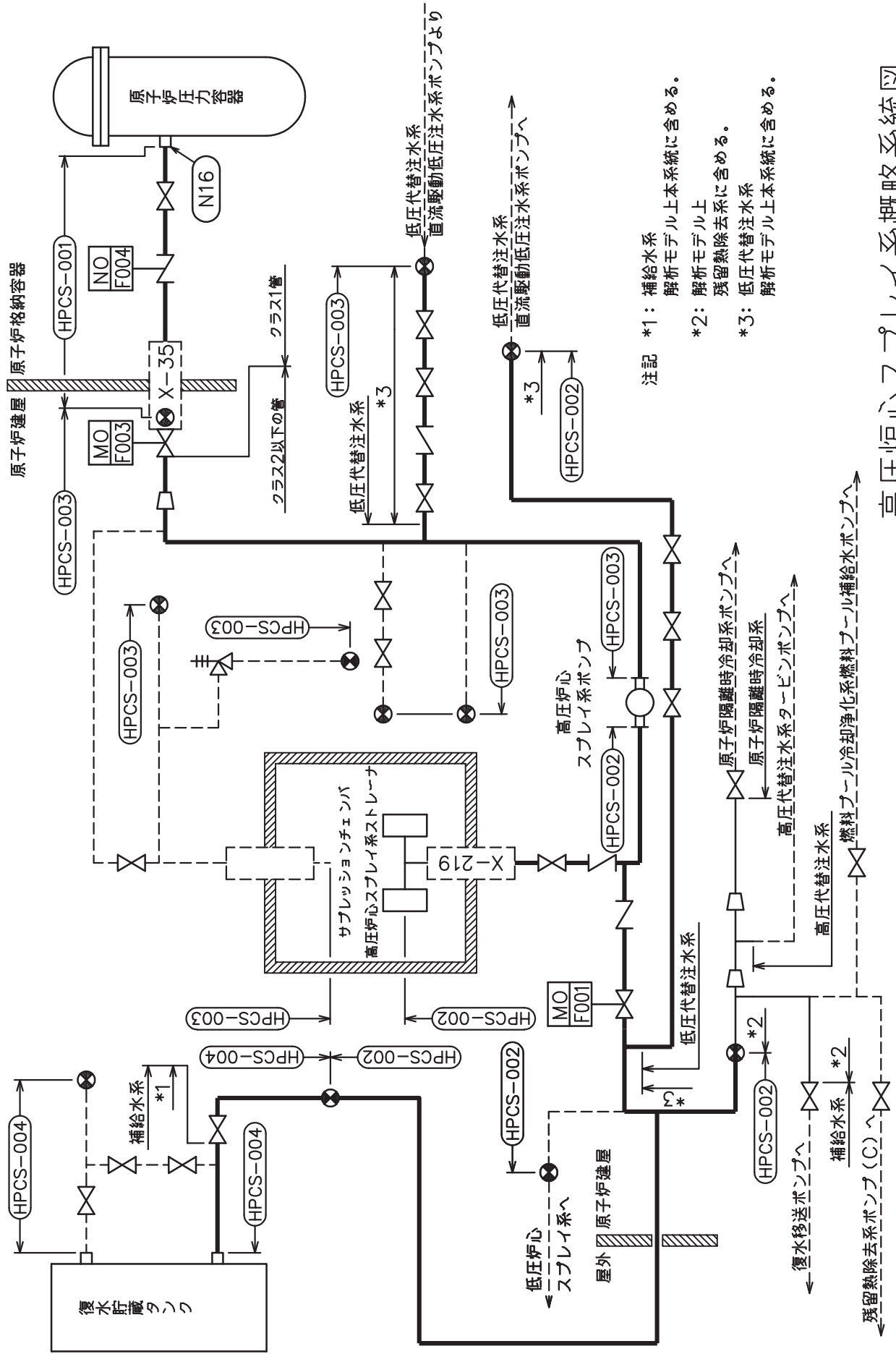
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例


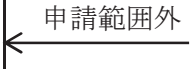




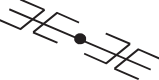

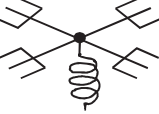
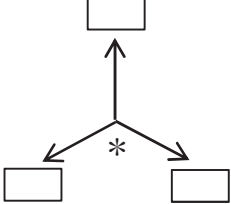
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



高圧炉心スプレイ系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)



鳥瞰図 HPCS-002-1/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-2/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-3/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-4/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002-5/5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



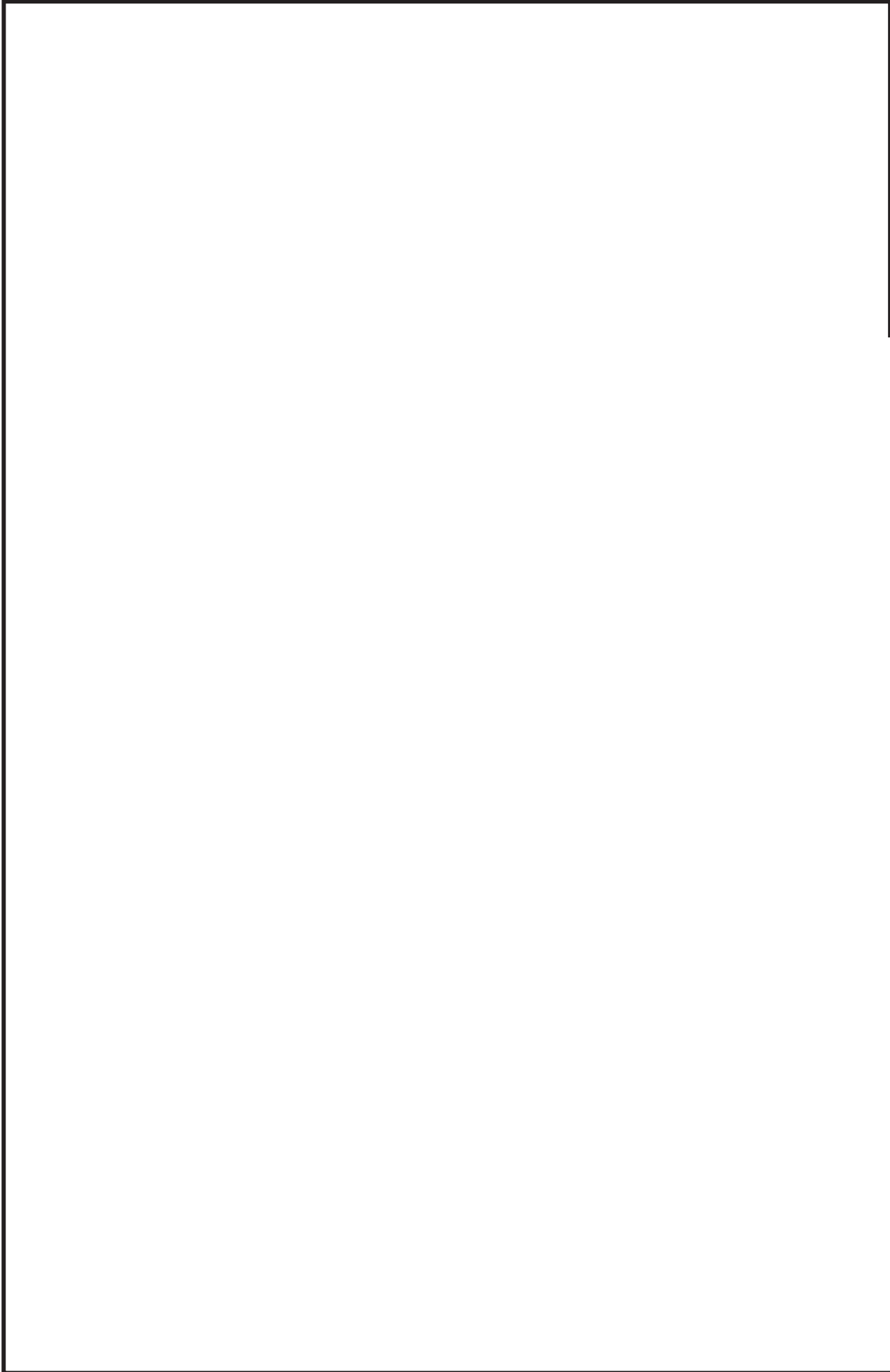
鳥瞰図 HPCS-004-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-004-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-004-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高压炉心スプレイ系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス2管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高压代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉冷却システム施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	低压代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉格納施設	压力低減設備その他の安全設備	原子炉格納容器下部注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	原子炉格納容器代替スプレイ系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	高圧代替注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	低圧代替注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設/防止（拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，（L）は荷重が長期間作用している状態，（LL）は（L）より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	66	406.4	9.5	SUS304	—	191720
2	1.37	66	406.4	9.5	SGV410	—	200360
3	1.37	100	406.4	9.5	SGV410	—	198000
4	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	9.5	SGV410	—	191000
5	1.37	100	508.0	9.5	SGV410	—	198000
6	1.37	66	165.2	7.1	SUS304	—	191720
7	1.37	66	165.2	7.1	SUS304TP	—	191720
8	1.37	66	165.2	7.1	STS410	—	200360

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	32	33	44	45	46	221	222	281	282	501	502	503	802	811	903
	904	905													
2	33	34													
3	36	37	38	39	40	42	43	431	901						
4	59	60	61	62	63	64	65	66	85	86	812	813	814	855	954
	956														
5	43	68	69	70	72	73	74	75	84	432	801				
6	502	504													
7	504	505													
8	505	506	507	509	510	511	512	513	515	516	517	519	520	521	522
	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537
	538														

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		22		62		505		535	
2		23		63		506		536	
3		24		64		510		537	
4		25		65		511		538	
5		26		69		512		801	
6		27		73		516		802	
7		28		74		520		811	
8		29		75		521		812	
9		30		84		522		813	
10		32		85		523		814	
11		33		86		524		855	
12		37		221		525		901	
13		38		222		526		903	
14		39		281		527		904	
15		43		282		528		905	
16		44		431		529		954	
17		45		432		530		956	
18		46		501		531			
19		59		502		532			
20		60		503		533			
21		61		504		534			

O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
34		40		66		70		507	
35		41		67		71		508	
36		42		68		72		509	
76			78						
77			79						

弁 6		弁 7	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
513		517	
514		518	
515		519	
539			
540			

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
弁1	35			
弁2	41			
弁3	67			
弁4	71			
弁5	508			
弁6	514			
弁7	518			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
4						
11						
14						
18						
23						
26						
** 26 **						
** 32 **						
39						
46						
** 57 **						
62						
** 62 **						
69						
75						
** 77 **						
** 79 **						
84						
** 86 **						
506						
** 506 **						



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
511						
516						
524						
530						
538						
** 540 **						
** 901 **						
** 903 **						
904						
905						
** 954 **						
956						

O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 4

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	静水頭	66	406.4	9.5	SUS304	—	191720
2	1.37	66	406.4	9.5	SUS304	—	191720

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 4

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	801					
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	60	61	62	802	803	804
	902	903	904	905											

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		13		22		32		803	
2		14		23		33		804	
3		15		24		34		902	
4		16		26		35		903	
5		17		27		60		904	
6		18		28		61		905	
7		19		29		62			
8		20		30		801			
12		21		31		802			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
9	
10	
11	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	10			

O 2 ⑤ VI-2-5-5-1-3(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 H P C S - 0 0 4

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
7						
14						
16						
22						
28						
30						
32						
35						
60						
902						
903						
** 904 **						
905						

--

02 ⑤ VI-2-5-5-1-3(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SGV410	66	—	212	384	—
	100	—	201	373	—
	200	—	189	362	—
STS410	66	—	231	407	—
SUS304	66	—	188	479	—
SUS304TP	66	—	188	479	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
H P C S - 0 0 2	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
H P C S - 0 0 4	原子炉建屋		
	復水貯蔵タンク連絡トレンチ		
	復水貯蔵タンクバルブ室		
	復水貯蔵タンク		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPCS-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s		
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1		応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1	
				Y 方向	Y 方向				
1 次									
2 次									
3 次									
4 次									
5 次									
6 次									
7 次									
8 次									
14 次									
15 次*2									
動的震度*3									
静的震度*4									

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPCS-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
14 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

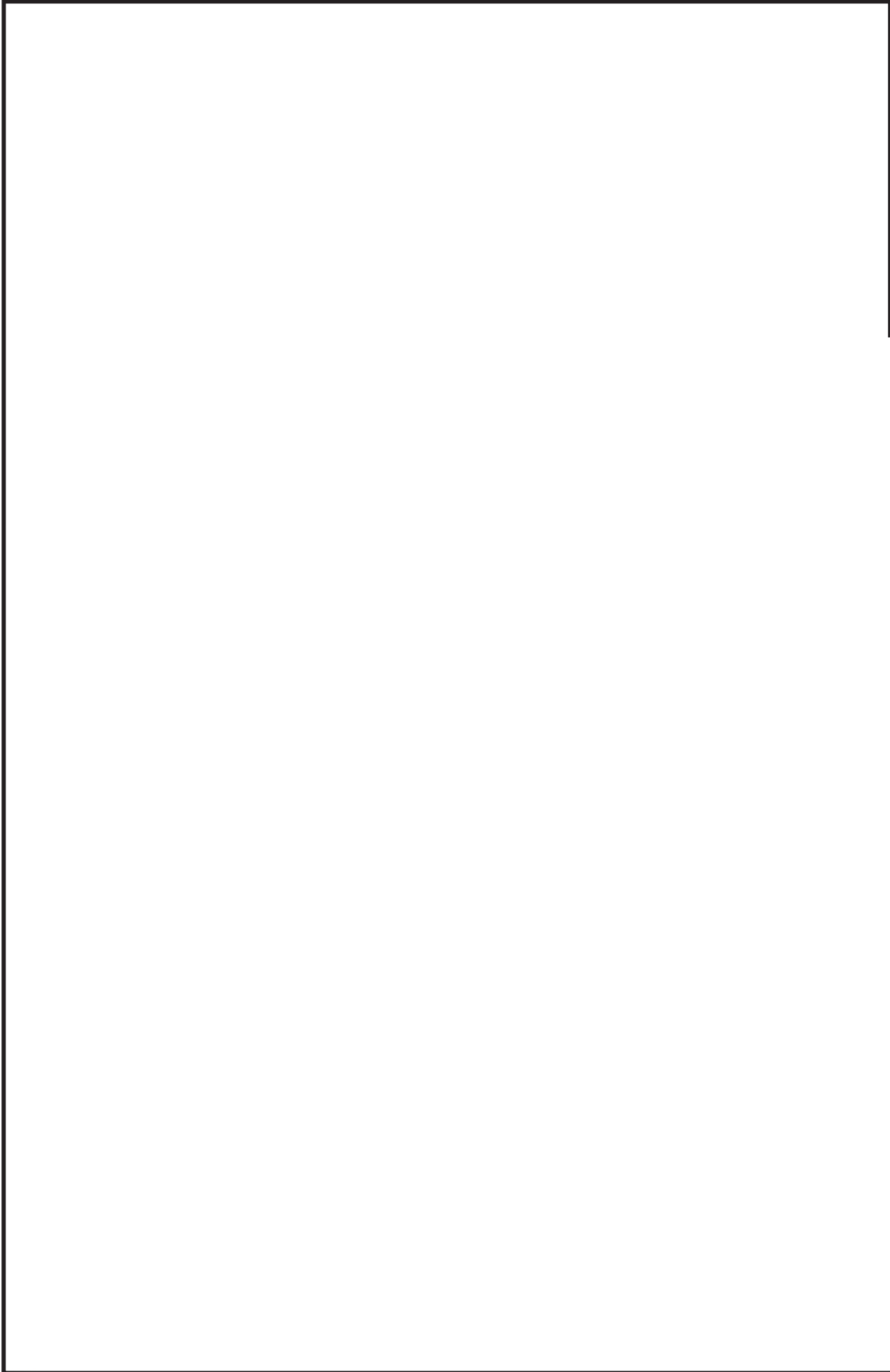
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



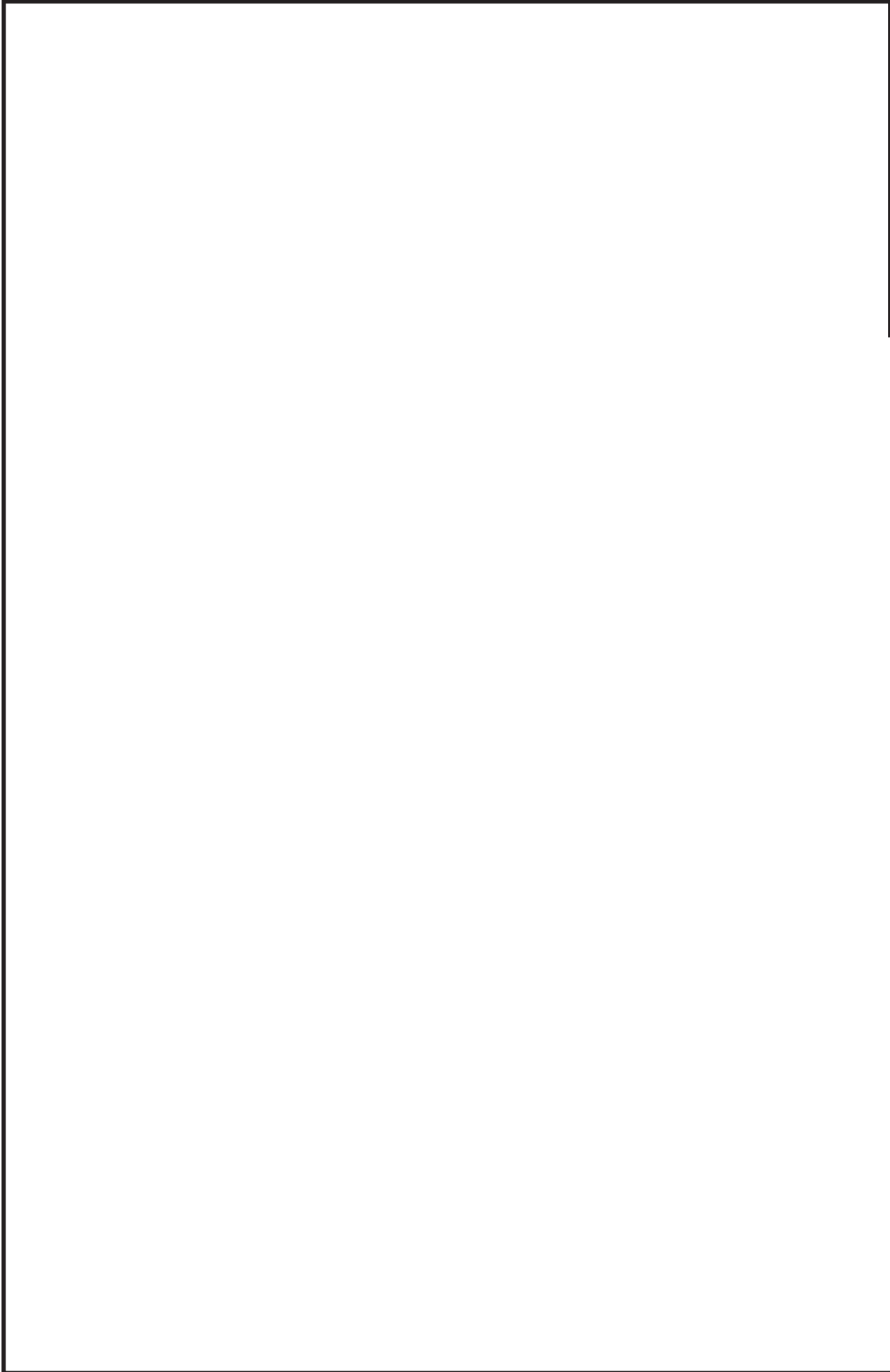
鳥瞰図 HPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPCS-004

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1
			X 方 向	Z 方 向		X 方 向	Z 方 向	
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
9 次								
10 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

