

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から公
開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-1025 改2
提出年月日	平成30年9月4日

V-3-9-1-1-4 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の
強度計算書

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 適用基準	3
2.4 記号の説明	4
3. 計算条件	5
3.1 形状及び主要寸法	5
3.2 解析範囲	7
3.3 材料	7
3.4 荷重の組合せ及び許容限界	7
4. 荷重条件	9
4.1 設計条件	9
5. 応力計算	10
5.1 応力評価点	10
5.2 応力評価の手順	11
5.2.1 応力解析の概要	11
5.2.2 荷重条件	11
5.2.3 応力計算方法	11
5.2.3.1 ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体 (応力評価点 P1～P6)	11
6. 評価結果	15

1. 概要

本計算書は、ドライウエル本体及びサブプレッション・チェンバ本体の強度計算書である。

ドライウエル本体及びサブプレッション・チェンバ本体は、設計基準対象施設のドライウエル本体及びサブプレッション・チェンバ本体を重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

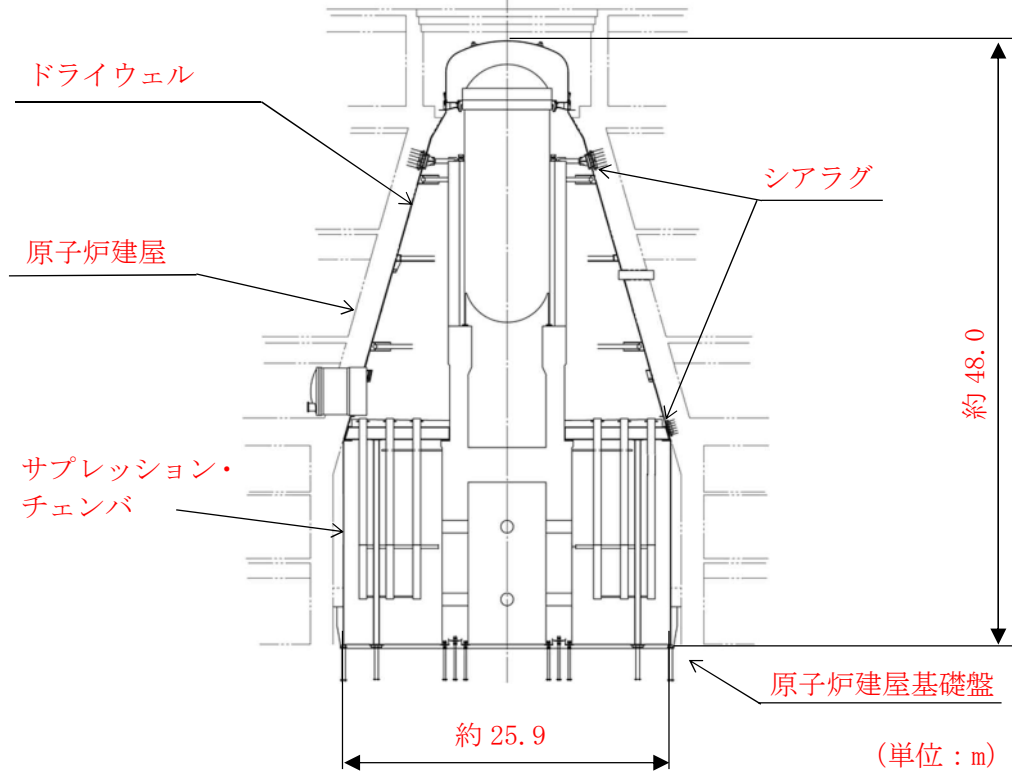
以下、重大事故等クラス2容器として、添付書類「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ドライウエル本体及びサブプレッション・チェンバ本体の強度評価について記載する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウエル本体及びサブプレッション・チェンバ本体の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>水平地震力はシアラグを介して原子炉建屋に伝達され、下端は原子炉建屋基礎盤に支持される。</p>	<p>原子炉格納容器は、円錐形の鋼製のドライウェル及び円筒環形の鋼製のサプレッション・チェンバから成る、胴部内径約 <input type="text"/> m、全高約 <input type="text"/> m、板厚 <input type="text"/> mm の圧力容器である。</p>	 <p>約 25.9</p> <p>約 48.0</p> <p>(単位 : m)</p>

2.2 評価方針

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の応力評価は、添付書類「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針 2.3 重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の構造及び強度」に基づき、「2.1 構造計画」にて示すドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の部位を踏まえた「3.2 解析範囲」にて設定する箇所において、供用状態Eにおける温度、圧力の条件による応力等が許容限界に収まることを、「5. 応力計算」にて示す方法にて確認することで実施する。