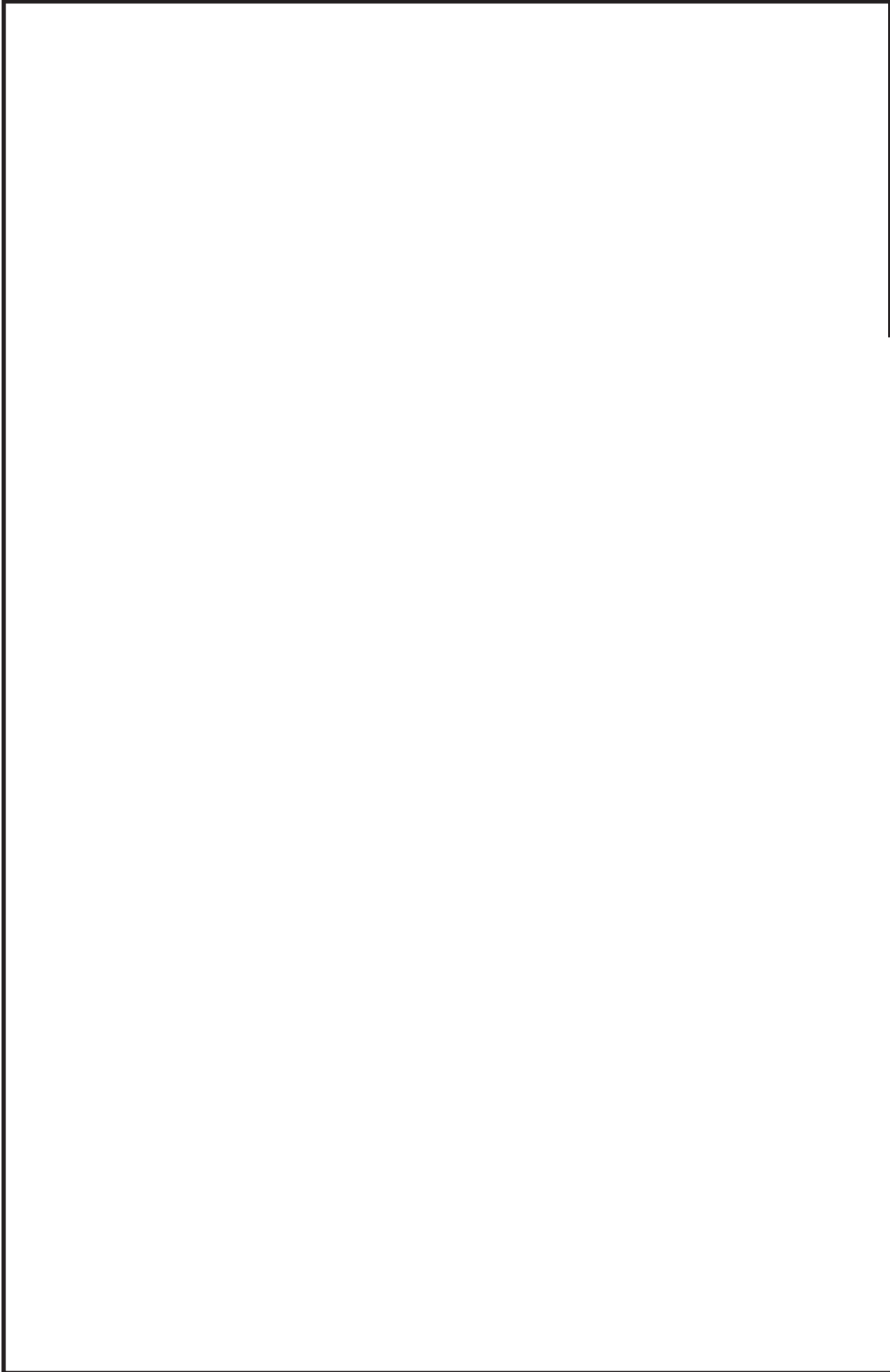
鳥瞰図 HPCS-004

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
9次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

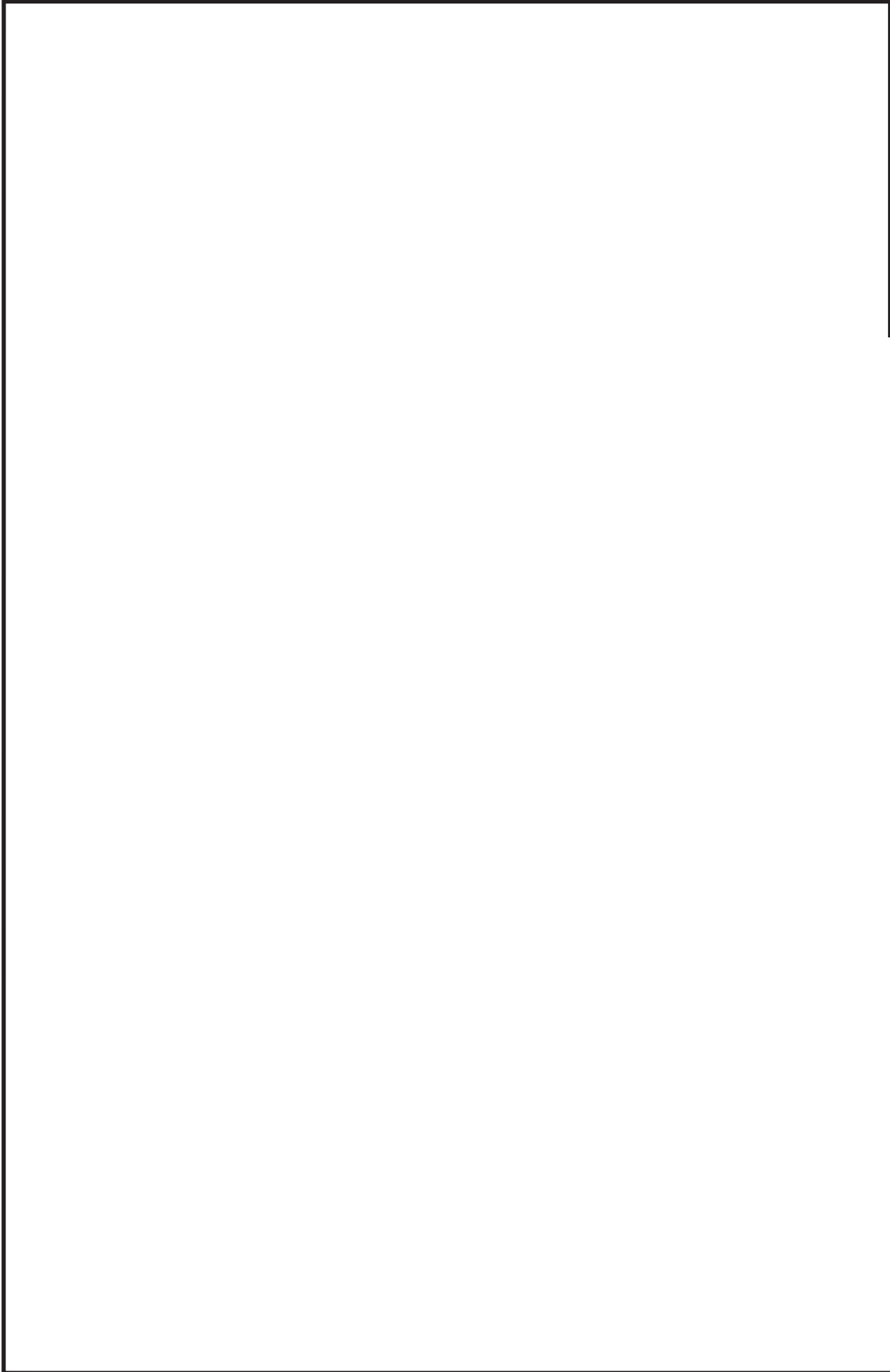
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 HPCS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 HPCS-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
HPCS-002	V _A S	538	Sprm(Ss) Sn(Ss)	185	366	—	—	USs —
	V _A S	538		—	—	366	462	

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
HPCS-004	V _A S	1	Sprm(Ss) Sn(Ss)	139	431	—	—	USs
	V _A S	1		—	—	305	376	

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
HPCS-001-019H	バリアブルハンガ	VS60-14	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		27	15×2
HPCS-002-086S	メカニカルスナッパ	SMS-10-100			211	230
HPCS-003-906B	ロッドレストレイント	RST-2			39	67

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
HPCS-002-004R	レストレイント	架構	STKR400	40	176	48	0	-	-	-	-	組合せ	138	280
HPCS-002-001A	アンカ	ラゲ	SUS304	66	37	31	195	31	38	5	組合せ	172	205	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	HPCS-002	538	185	366	1.97	○	538	366	462	1.26	—	—	—	—		
2	HPCS-003	302	158	366	2.31	—	302	315	462	1.46	—	—	—	—		
3	HPCS-004	1	139	431	3.10	—	1	305	376	1.23	○	—	—	—		

VI-2-5-5-1-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書
(高圧炉心スプレイ系)

本計算書では、高圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーの耐震性について説明するものである。

高圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーは残留熱除去系ストレーナ部ティー及び低圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーと同様の形状を有しており、評価条件については同等である。また、「VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書（残留熱除去系）」において耐震性の評価を実施しており、各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定し、鳥瞰図、計算条件、及び評価結果を記載している。

以上より、本計算書の評価結果については、「VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書（残留熱除去系）」による。

VI-2-5-5-2 低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-5-2-1 低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書
- VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書（低圧炉心スプレイ系）
- VI-2-5-5-2-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書（低圧炉心スプレイ系）

VI-2-5-5-2-2 低圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての
計算書

1. 概要

本計算書は、低圧炉心スプレイ系ストレーナの強度について説明するものである。

低圧炉心スプレイ系ストレーナは残留熱除去系ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ストレーナと同様の形状を有しており、解析モデルや評価条件については同等である。

また、添付書類「VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」において、ストレーナの解析モデルを用いた強度の評価を実施しており、その荷重条件については上記のストレーナで最大となる値を用いる。

以上より、本計算書の評価結果については、添付書類「VI-2-5-4-1-3 残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」による。

VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書
(低圧炉心スプレイ系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	8
3.1 計算方法	8
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
3.3 設計条件	10
3.4 材料及び許容応力	16
3.5 設計用地震力	17
4. 解析結果及び評価	19
4.1 固有周期及び設計震度	19
4.2 評価結果	31
4.2.1 管の応力評価結果	31
4.2.2 支持構造物評価結果	33
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	34
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	35

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、低圧炉心スプレイ系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物






工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

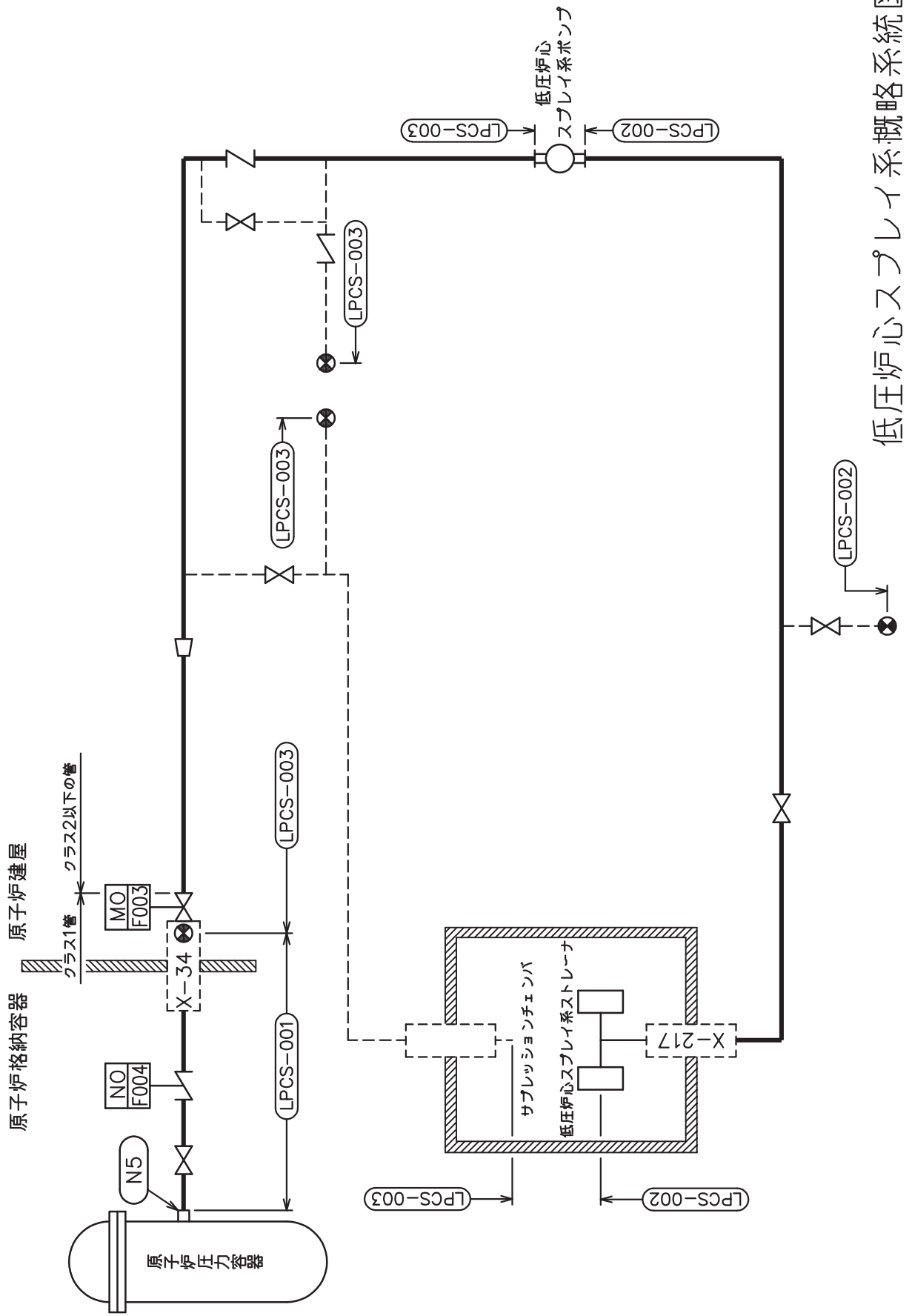
(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図
 2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例


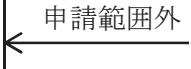



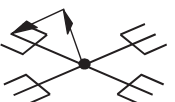
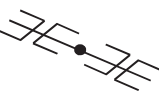

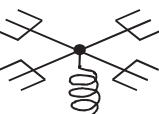
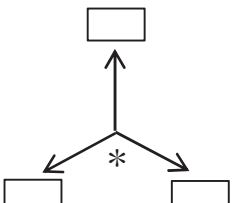
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

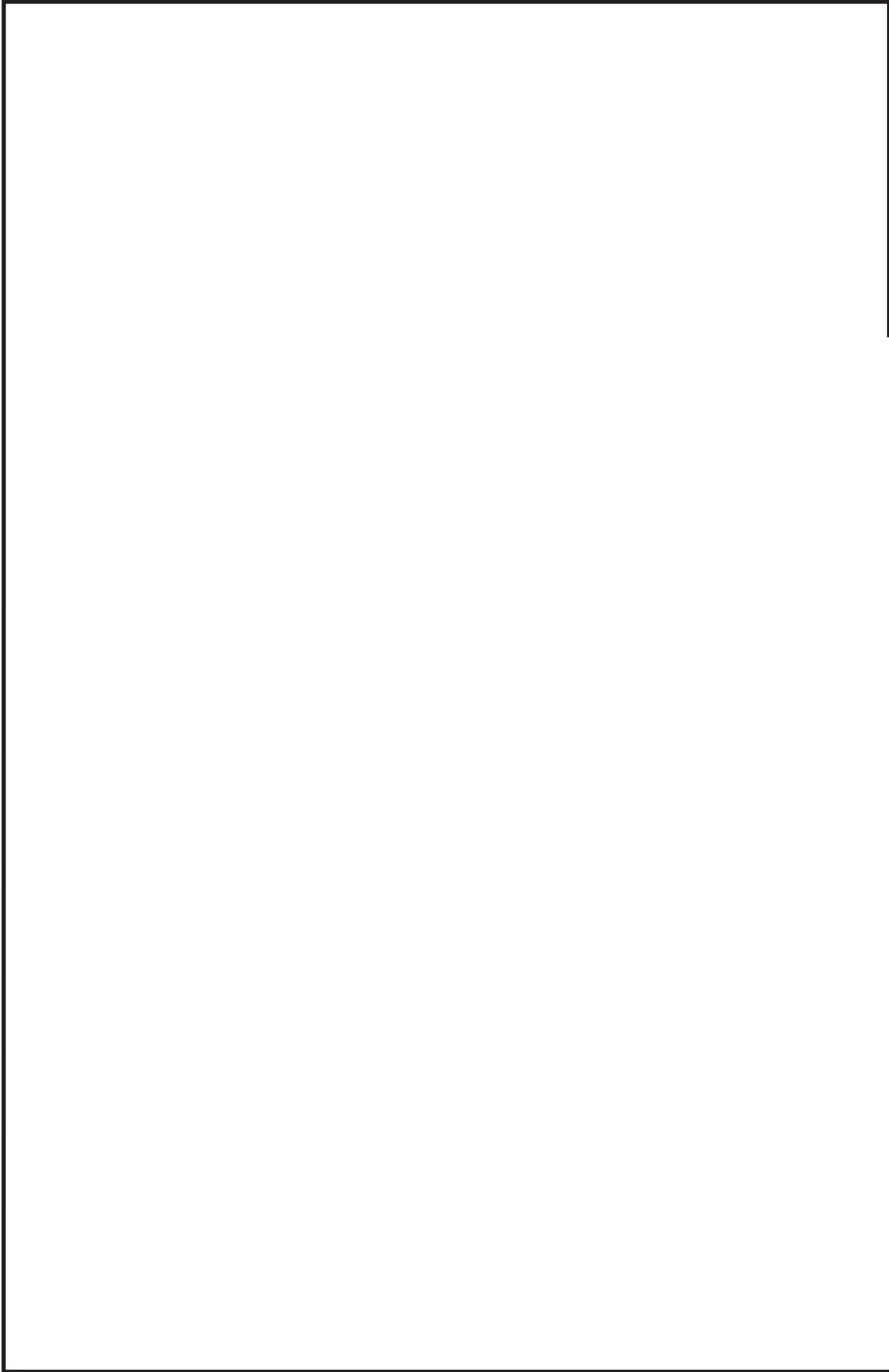


低圧炉心スプレー系概略系統図

2.2 鳥瞰図

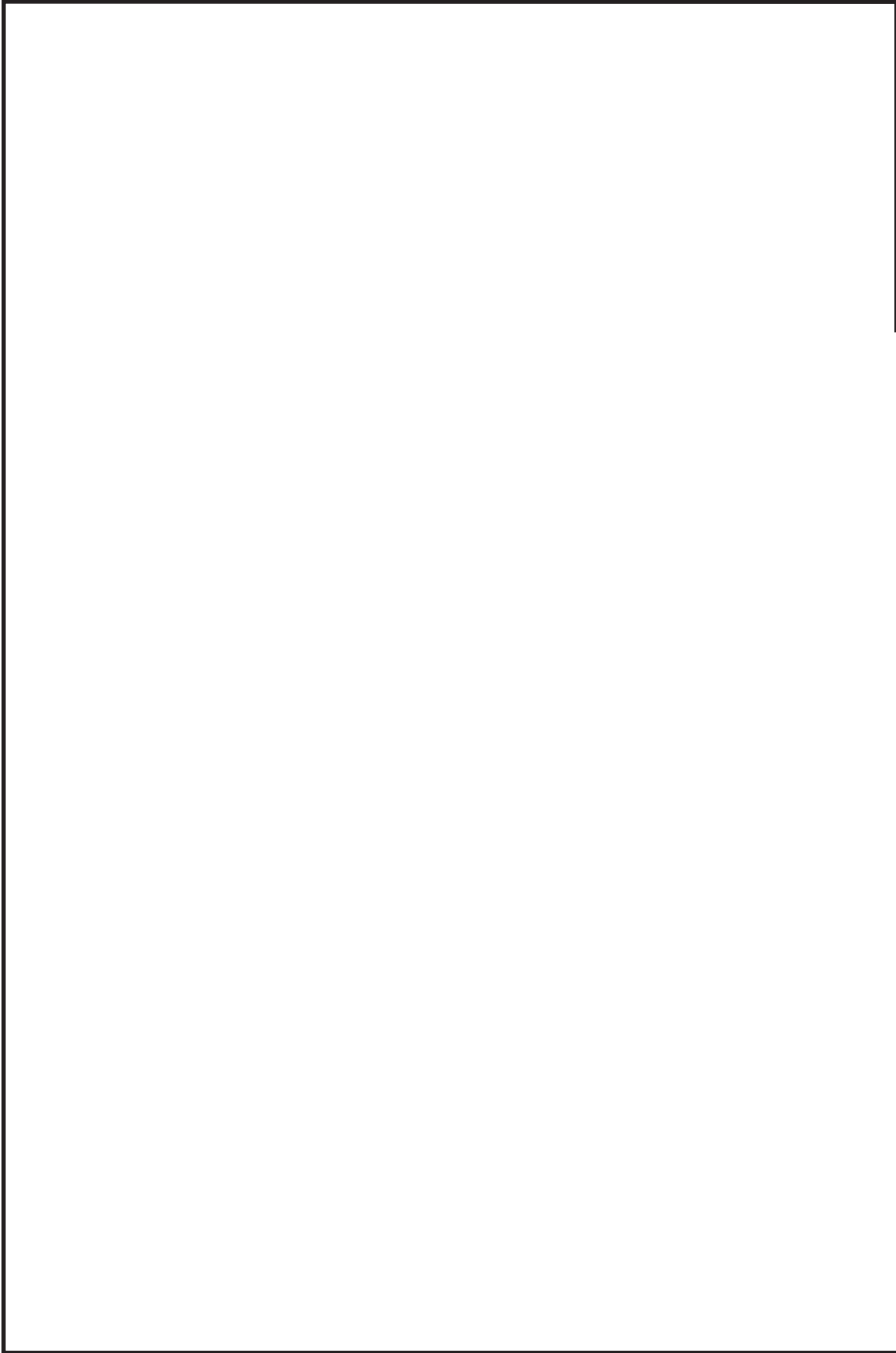
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)



鳥瞰図 LPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス1管	S	I _L +S d	III _A S
							II _L +S d	
							IV _L (L)+S d	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス2管	S	I _L +S s	IV _A S
							II _L +S s	
							I _L +S d	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス2管	S	II _L +S d	III _A S
							IV _L (L)+S d	
							I _L +S s	
							II _L +S s	IV _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	267.4	18.2	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点																																					
1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	50	801	802	901

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
5		12		22		32		39	
6		13		23		33		40	
7		14		24		34		50	
8		15		25		35		801	
9		19		29		36		802	
10		20		30		37		901	
11		21		31		38			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1 弁 2

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
16		26	
17		27	
18		28	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	17			
弁2	27			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 1

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
6						
** 12 **						
15						
** 15 **						
19						
** 21 **						
23						
** 29 **						
31						
** 34 **						
** 36 **						
40						
** 901 **						

--

O 2 ⑤ VI-2-5-5-2-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	427kPa (0.427MPa)	104	508.0	9.5	SGV410	S	197680
2	1.37	100	508.0	9.5	SGV410	S	198000

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	3	4	5	6	7	8	9	10	55	56	57	58	806	811	812
	954	956													
2	12	13	14	15	16	17	59	152	801	802	803				

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
3		9		55		205		811	
4		13		56		207		812	
5		14		57		801		954	
6		15		58		802		956	
7		16		59		803			
8		17		152		806			

注記) : 205, 207はストレーナの質点

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
10	
11	
12	
39	
901	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	11			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1 **						
6						
9						
17						
** 56 **						
** 57 **						
59						
901						
** 954 **						
956						



O 2 ⑤ VI-2-5-5-2-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	302	122	182	—	—
SGV410	100	—	201	373	—
	104	—	200	372	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
L P C S - 0 0 1	原子炉しゃへい壁		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
L P C S - 0 0 2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 LPCS-001

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	
								応答水 Y 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 LPCS-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

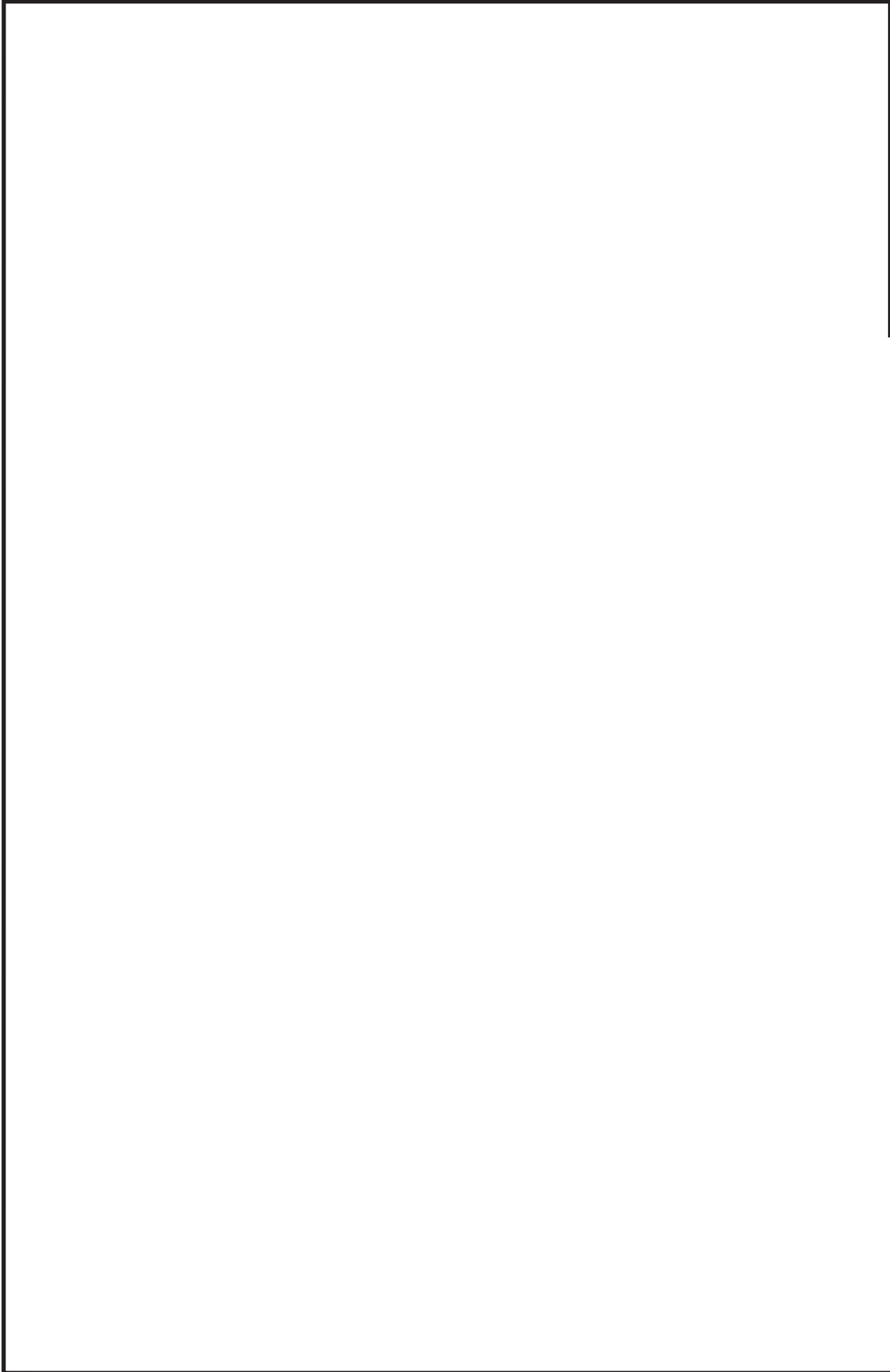
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 LPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 LPCS-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1		応答水 平震度*1	応答鉛直震度*1
			X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	X 方 向		
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
13 次								
14 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

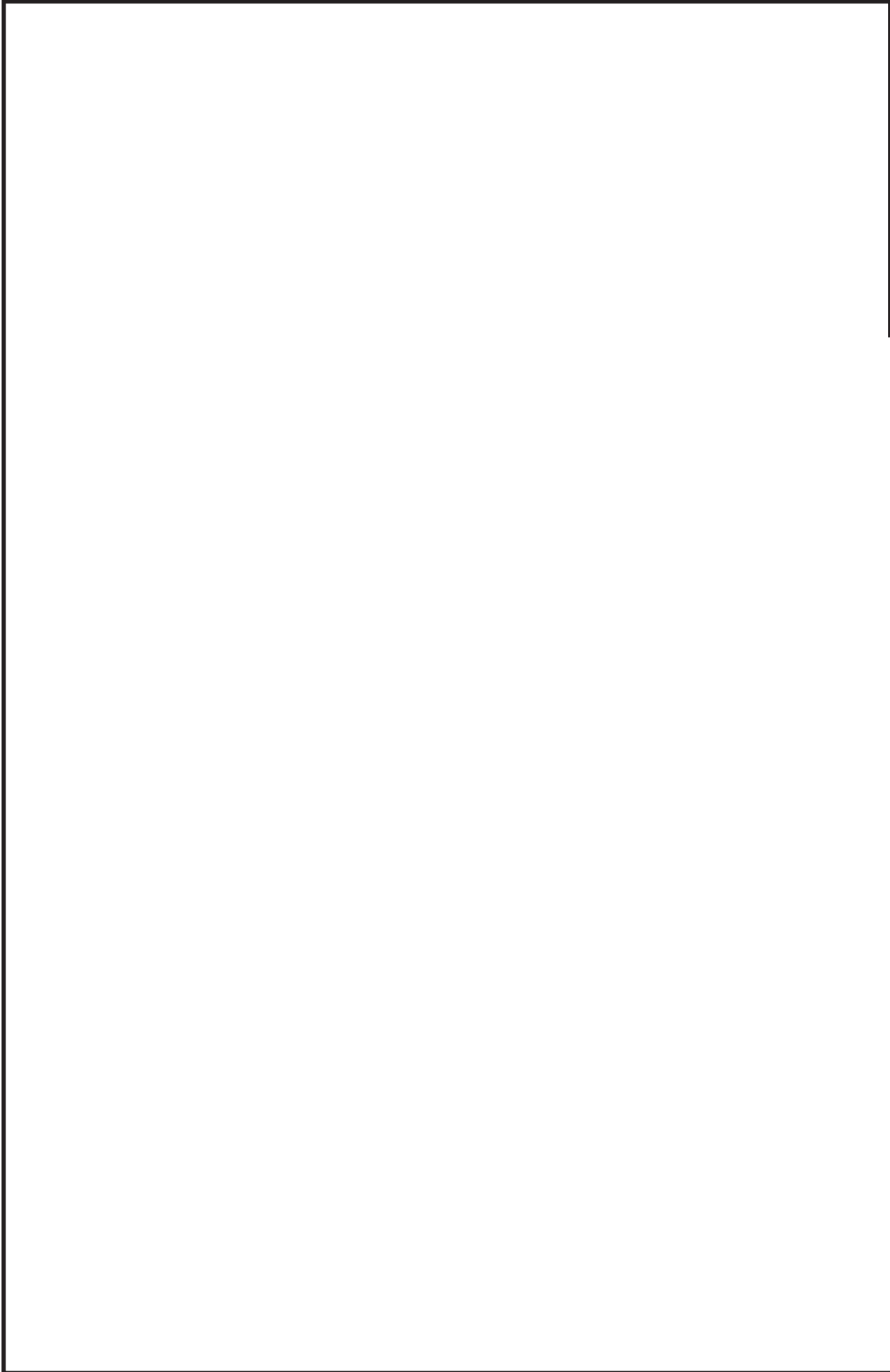
鳥瞰図 LPCS-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
13次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
					一次応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 2.25・Sm 3・Sm	ねじり応力 St(Sd) St(Ss)	許容応力 0.55・Sm 0.73・Sm	一次+二次応力 Sn(Sd) Sn(Ss)	許容応力	
LPCS-001	III _A S	14	ELBOW	Spr m(S d)	155	274	—	—	—	—	—
	III _A S	10	ELBOW	S t(S d)	—	—	57	67	—	—	—
	III _A S	14	ELBOW	S n(S d)	—	—	—	—	394 **	366	0.0396
	III _A S	14	ELBOW	U+U S d	—	—	—	—	—	—	0.0396
	IV _A S	14	ELBOW	S p r m(S s)	211	366	—	—	—	—	—
	IV _A S	10	ELBOW	S t(S s)	—	—	83	89	—	—	—
	IV _A S	14	ELBOW	S n(S s)	—	—	—	—	599 **	366	0.3237
	IV _A S	14	ELBOW	U+U S s	—	—	—	—	—	—	0.3237

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力	許容応力	
LPCS-002	III _A S	3	Spr m(Sd)	90	200	—	—	—
	IV _A S	3	Spr m(Ss)	137	334	—	—	—
	IV _A S	3	Sn(Ss)	—	—	268	400	USs

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
LPCS-002-954S	メカニカルスナッパ	SMS-16-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		142	368
LPCS-002-956B	ロッドレストレイント	RTS-16			151	240
LPCS-002-059H	スプリングダハンガ	VS30T-17			34	39

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)		
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
LPCS-003-019R	レストレイント	ラダ	SGV410	100	216	106	133	-	-	-	-	せん断	89	116

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
E21-F003	電動ゲート弁	β (S s)	6.6	2.4	20.0	20.0	136	280
E21-F004	テスタブル チェック弁	β (S s)	8.2	7.7	20.0	20.0	117	259

* 応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス1管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			一次応力			一次+二次応力*			一次+二次応力*								
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表			
1	LPCS-001	14	155	274	1.76	○	14	211	366	1.73	○	14	599	366	0.61	○	14	0.3237	○

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス 2 以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S						許容応力状態 IV _A S											
		一次応力			一次応力			一次応力			一次+二次応力*			疲労評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労係数	代表
1	LPCS-002	3	90	200	2.22	○	3	137	334	2.43	○	3	268	400	1.49	○	—	—	—
2	LPCS-003	39	73	220	3.01	—	39	96	364	3.79	—	10	160	440	2.75	—	—	—	—

注記* : III_AS の一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから, 地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	7
3.1 計算方法	7
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	8
3.3 設計条件	9
3.4 材料及び許容応力	12
3.5 設計用地震力	13
4. 解析結果及び評価	14
4.1 固有周期及び設計震度	14
4.2 評価結果	20
4.2.1 管の応力評価結果	20
4.2.2 支持構造物評価結果	21
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	22
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	23

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、低圧炉心スプレイ系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

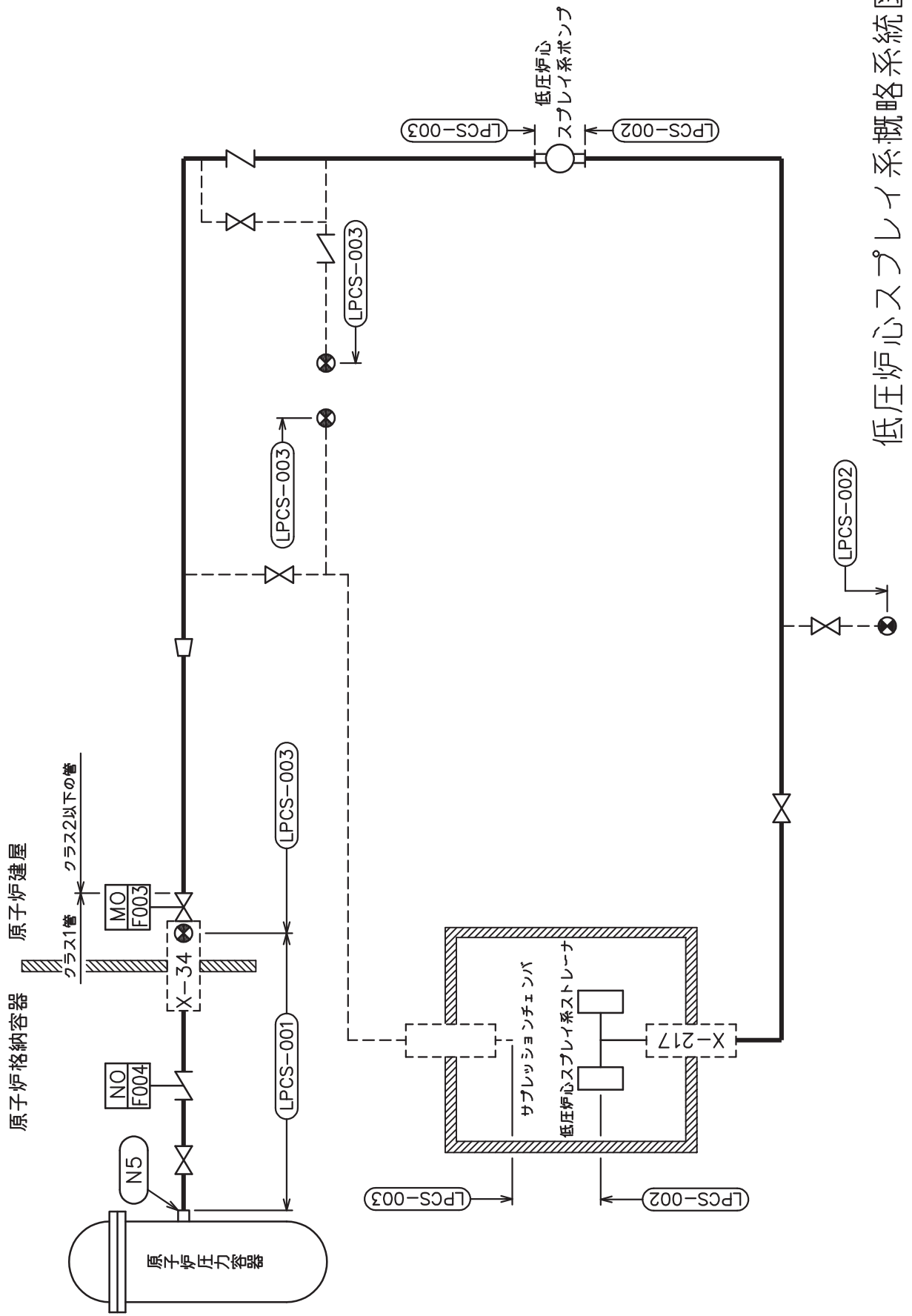
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例


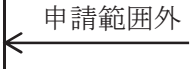




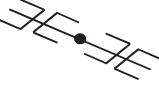

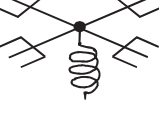
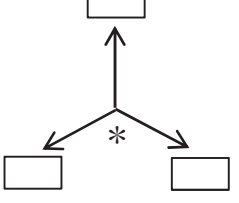
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

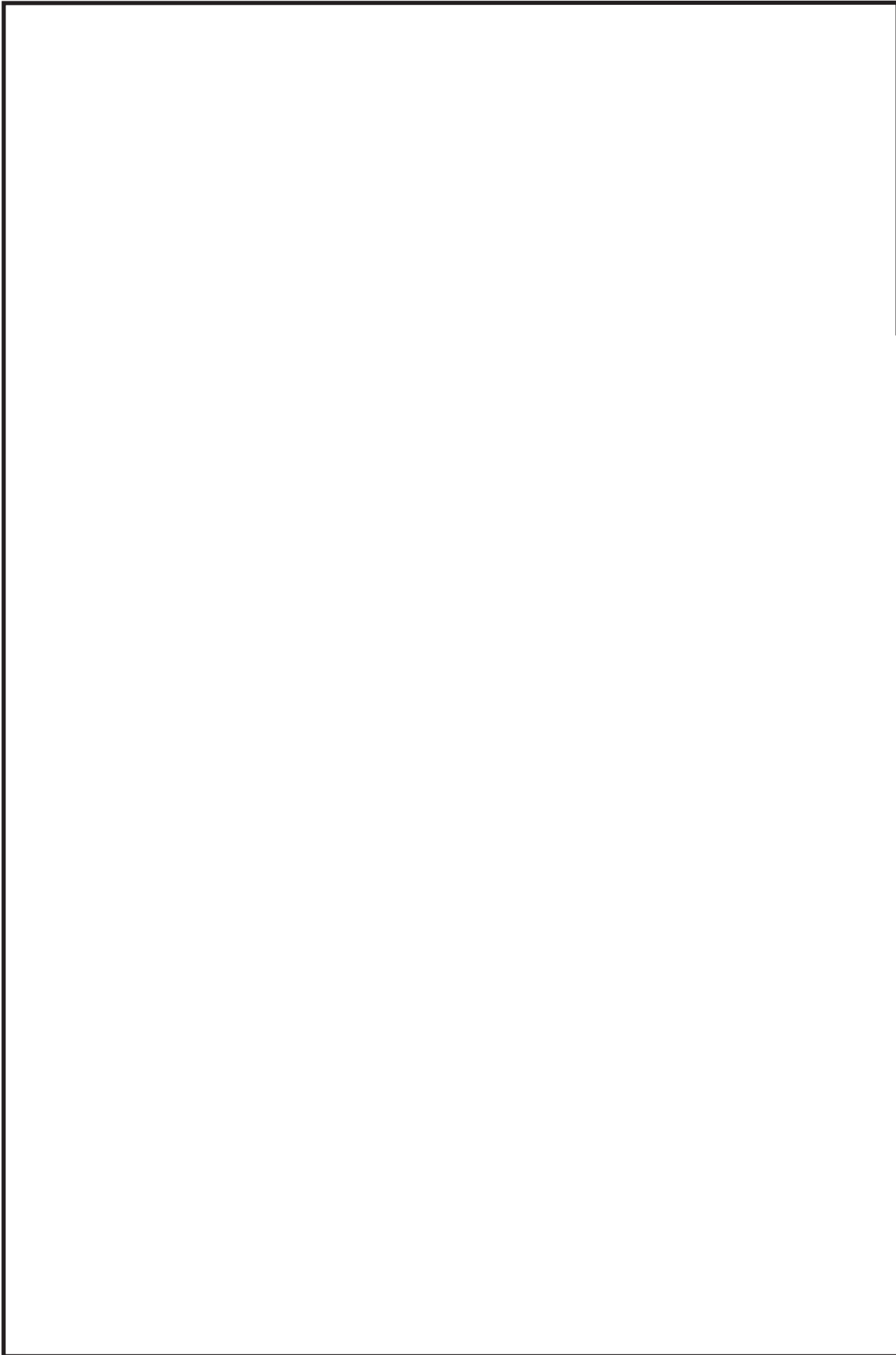


低圧炉心スプレー系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図 LPCS-002-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	S A	常設/防止(拡張)	重大事故等クラス2管	—	$V_L(L) + S d$	V_{AS}
							$V_L(LL) + S s$	
							$V_L + S s$	

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設/防止(拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態，(LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を使用し，許容応力状態 IV_{AS} として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	9.5	SGV410	—	191000
2	1.37	100	508.0	9.5	SGV410	—	198000

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	3	4	5	6	7	8	9	10	55	56	57	58	806	811	812
	954	956													
2	12	13	14	15	16	17	59	152	801	802	803				

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
3		9		55		205		811	
4		13		56		207		812	
5		14		57		801		954	
6		15		58		802		956	
7		16		59		803			
8		17		152		806			

注記) : 205, 207はストレーナの質点

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
10	
11	
12	
39	
901	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	11			

O 2 ⑤ VI-2-5-5-2-3(重) R 0

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 L P C S - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1 **						
6						
9						
17						
** 56 **						
** 57 **						
59						
901						
** 954 **						
956						

--

O 2 ⑤ VI-2-5-5-2-3(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SGV410	100	—	201	373	—
	200	—	189	362	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
L P C S - 0 0 2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 LPCS-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
13 次								
14 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I 及び1.2C_V より定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 LPCS-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
13 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

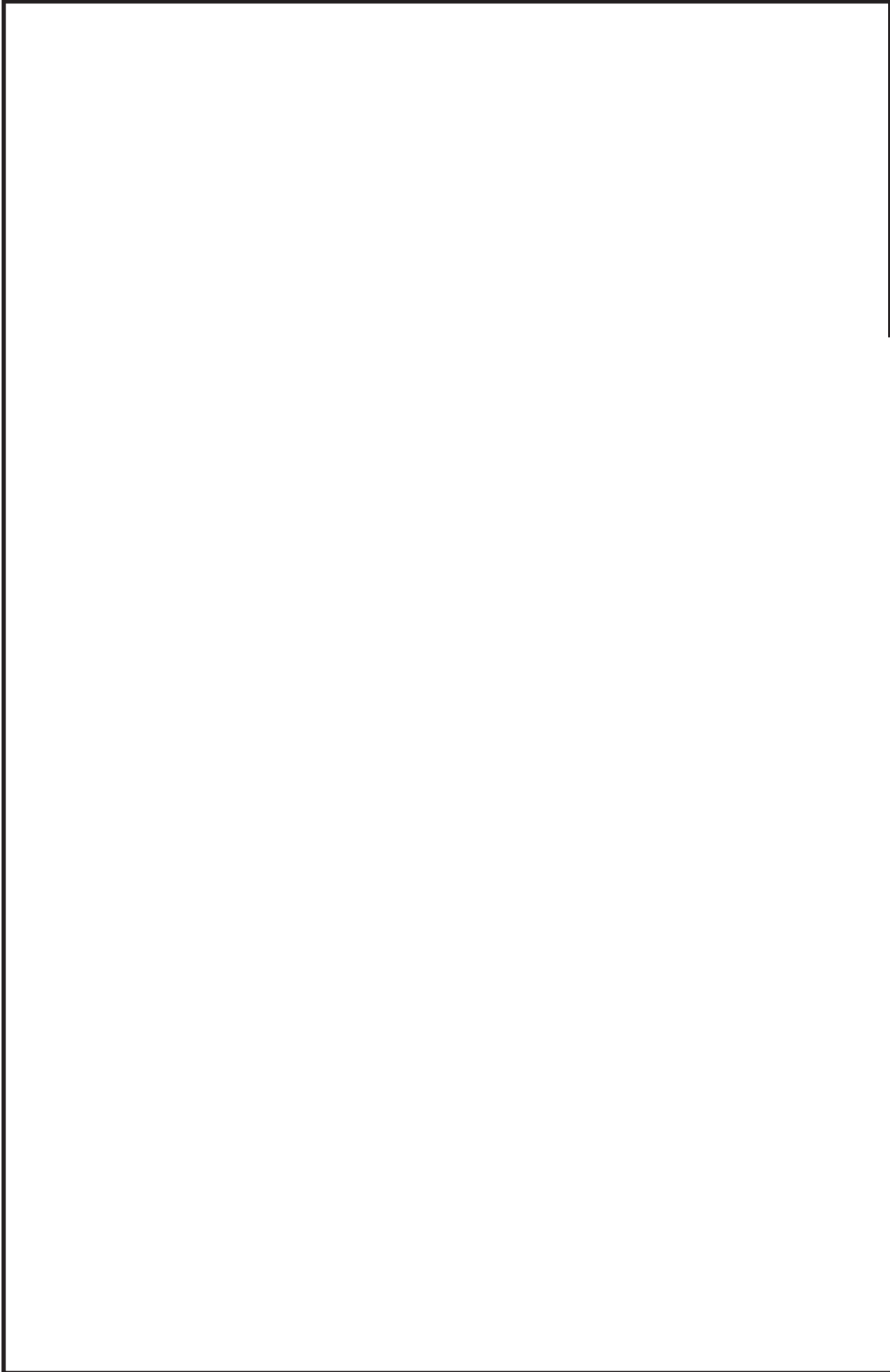
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 LPCS-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
LPCS-002	V _A S V _A S	3 3	Spr m(S s) S n(S s)	141 —	325 —	— 317	— 378	— — U S s

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
LPCS-002-954S	メカニカルスナッパ	SMS-16-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		158	368
LPCS-002-956B	ロッドレストレイント	RTS-16			167	240
LPCS-002-059H	スプリングハンガ	VS30T-17			34	39

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
LPCS-003-019R	レストレイント	ラグ	SGV410	100	222	105	125	-	-	-	せん断	91	116

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力				一次+二次応力				疲労評価				
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	LPCS-002	3	141	325	2.30	○	3	317	378	1.19	○	—	—	—
2	LPCS-003	39	95	364	3.83	—	10	162	440	2.71	—	—	—	—

VI-2-5-5-2-4 ストレーナ部ティーの耐震計算書
(低圧炉心スプレイ系)

本計算書では、低圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーの耐震性について説明するものである。

低圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーは残留熱除去系ストレーナ部ティー及び高圧炉心スプレイ系ストレーナ部ティーと同様の形状を有しており、評価条件については同等である。また、「VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書（残留熱除去系）」において耐震性の評価を実施しており、各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定し、鳥瞰図、計算条件、及び評価結果を記載している。

以上より、本計算書の評価結果については、「VI-2-5-4-1-5 ストレーナ部ティーの耐震計算書（残留熱除去系）」による。

VI-2-5-5-5 代替水源移送系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-5-5-5-1 管の耐震性についての計算書（代替水源移送系）

VI-2-5-5-5-1 管の耐震性についての計算書
(代替水源移送系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	6
3.1 計算方法	6
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
3.3 設計条件	8
3.4 材料及び許容応力	11
3.5 設計用地震力	12
4. 解析結果及び評価	13
4.1 固有周期及び設計震度	13
4.2 評価結果	14
4.2.1 管の応力評価結果	14
4.2.2 支持構造物評価結果	15
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	16
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	17

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、代替水源移送系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

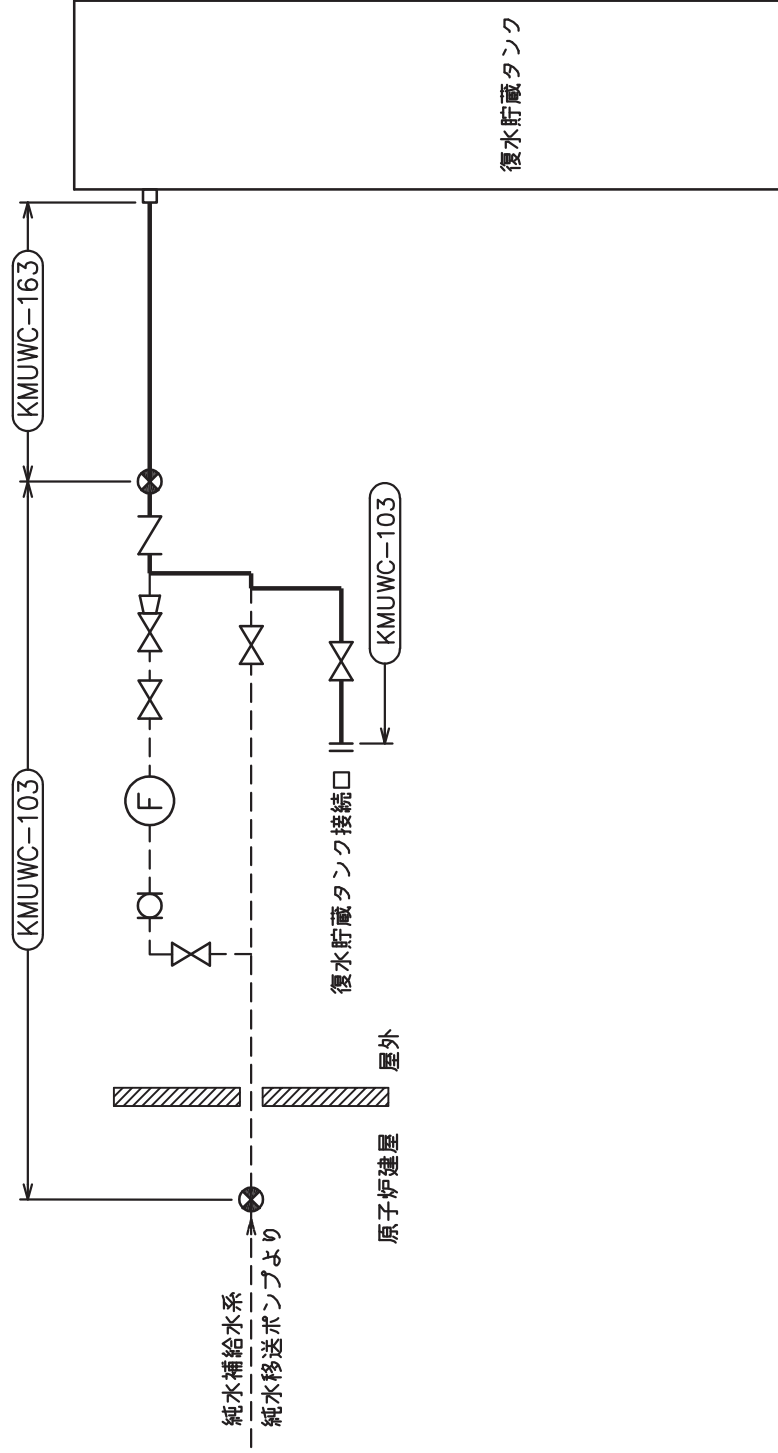
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図


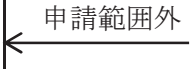



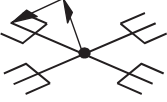
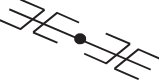

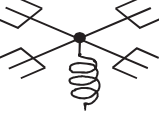
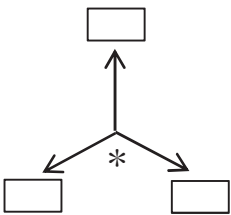
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



鳥瞰図 KMUWC-163

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	代替水源移送系	S A	常設／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S

注記*1：D Bは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 KMUWC - 1 6 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	静水頭	66	165.2	7.1	SUS304TP	—	191720

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 KMUWC-163

管名称	対 応 す る 評 価 点													
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		4		7		10		13	
2		5		8		11		14	
3		6		9		12			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 KMUWC-163

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
5						
** 5 **						
** 9 **						
** 11 **						
14						

02 ⑤ VI-2-5-5-5-1(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SUS304TP	66	—	188	479	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
KMUWC-163	復水貯蔵タンクバルブ室		
	復水貯蔵タンクしゃへい壁		
	復水貯蔵タンク		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 KMUWC-163

適用する地震動等	S d 及び静的震度			S s		
	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答鉛直震度*1
モード	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次*2						
動的震度*3						
静的震度*4						

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050s以下であることを示す。

*3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力状態	最大応力評価点	最大応力区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S s)	許容応力 0. 9 ⋅ S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2 ⋅ S y	
KMUWC- 163	V _A S	14	S p r m (S s)	57	431	—	—	—
	V _A S	14	S n (S s)	—	—	125	376	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
KMUWC-103-061A	アソカ	ラグ	SUS304	66	5	2	10	1	3	1	組合せ	33	205	
KMUWC-103-117R	レストレイメント	Uプレート	SUS304	40	8	7	20	—	—	—	せん断	47	118	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	KMUWC-103	117	40	431	10.77	—	117	80	376	4.70	—	—	—	—		
2	KMUWC-163	14	57	431	7.56	○	14	125	376	3.00	○	—	—	—		

VI-2-5-6 原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書

目次

VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書

VI-2-5-6-2 補給水系の耐震性についての計算書

VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-6-1-1 原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-5-6-1-2 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービンの耐震性についての計算書
- VI-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書（原子炉隔離時冷却系）

VI-2-5-6-1-3 管の耐震性についての計算書
(原子炉隔離時冷却系)

設計基準対象施設

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	13
3.1 計算方法	13
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3 設計条件	15
3.4 材料及び許容応力	24
3.5 設計用地震力	25
4. 解析結果及び評価	28
4.1 固有周期及び設計震度	28
4.2 評価結果	46
4.2.1 管の応力評価結果	46
4.2.2 支持構造物評価結果	49
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	50
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	51

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、原子炉隔離時冷却系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全5モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

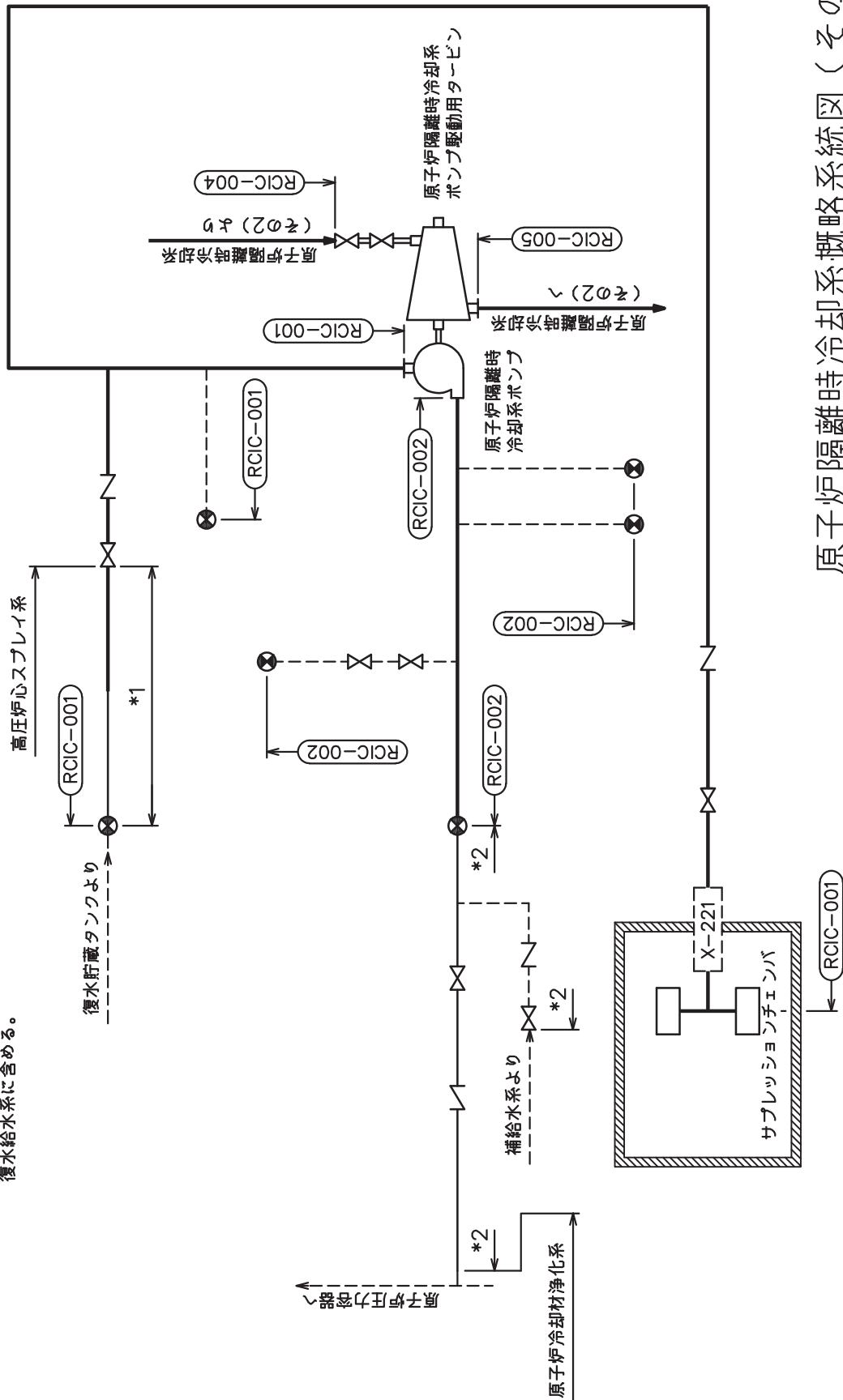
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

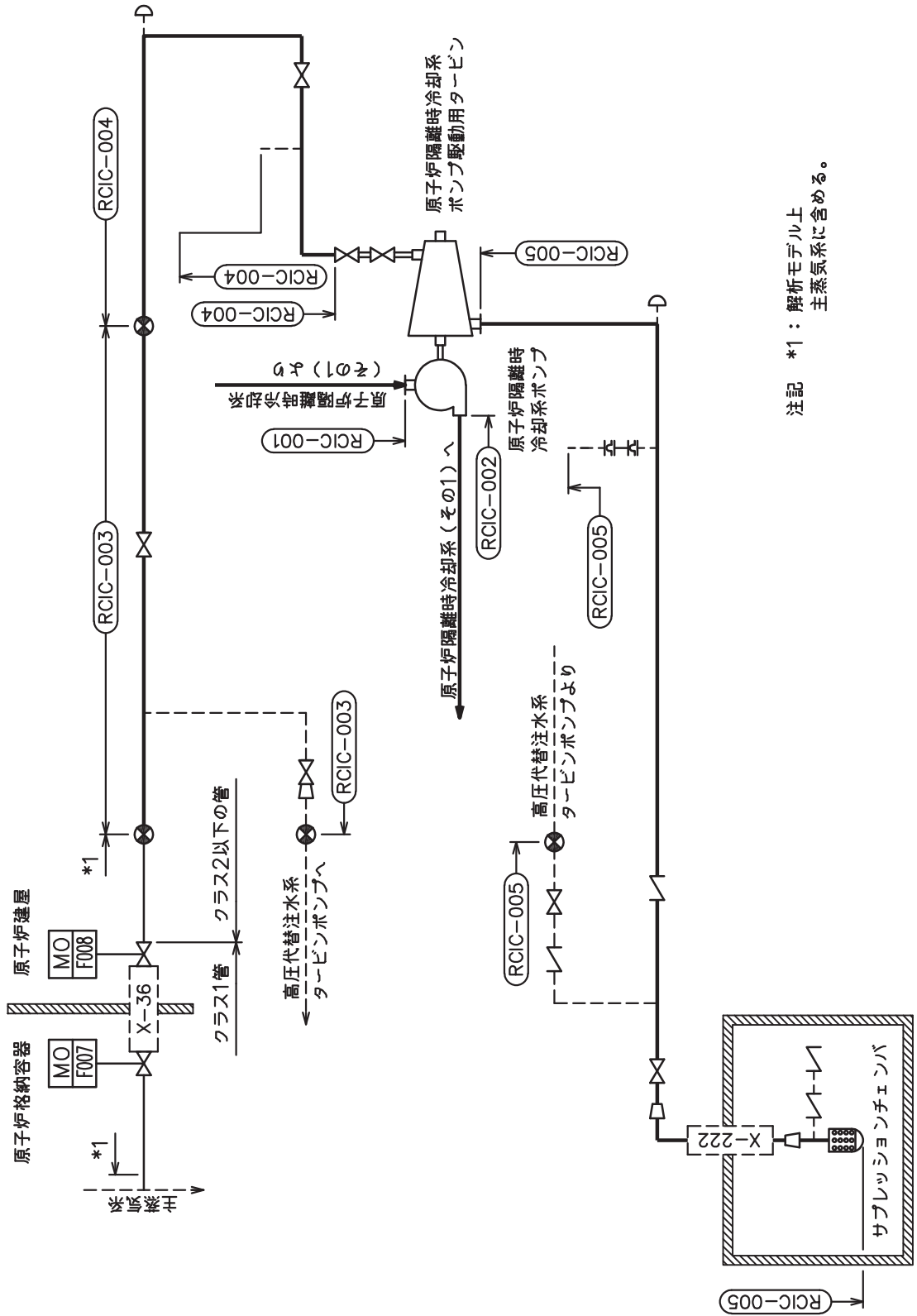
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

注記 *1： 高圧炉心スプレイス
解析モデル上本系統に含める。
*2： 解析モデル上
復水給水系に含める。



原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その1)


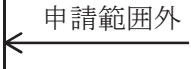
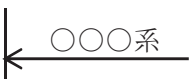


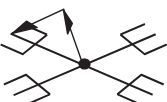
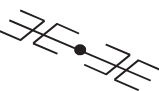

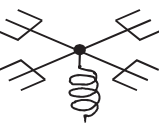
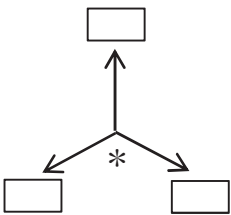


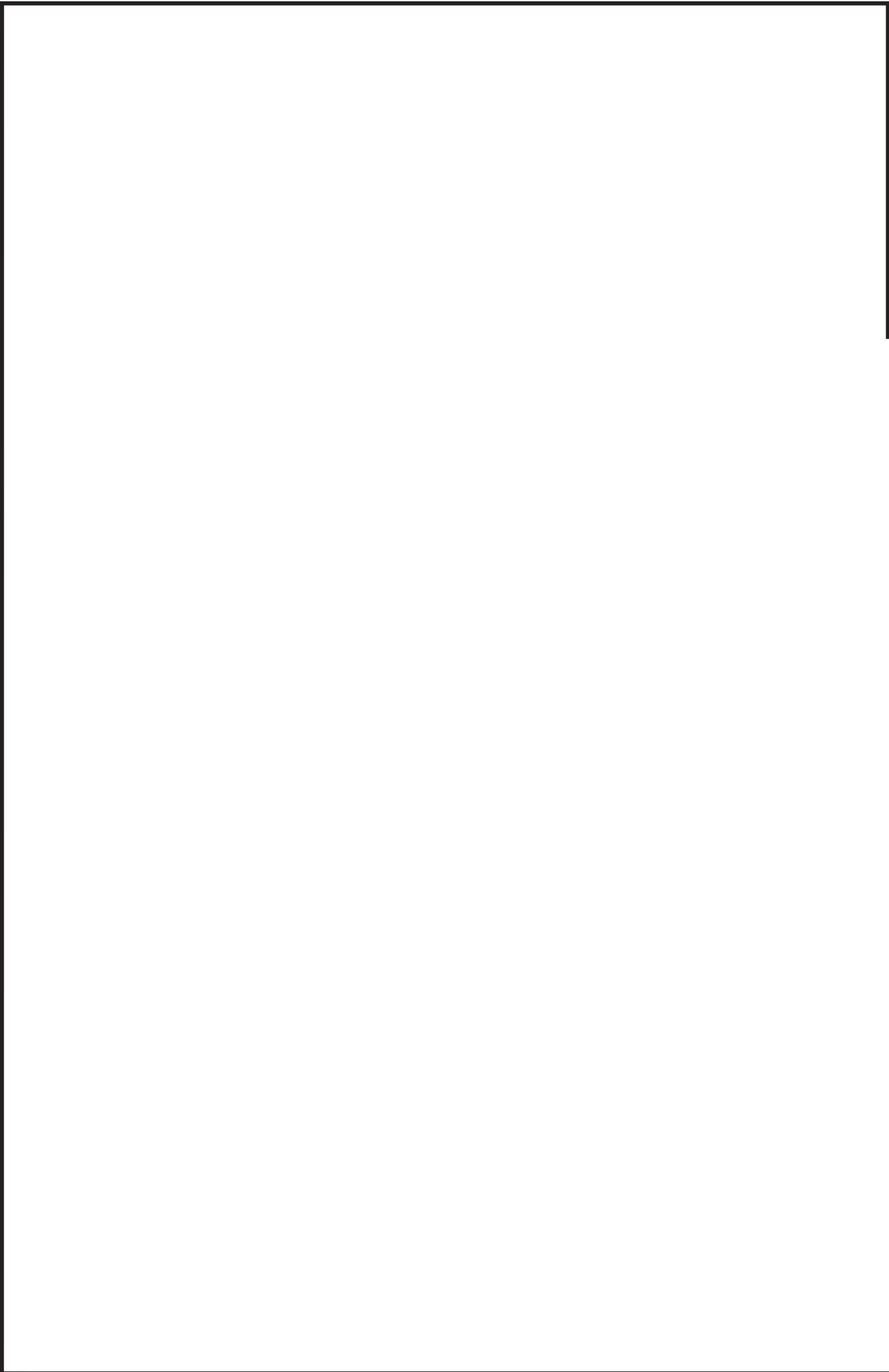
注記 *1: 解析モデル上
主蒸気系に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その2)

2.2 鳥瞰図

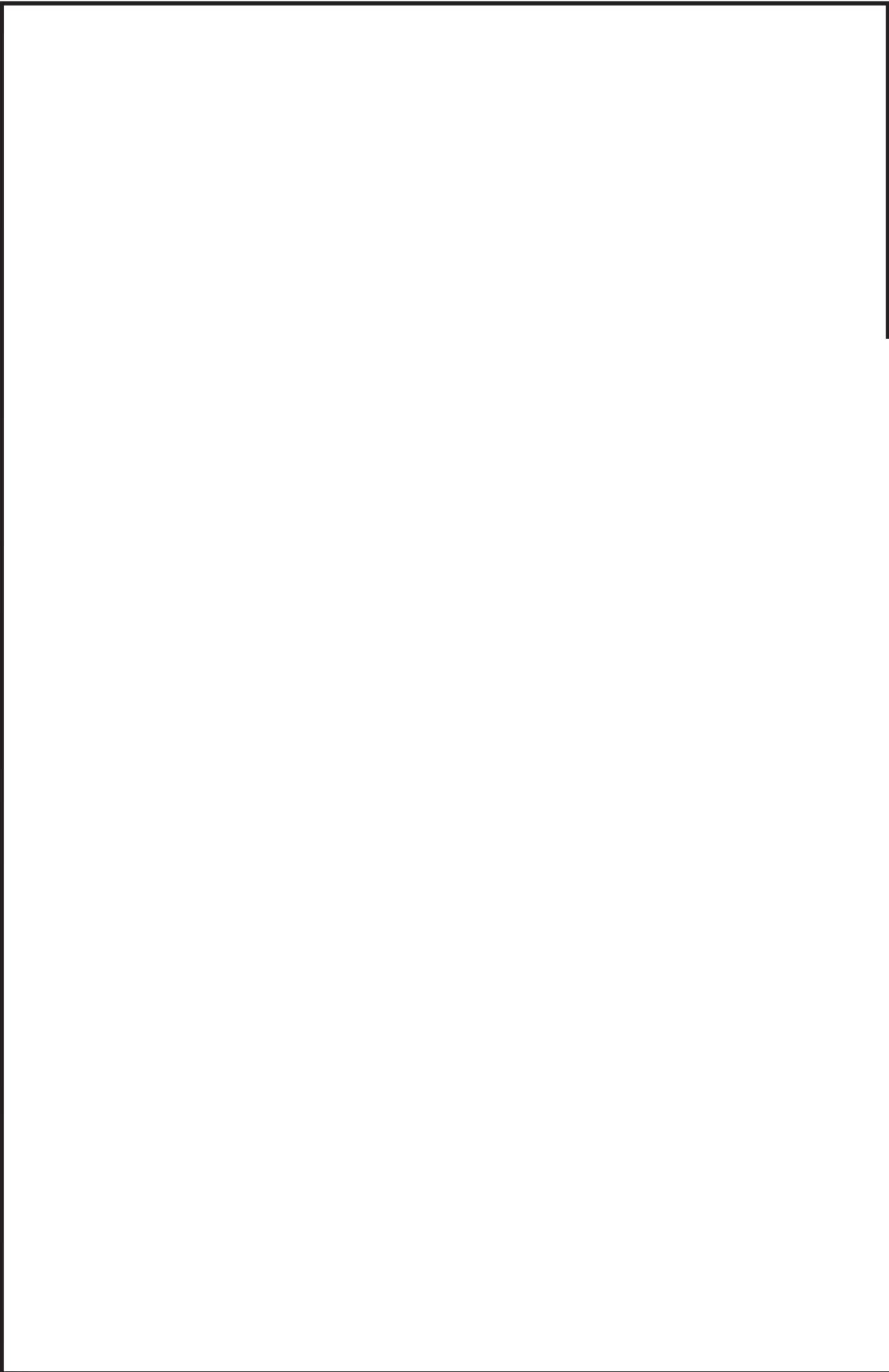
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また， 内に変位量を記載する。)



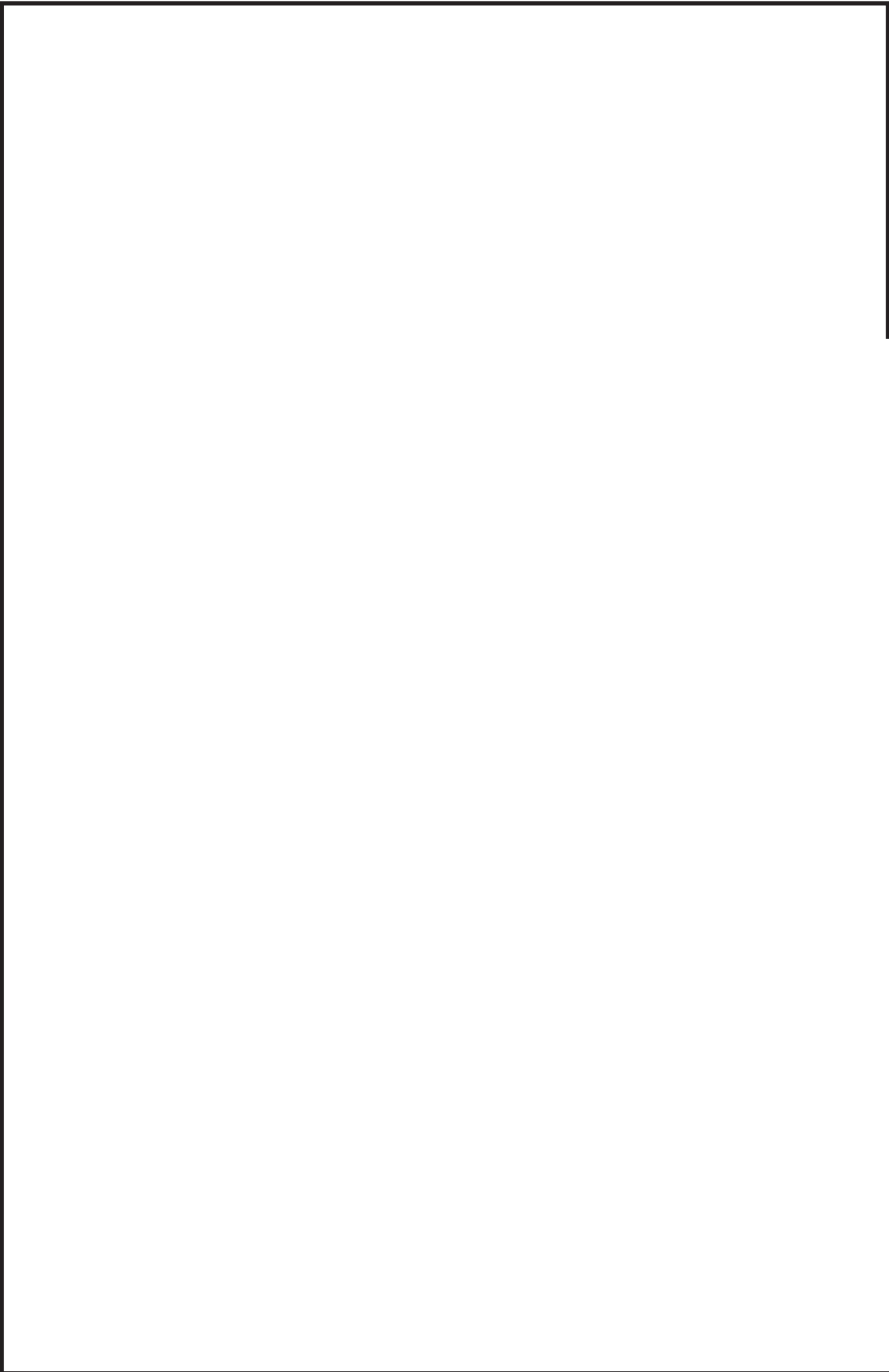
鳥瞰図 RCIC-002-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



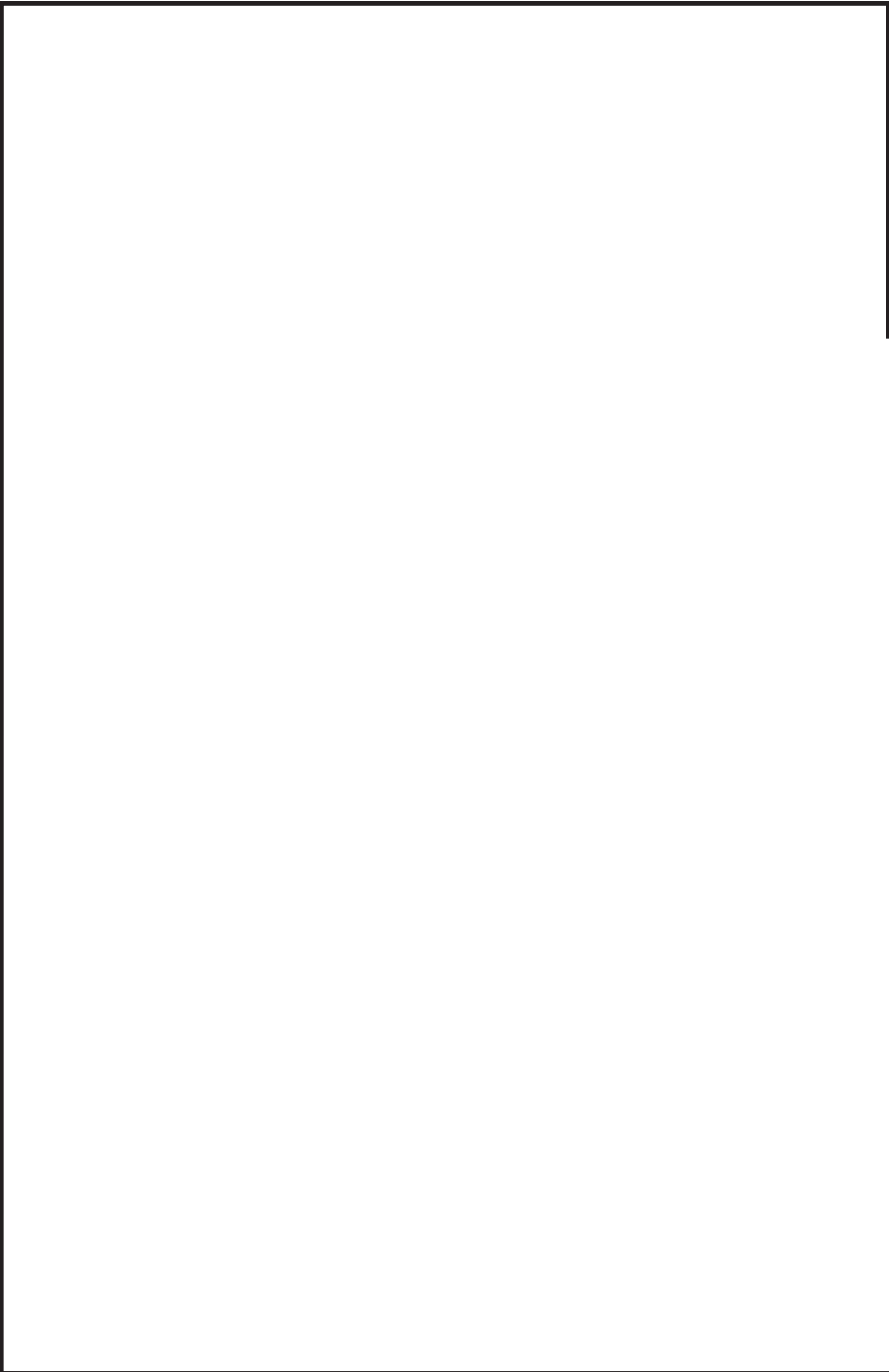
鳥瞰図 | RCIC-002-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



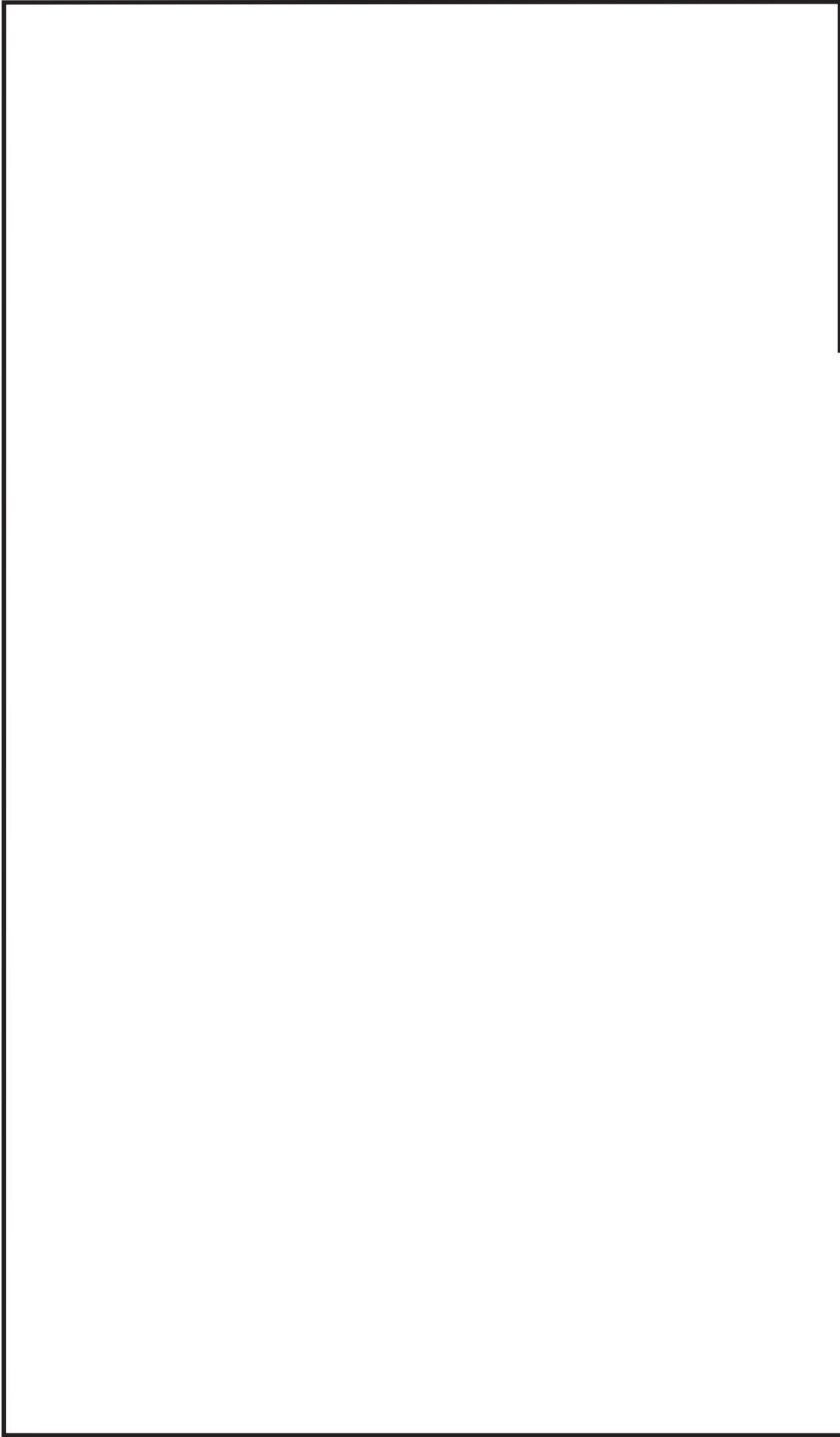
鳥瞰図 | RCIC-002-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-003-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

RCIC-003-2/2

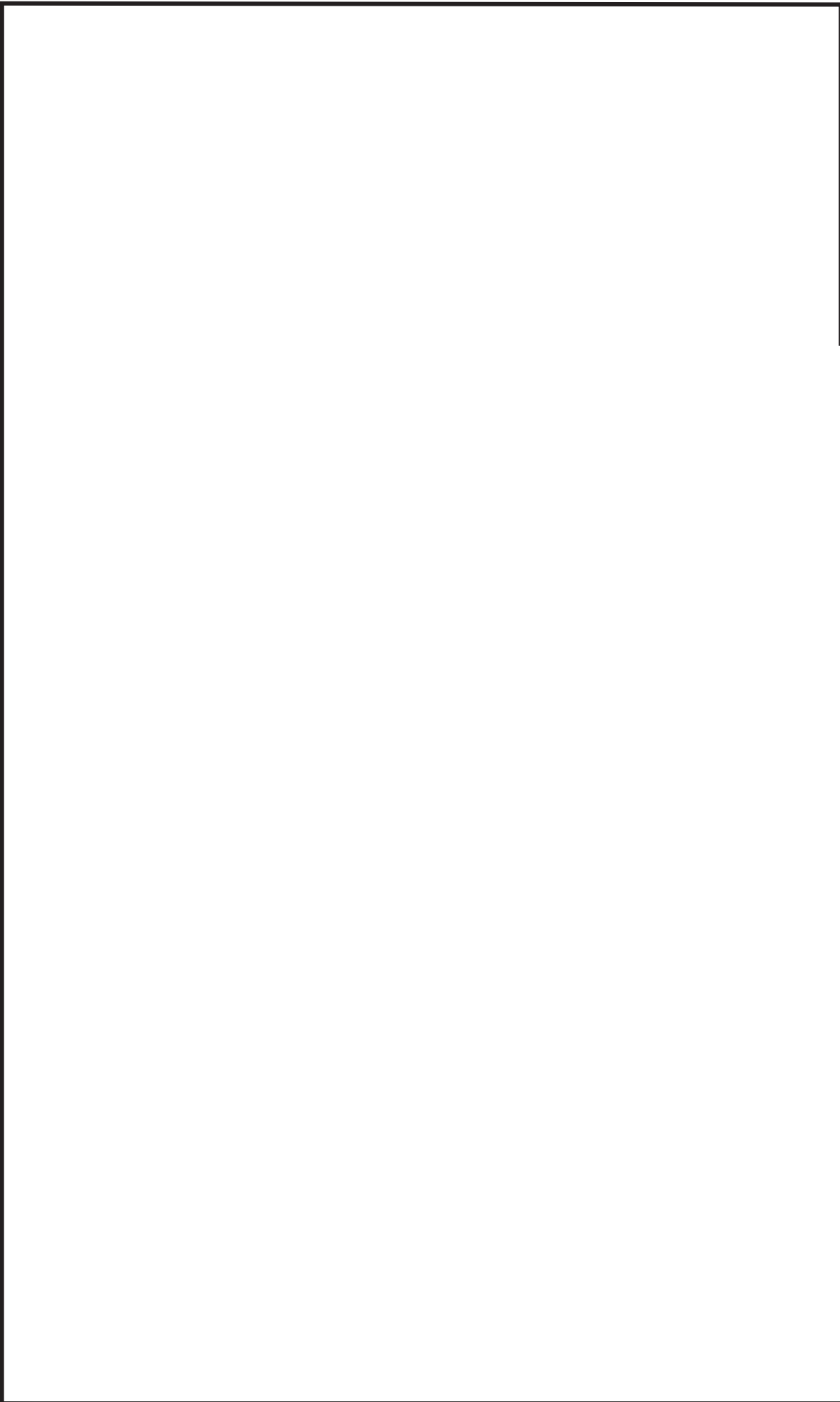
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

RCJC-004-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, *3	許容応力状態
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材補給設備	原子炉隔離時冷却系	D B	—	クラス2管	S	I _L +S d	III _A S
							II _L +S d	
							I _L +S s	
							II _L +S s	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	高圧炉心スプレイ系	D B	—	クラス2管	S	I _L +S d	III _A S
							II _L +S d	
							IV _L (L)+S d	
							I _L +S s	
							II _L +S s	IV _A S

注記*1：D Bは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	11.77	66	114.3	13.5	STS410	S	200360

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	66	68	69
	70	71	72	73	74	101	102	103	105	106	851	852	911		

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		10		19		66		102	
2		11		20		68		103	
3		12		21		69		105	
4		13		22		70		106	
5		14		23		71		851	
6		15		24		72		852	
7		16		25		73		911	
8		17		26		74			
9		18		27		101			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
5						
10						
18						
23						
27						
66						
70						
74						
911						

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760
2	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	32	103	106	900	901										
2	101	106	107	108	903										

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		9		17		25		107	
2		10		18		26		108	
3		11		19		27		900	
4		12		20		28		901	
5		13		21		29		903	
6		14		22		30			
7		15		23		32			
8		16		24		106			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
101	
102	
103	
104	
105	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1		139.8	10.8	457

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 3

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
8						
** 8 **						
12						
** 12 **						
15						
20						
24						
27						
32						
105						
** 105 **						
900						
903						

O 2 ⑤ VI-2-5-6-1-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	8.62	302	114.3	11.1	STS410	S	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	46	50	801	803	804
	805	807	808	809	900	901	906	907	908						

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		12		23		37		807	
2		13		24		38		808	
3		14		25		39		809	
4		15		26		40		900	
5		16		27		41		901	
6		17		28		46		906	
7		18		32		50		907	
8		19		33		801		908	
9		20		34		803			
10		21		35		804			
11		22		36		805			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
29	
30	
31	
44	
45	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1				

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
8						
13						
18						
22						
26						
28						
33						
41						
45						
** 45 **						
46						
** 50 **						
900						
** 901 **						
906						
** 907 **						
908						



O 2 ⑤ VI-2-5-6-1-3(設) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	66	—	231	407	—
STS410	302	—	182	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R C I C - 0 0 2	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R C I C - 0 0 3	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R C I C - 0 0 4	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RCIC-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	水平震度*1 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	応答水 X 方向		水平震度*1 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向
					Y 方向	Z 方向		
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
19 次								
20 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 R C I C - 0 0 2

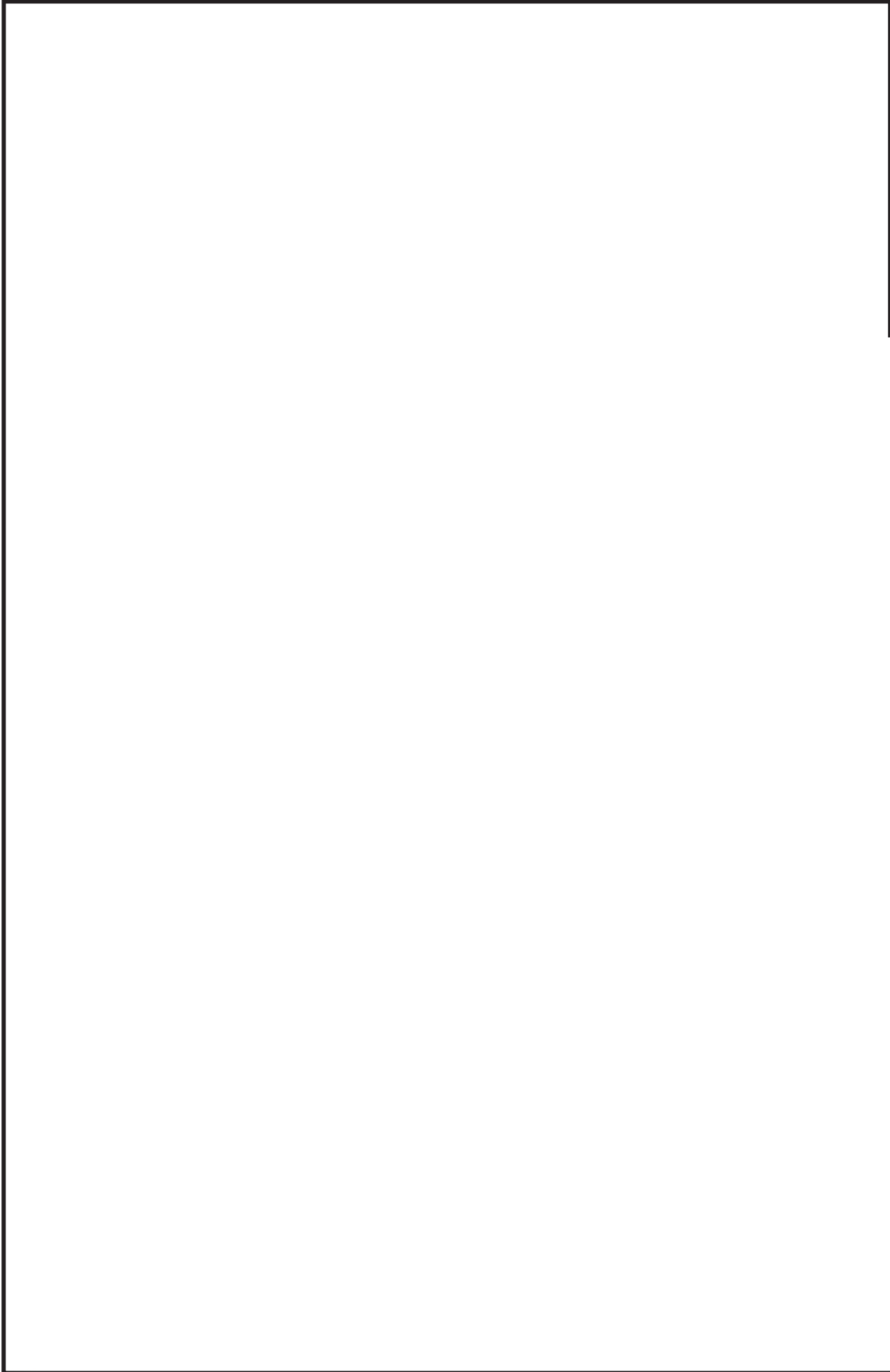
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
19 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



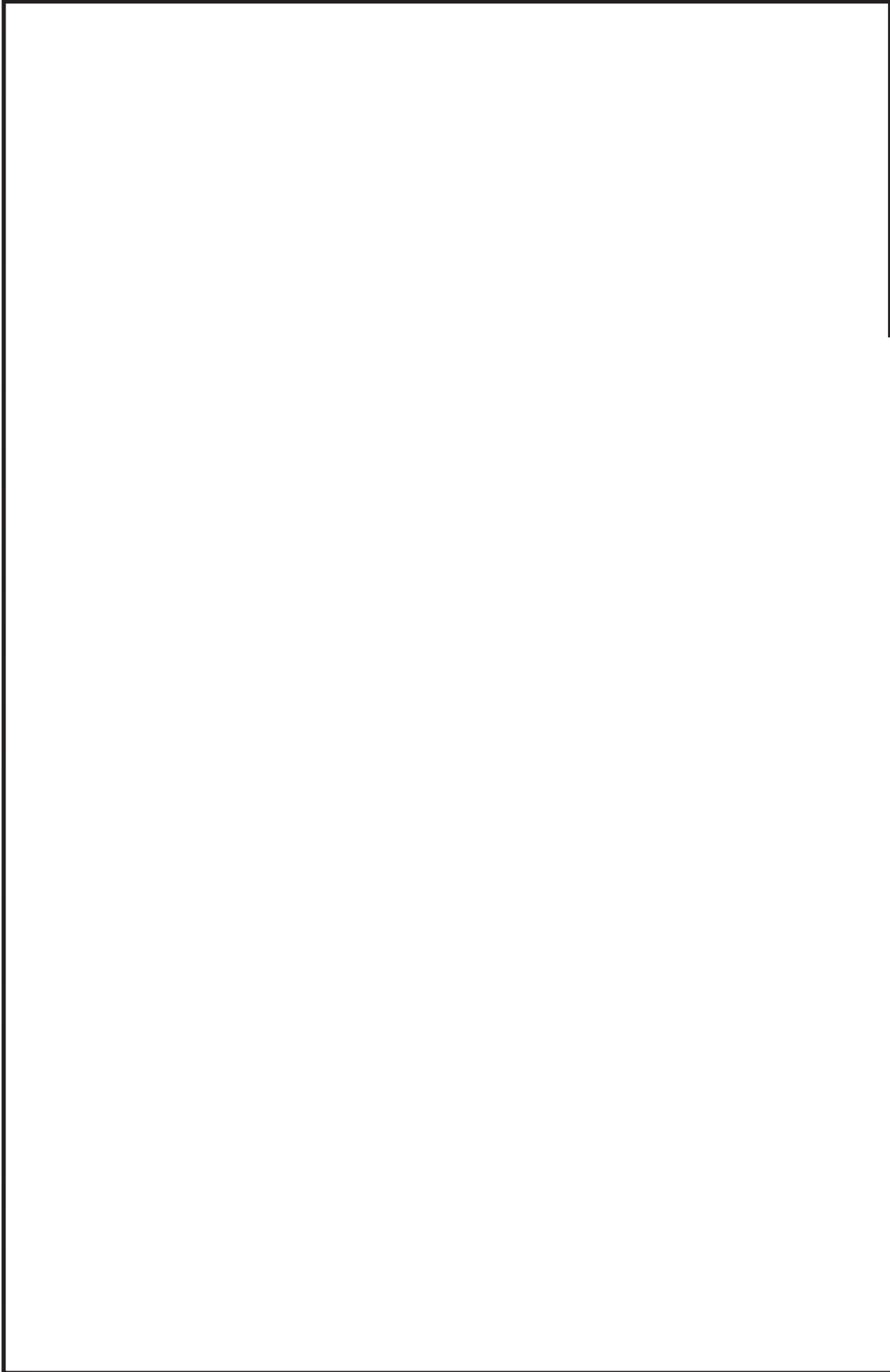
鳥瞰図 RCIC-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-002

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RCIC-003

適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1		応答鉛直震度*1	
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次							
6 次							
7 次							
8 次							
9 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 R C I C - 0 0 3

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

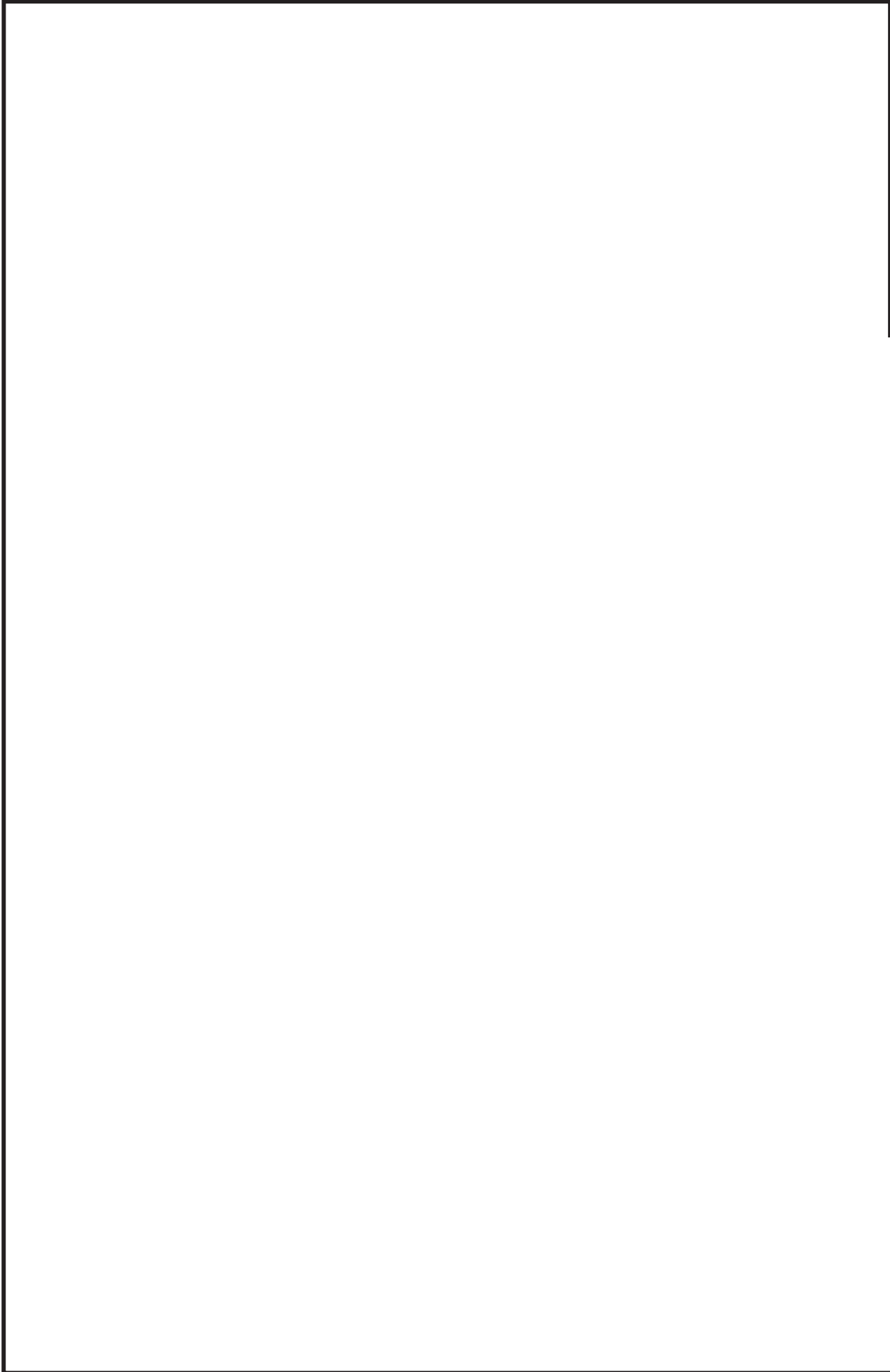
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



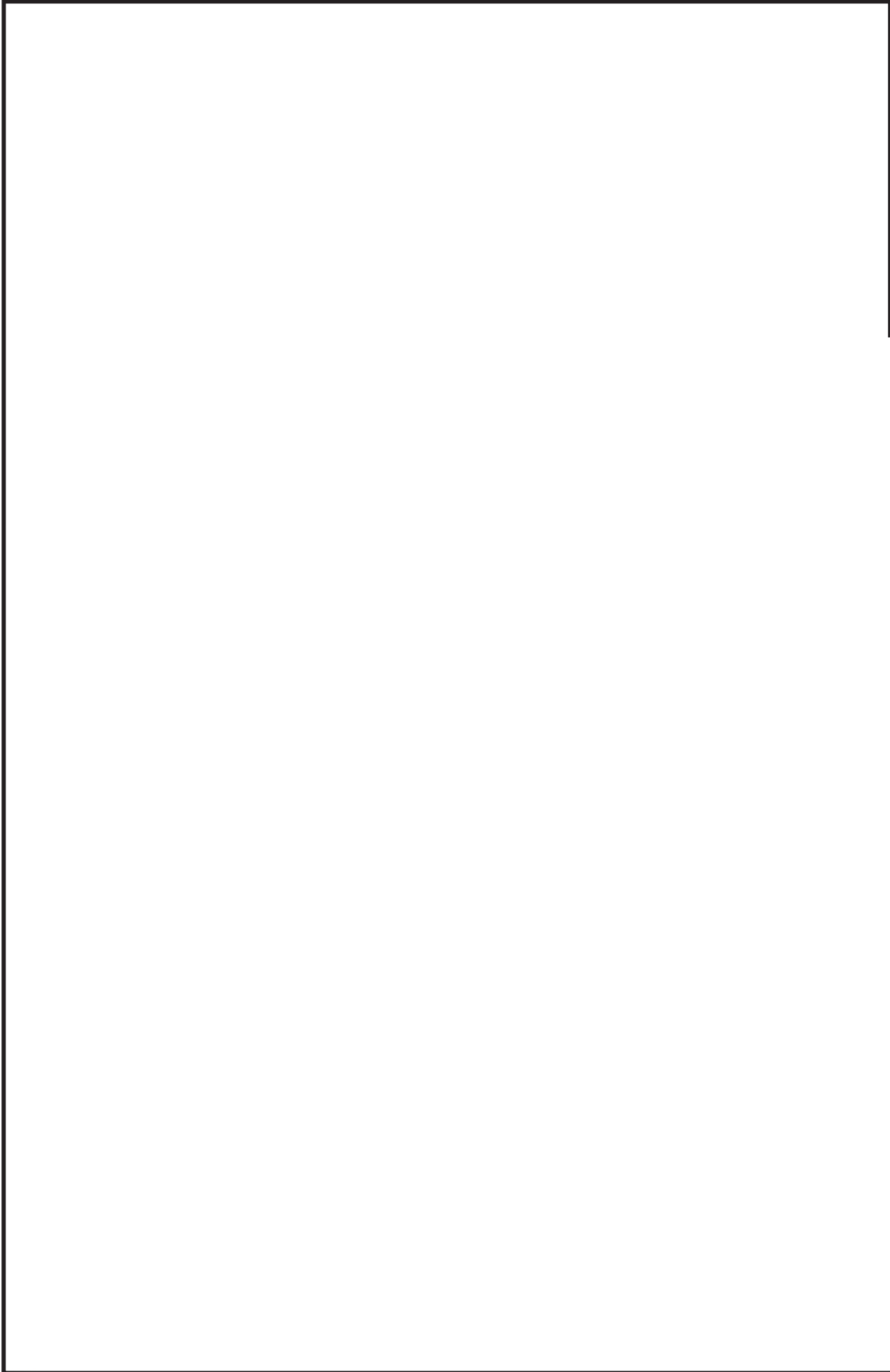
鳥瞰図 RCIC-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 R C I C - 0 0 4

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 平震度*1	応答水 平震度*1		応答鉛直震度*1		応答鉛直震度*1	
			X 方 向	Z 方 向	Y 方 向	Y 方 向	X 方 向	Z 方 向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
9 次								
10 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

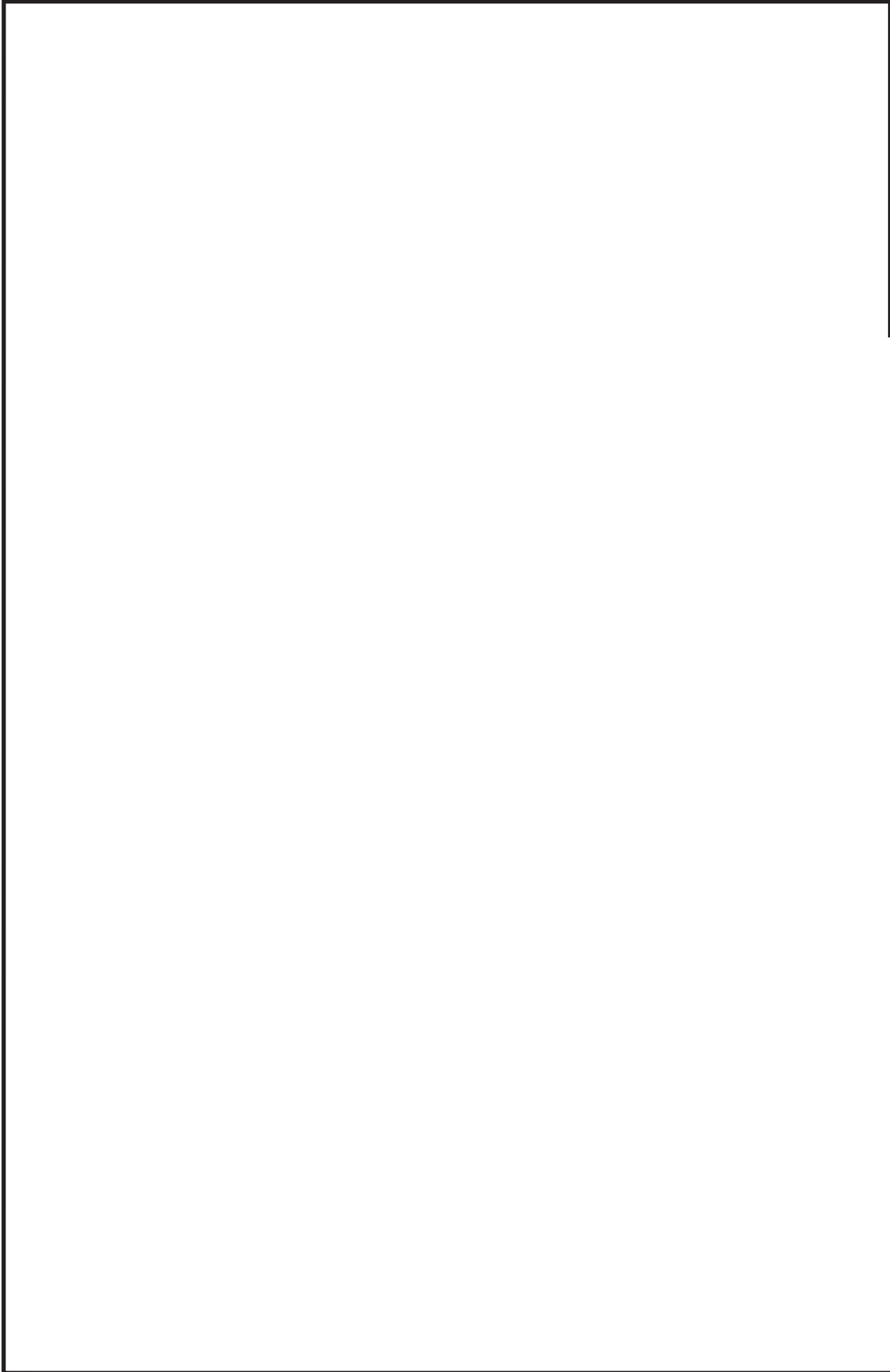
鳥瞰図 R C I C - 0 0 4

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
9 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



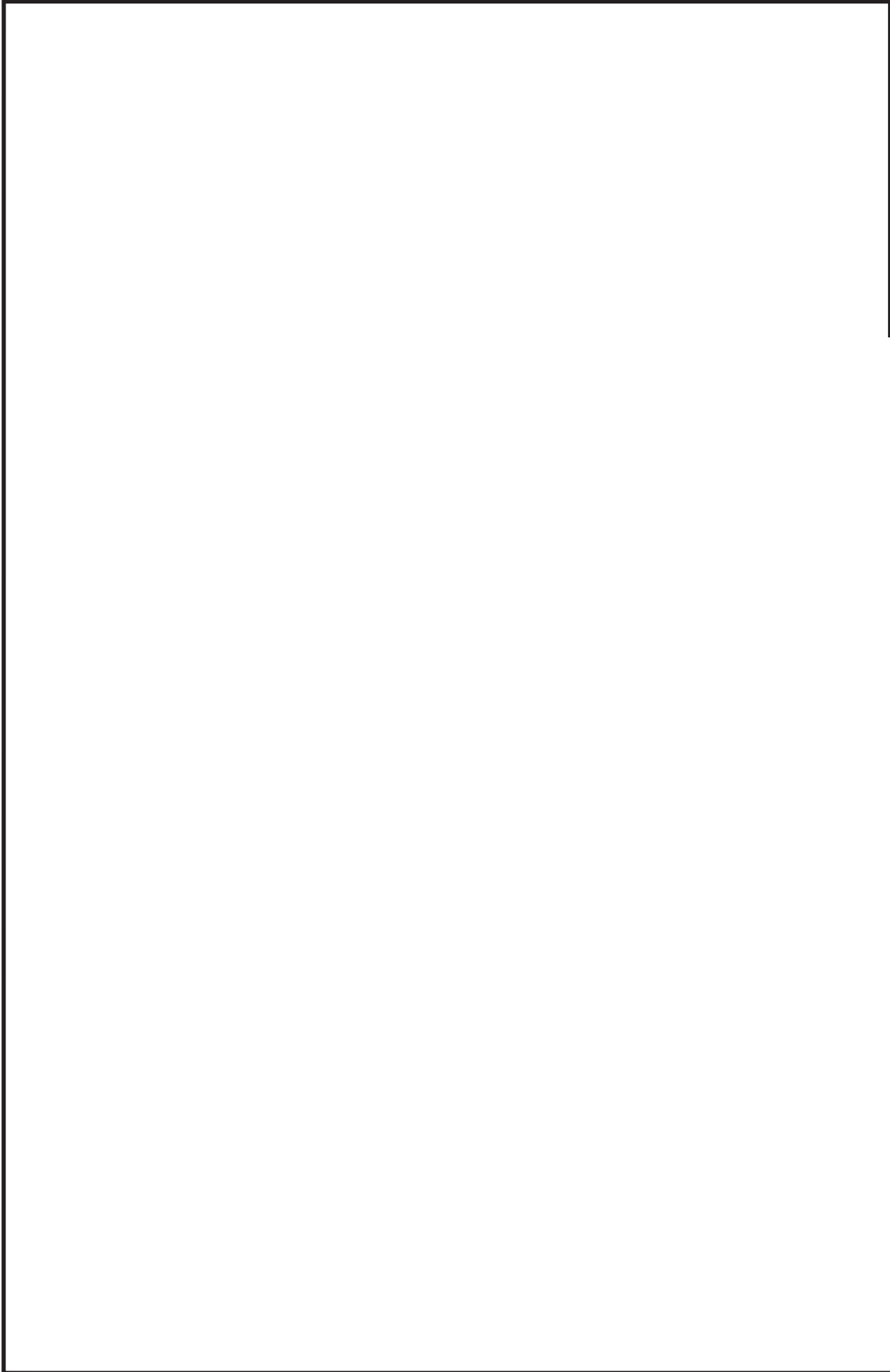
鳥瞰図 RCIC-004

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 — — 279	許容応力 — — 462	
RCIC-002	III _A S	12	Spr m(Sd)	89	231	—	—	—
	IV _A S	12	Spr m(Ss)	164	366	—	—	—
	IV _A S	12	Sn(Ss)	—	—	279	462	U S s

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力 — — 218	許容応力 — — 364	
R C I C - 0 0 3	III _A S	24	Spr m(S d)	105	182	—	—	—
	IV _A S	24	Spr m(S s)	150	363	—	—	—
	IV _A S	24	S n(S s)	—	—	218	364	U S s

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については, Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Sd) Sprm(Ss)	許容応力 Sy*1 0.9・Su	計算応力	許容応力	
R C I C - 0 0 4	III _A S	1	Spr m(S d)	85	182	—	—	—
	IV _A S	1	Spr m(S s)	127	363	—	—	—
	IV _A S	1	S n(S s)	—	—	270	364	U S s

注記 *1: オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RCIC-005-916S	メカニカルスナッパ	SMS-3-100	添付書類「VI-2-1-12-1	配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照	13	75
RCIC-004-045B	ロッドレストレイント	RST-1			18	24
RCIC-005-070H	スプリングハンガ	VS30T-12			7	8

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RCIC-003-001A	アンカ	ラグ	SGV410	302	75	44	49	11	3	13	せん断	51	96
RCIC-002-911R	レストレイント	Uプレート	SS400	40	0	5	65	—	—	—	せん断	114	141

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と余裕を算出し、応力分類ごとに余裕が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2管)

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S										許容応力状態 IV _A S										
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					一次+二次応力*					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	余裕	代表	疲労評価係数
1	RCIC-001	57	56	231	4.12	—	57	89	366	4.11	—	65	152	462	3.03	—	—	—	—	—	—	—
2	RCIC-002	12	89	231	2.59	—	12	164	366	2.23	○	12	279	462	1.65	—	—	—	—	—	—	—
3	RCIC-003	24	105	182	1.73	○	24	150	363	2.42	—	24	218	364	1.66	—	—	—	—	—	—	—
4	RCIC-004	1	85	182	2.14	—	1	127	363	2.85	—	1	270	364	1.34	○	—	—	—	—	—	—
5	RCIC-005	29	44	209	4.75	—	29	65	363	5.58	—	103	157	418	2.66	—	—	—	—	—	—	—

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力余裕最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	11
3.1 計算方法	11
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	12
3.3 設計条件	13
3.4 材料及び許容応力	19
3.5 設計用地震力	20
4. 解析結果及び評価	22
4.1 固有周期及び設計震度	22
4.2 評価結果	34
4.2.1 管の応力評価結果	34
4.2.2 支持構造物評価結果	36
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	37
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	38

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、原子炉隔離時冷却系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全5モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

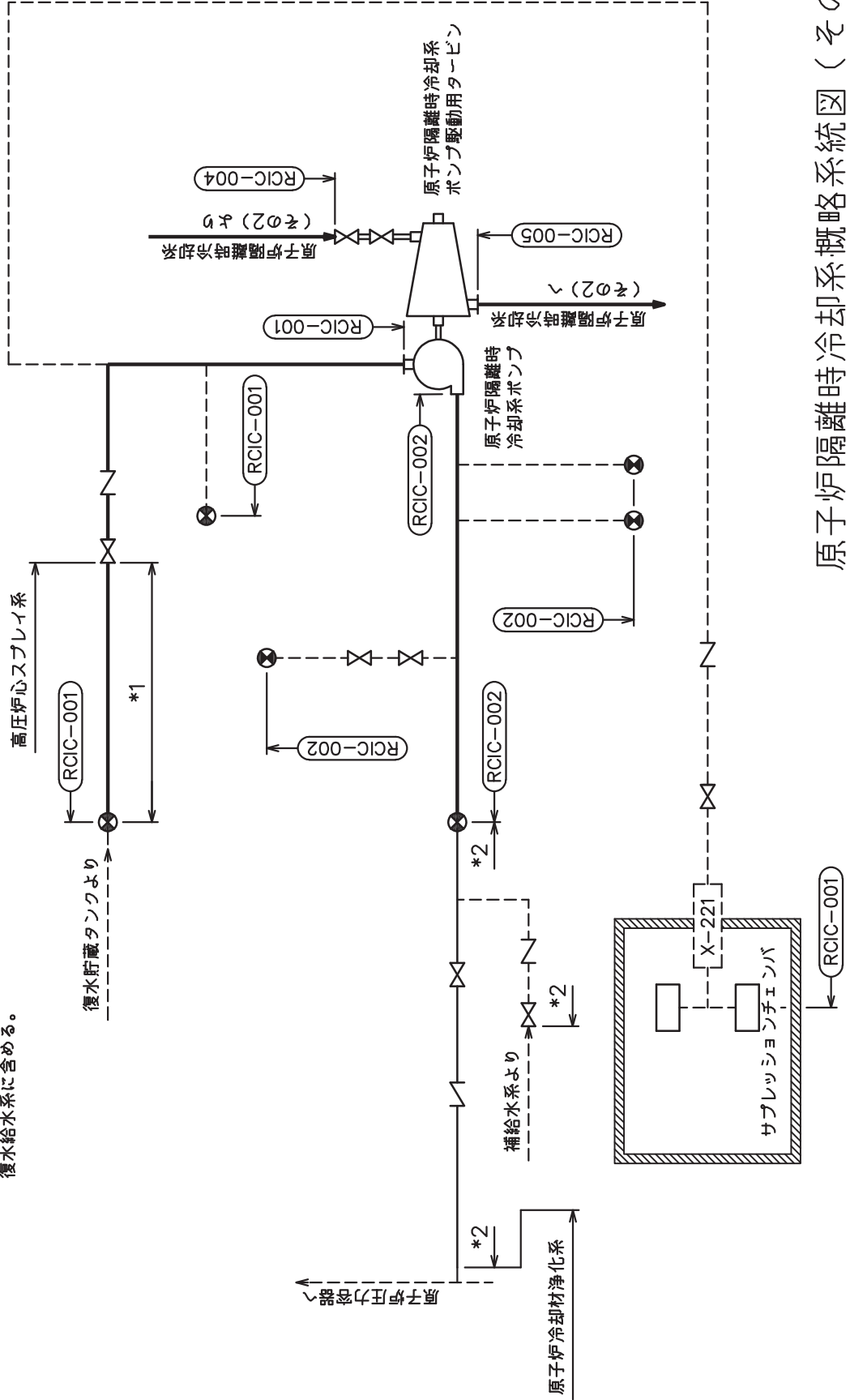
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

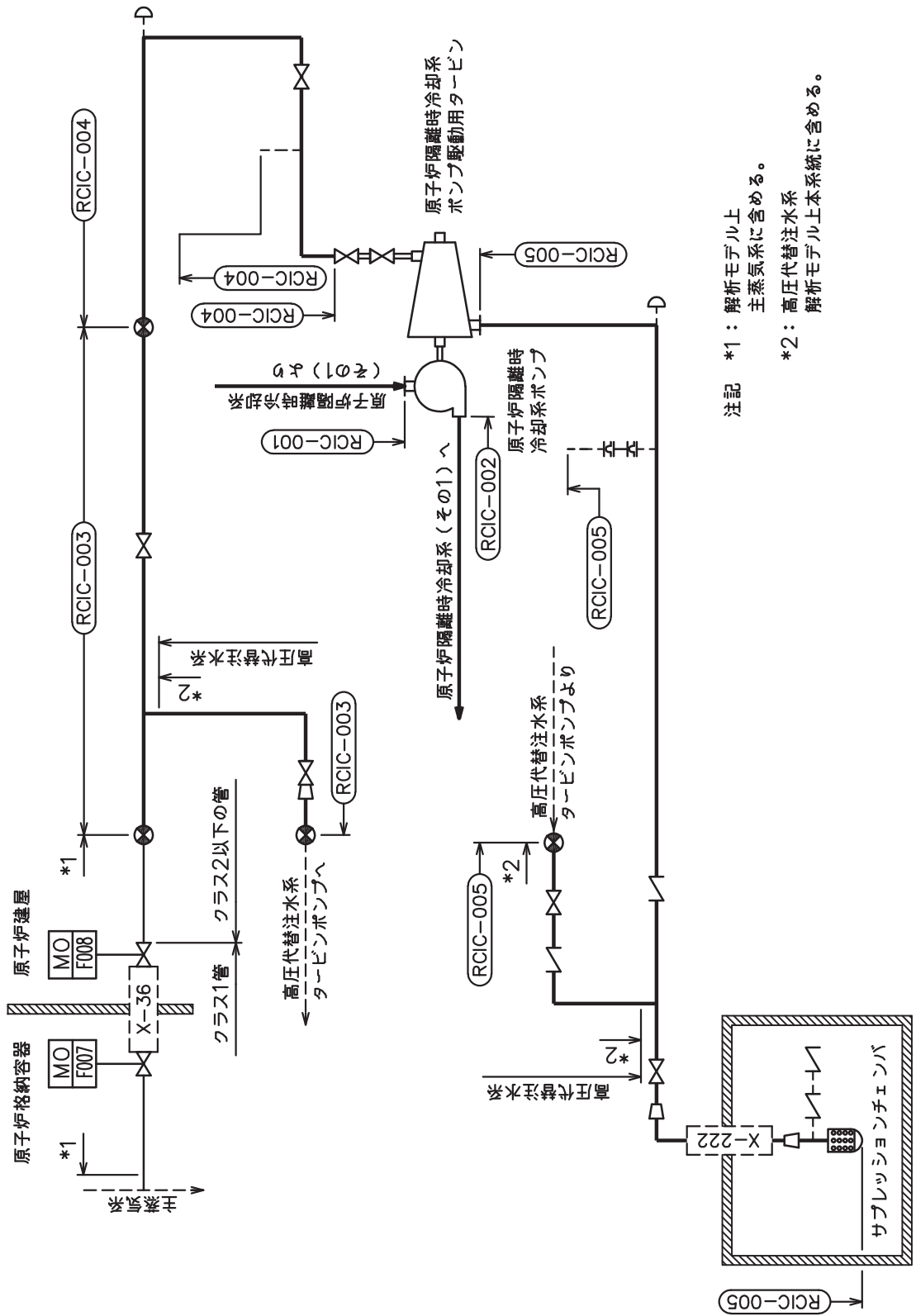
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

注記 *1： 高圧炉心スプレイス
解析モデル上本系統に含める。
*2： 解析モデル上
復水給水系に含める。



原子炉隔離時冷却系概略系統図 (その1)


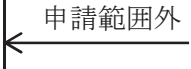




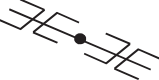

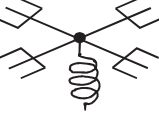
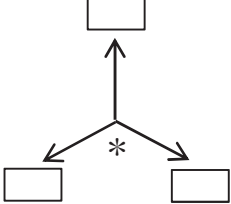


注記 *1: 解析モデル上
主蒸気系に含める。
*2: 高圧代替注水系
解析モデル上本系統に含める。

原子炉隔離時冷却系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また， <input type="text"/> 内に 変位量を記載する。)



鳥瞰図 RCIC-002-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



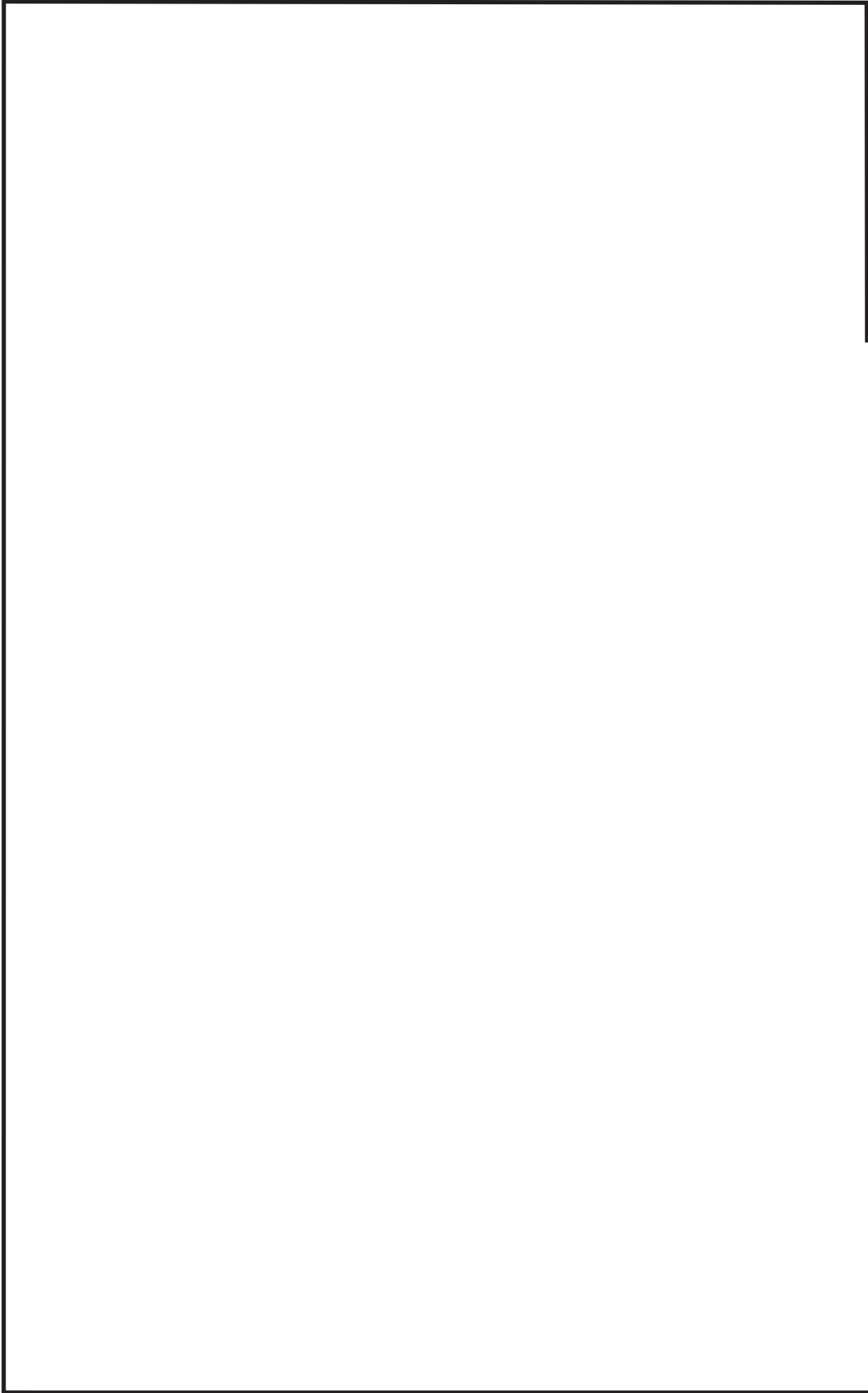
鳥瞰図 RCIC-002-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-002-3/3

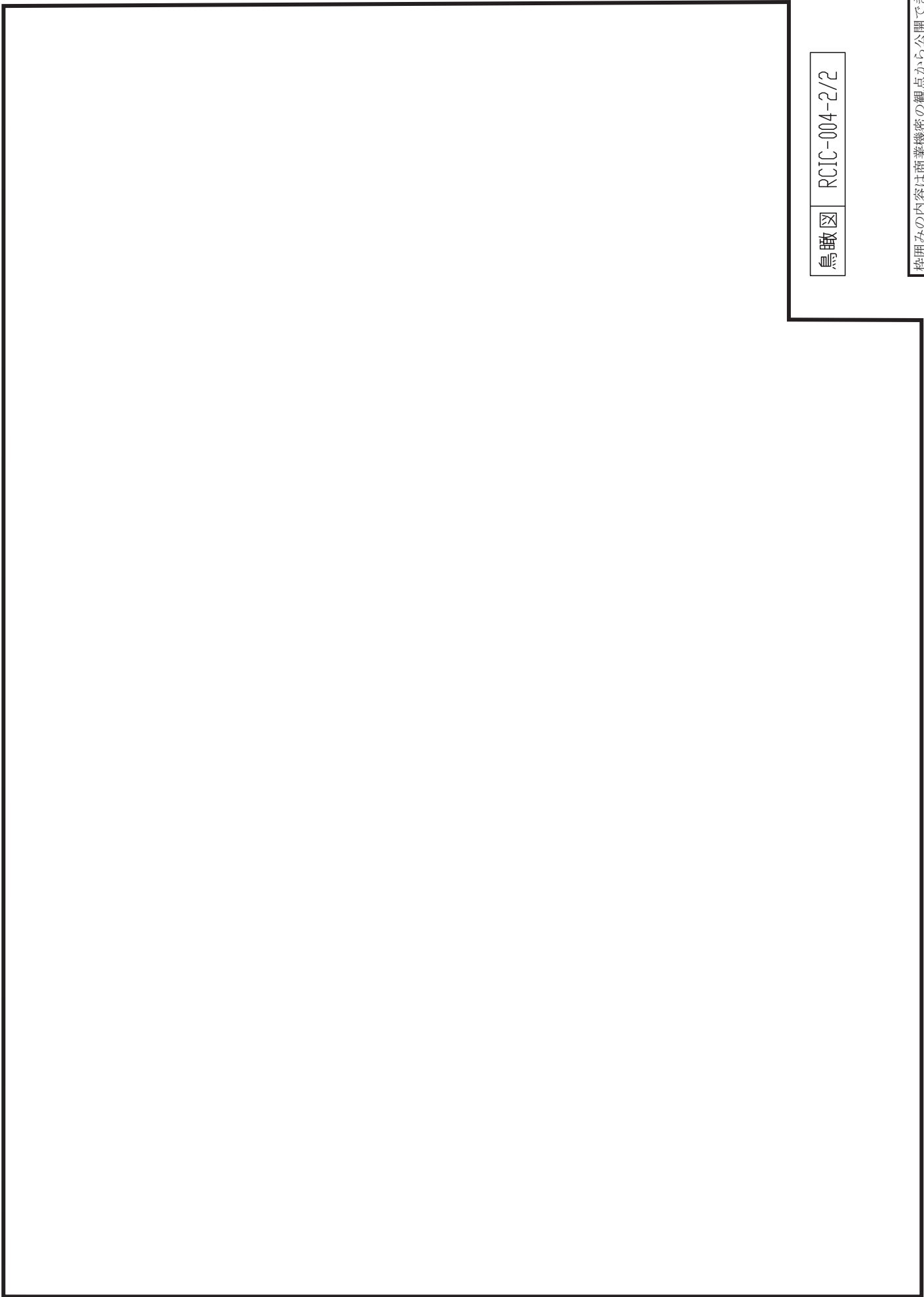
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図

RCIC-004-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系	S A	常設/防止 (拡張)	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S_s$	V_{AS}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	高圧代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S_s$	V_{AS}
原子炉格納施設	圧力低減設備その他の安全設備	高圧代替注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S_s$	V_{AS}

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/防止(拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を使用し，許容応力状態 IV_{AS} として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	11.77	66	114.3	13.5	STS410	—	200360

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	66	68	69
	70	71	72	73	74	101	102	103	105	106	851	852	911		

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		10		19		66		102	
2		11		20		68		103	
3		12		21		69		105	
4		13		22		70		106	
5		14		23		71		851	
6		15		24		72		852	
7		16		25		73		911	
8		17		26		74			
9		18		27		101			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
5						
10						
18						
23						
27						
66						
70						
74						
911						

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	10.34	315	114.3	11.1	STS410	—	183200
2	8.62	302	114.3	11.1	STS410	—	184760

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	801
	803	807	808	809	900	901	906								
2	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	46	50	804	805
	907	908													

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		12		23		37		807	
2		13		24		38		808	
3		14		25		39		809	
4		15		26		40		900	
5		16		27		41		901	
6		17		28		46		906	
7		18		32		50		907	
8		19		33		801		908	
9		20		34		803			
10		21		35		804			
11		22		36		805			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
29	
30	
31	
44	
45	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1				

O 2 ⑤ VI-2-5-6-1-3(重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 R C I C - 0 0 4

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
8						
13						
18						
22						
26						
28						
33						
41						
45						
** 45 **						
46						
** 50 **						
900						
** 901 **						
906						
** 907 **						
908						

--

02 ⑤ VI-2-5-6-1-3(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	66	—	231	407	—
STS410	302	—	182	404	—
STS410	315	—	180	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R C I C - 0 0 2	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
 なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき
 策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」
 に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R C I C - 0 0 4	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RCIC-002

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	
								応答鉛直震度*1 Z 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
19 次								
20 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

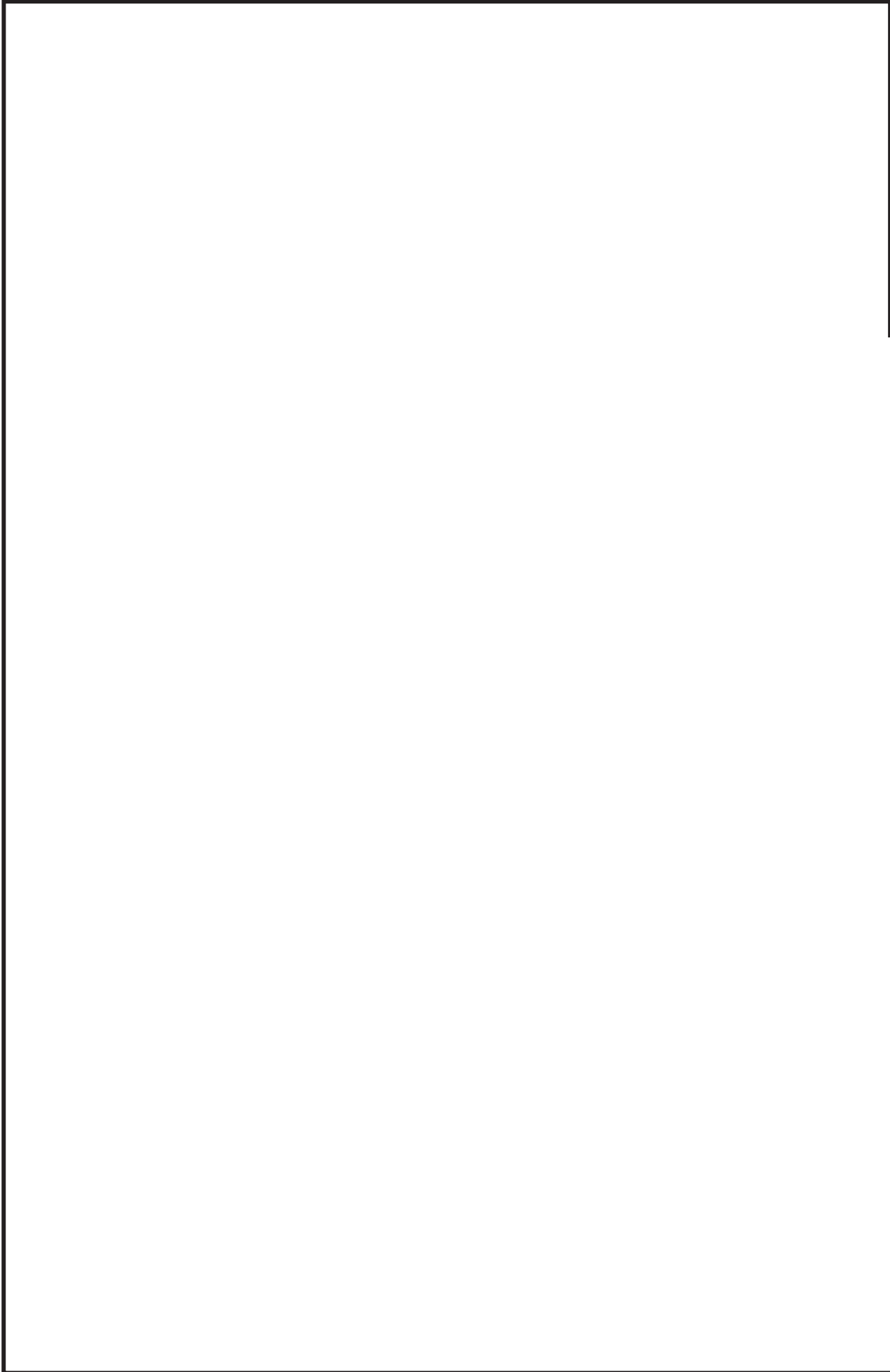
鳥瞰図 R C I C - 0 0 2

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
19 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



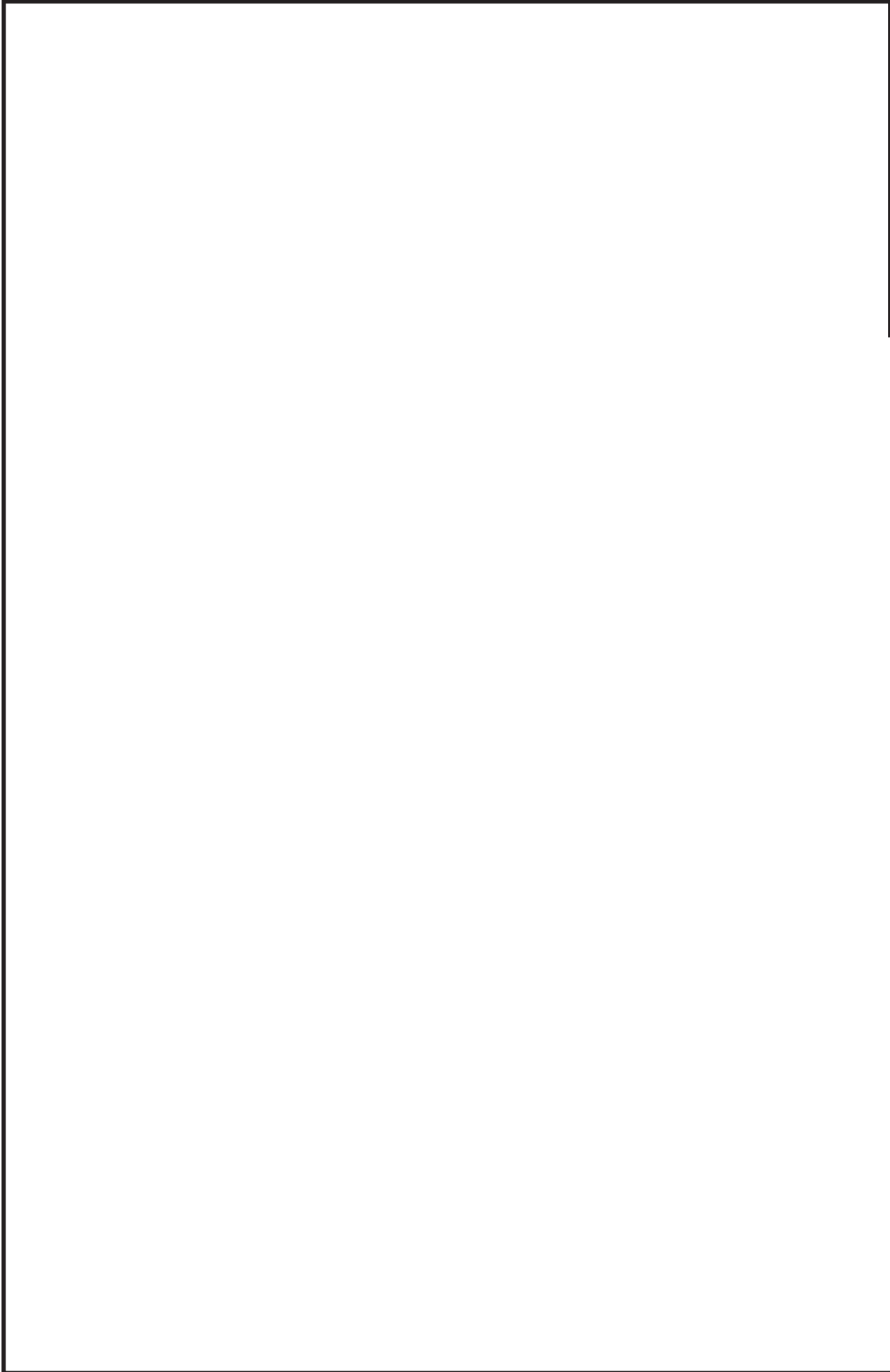
鳥瞰図 RCIC-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-002

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 R C I C - 0 0 4

モード	適用する地震動等		S d 及び静的震度				S s	
	固有周期 (s)	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	応答水 X 方向	応答水 Z 方向	応答鉛直震度*1 Y 方向	
								応答水 Y 方向
1 次								
2 次								
3 次								
4 次								
5 次								
6 次								
7 次								
8 次								
9 次								
10 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁ 及び1.2C_v より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 R C I C - 0 0 4

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
9 次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



鳥瞰図 RCIC-004

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RCIC-004

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RCIC-002	V _A S	12	Spr m(Ss)	161	366	—	—	—
	V _A S	12	Sn(Ss)	—	—	279	462	—

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
R C I C - 0 0 4	V _A S V _A S	1 1	Spr m(S s) S n(S s)	129 —	363 —	— 270	— 360	— — U S s

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RCIC-005-107S	メカニカルスナッパ	SMS-3-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		20	75
RCIC-005-916S	メカニカルスナッパ	SMS-3-100			17	75
RCIC-005-033B	ロッドレストレイント	RTS-6			21	90
RCIC-005-070H	スプリングハンガ	VS30T-12			7	8

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
RCIC-003-001A	アンカ	ラダ	SGV410	315	75	44	49	11	3	13	せん断	51	94	
RCIC-002-911R	レストレイント	Uプレート	SS400	66	0	5	65	—	—	—	せん断	114	135	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	RCIC-001	1	139	431	3.10	—	1	238	376	1.57	—	—	—	—		
2	RCIC-002	12	161	366	2.27	○	12	279	462	1.65	—	—	—	—		
3	RCIC-003	24	152	363	2.38	—	24	218	360	1.65	—	—	—	—		
4	RCIC-004	1	129	363	2.81	—	1	270	360	1.33	○	—	—	—		
5	RCIC-005	29	64	363	5.67	—	35	227	414	1.82	—	—	—	—		

VI-2-5-6-2 補給水系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-5-6-2-1 復水移送ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-5-6-2-2 復水貯蔵タンクの耐震性についての計算書
- VI-2-5-6-2-3 管の耐震性についての計算書（補給水系）

VI-2-5-6-2-3 管の耐震性についての計算書
(補給水系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2
3. 計算条件	5
3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
4. 解析結果及び評価	7

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、補給水系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。

(2) 支持構造物






工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

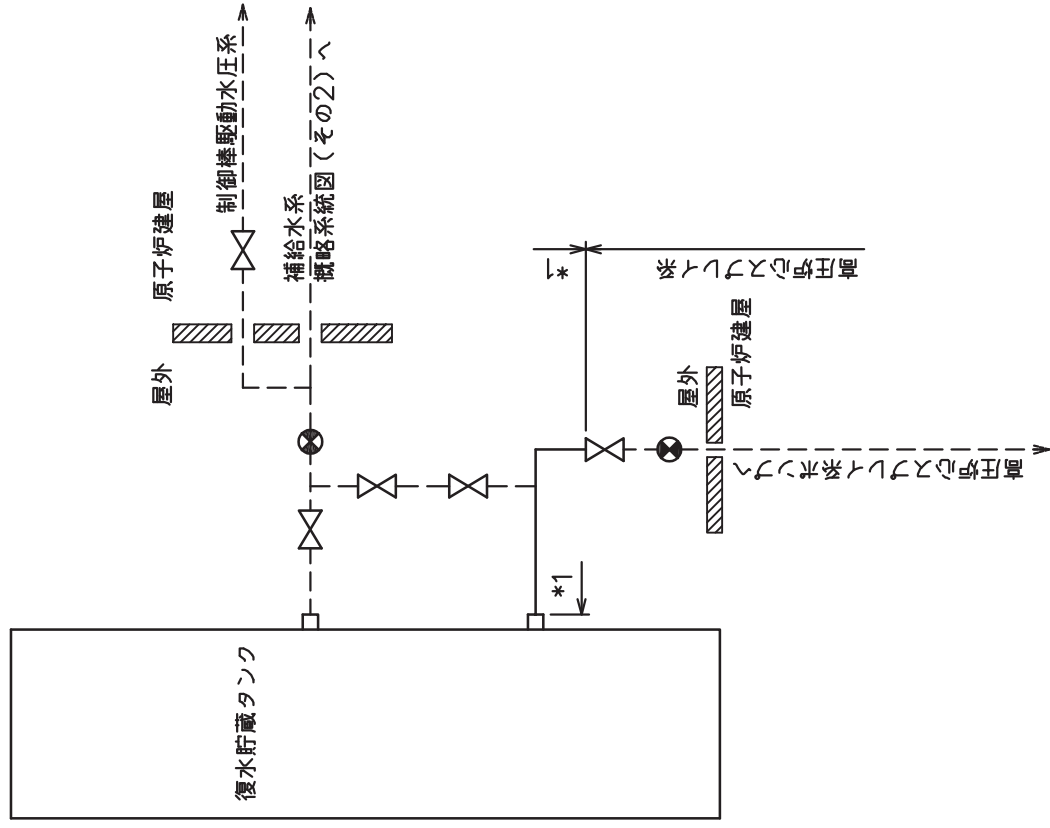
(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

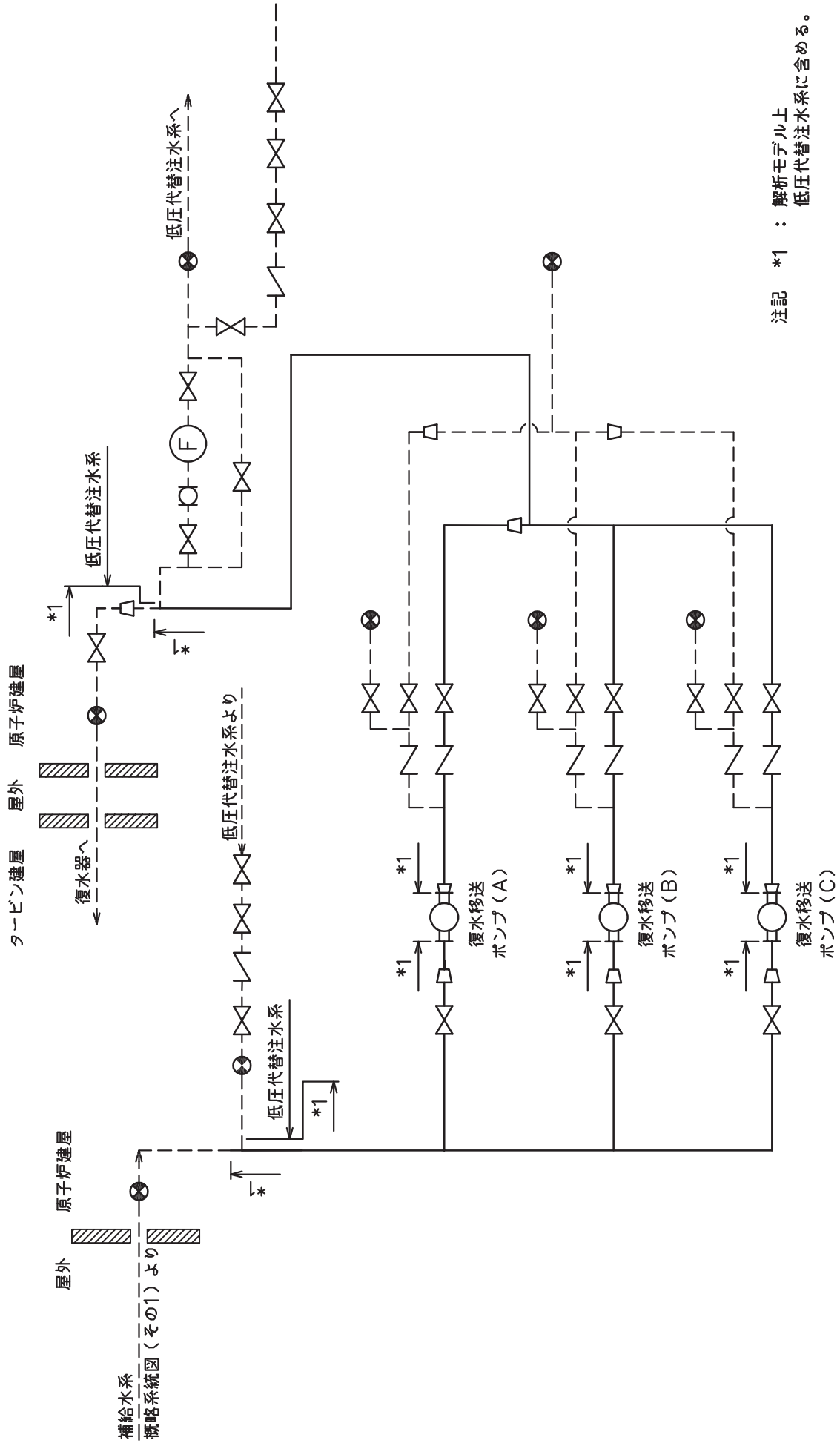
2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



注記 *1 : 解析モデル上
高圧炉心スプレイス系に含める。



注記 *1 : 解析モデル上
低圧代替注水系に含める。

3. 計算条件

3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	高压炉心スプレイ系	S A	常設/防止(拡張)	重大事故等クラス2管	—	V _L +S s	V _A S
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	高压代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L +S s	V _A S
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系	S A	常設/防止(拡張)	重大事故等クラス2管	—	V _L +S s	V _A S
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	低压代替注水系	S A	常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L +S s	V _A S

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 下部注水系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S S	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 代替スプレイ冷却系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S S	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	高圧代替注水系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S S	V _A S
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	低圧代替注水系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S S	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／防止(拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

4. 解析結果及び評価

以下の計算書の重大事故等対処設備に含まれる。

「VI-2-5-5-1-3 管の耐震性についての計算書（高圧炉心スプレイ系）」

「VI-2-5-5-4-2 管の耐震性についての計算書（低圧代替注水系）」