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年版 (2007年追補版含む。)) J S M E
S N C 1-2005/2007 (日本機械学会)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
E	縦弾性係数	MPa
m_0	質量	kg
P_{SA}	内圧	kPa
P_b	一次曲げ応力	MPa
P_L	一次局部膜応力	MPa
P_m	一次一般膜応力	MPa
Q	二次応力	MPa
T	温度	°C
T_{SA}	温度	°C
ν	ポアソン比	—

3. 計算条件

3.1 形状及び主要寸法

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の形状及び主要寸法を図 3-1 及び図 3-2 に示す。

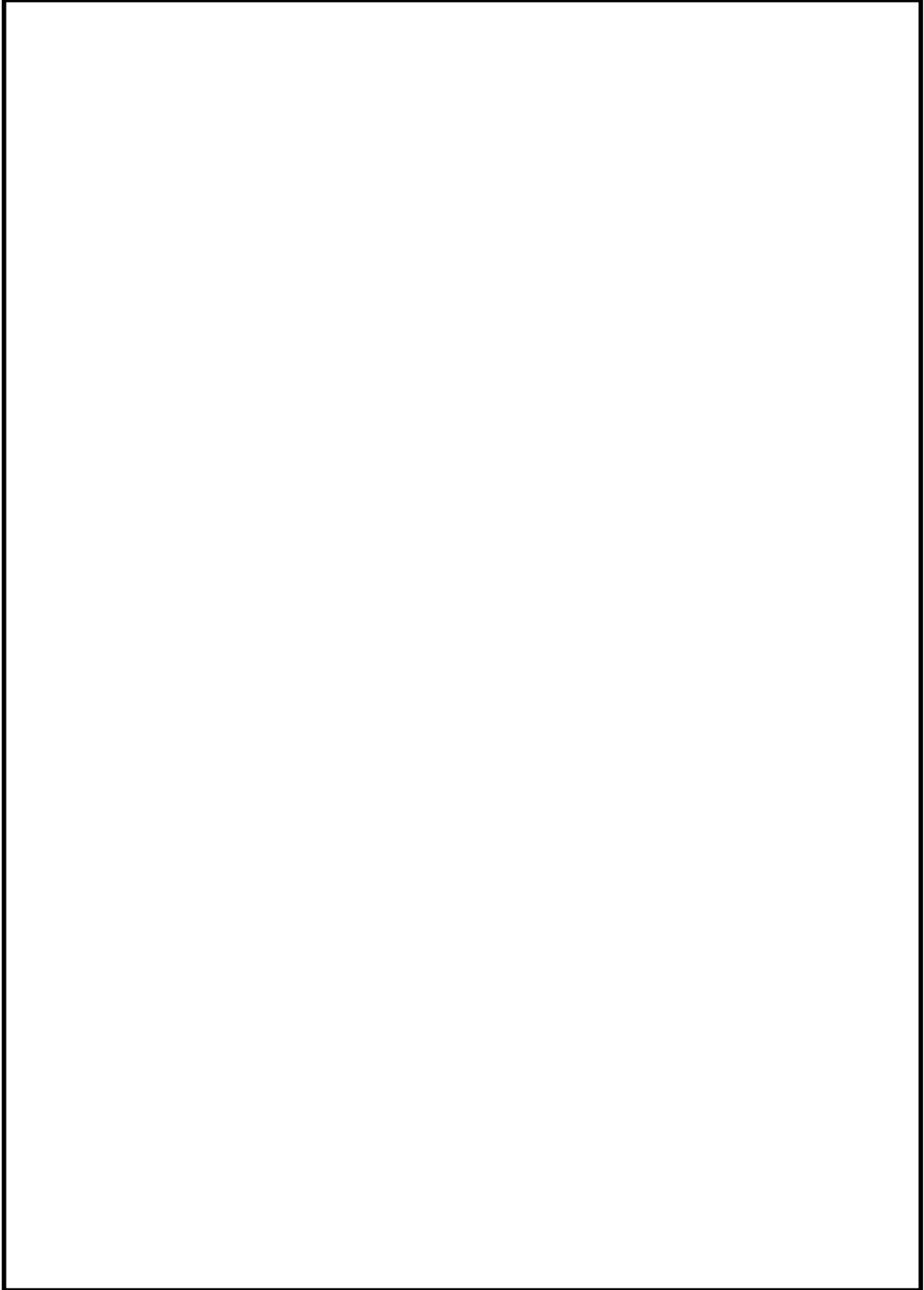


図 3-1 ドライウエル円錐部, サプレッション・チェンバ円筒部の形状及び主要寸法 (単位 : mm)

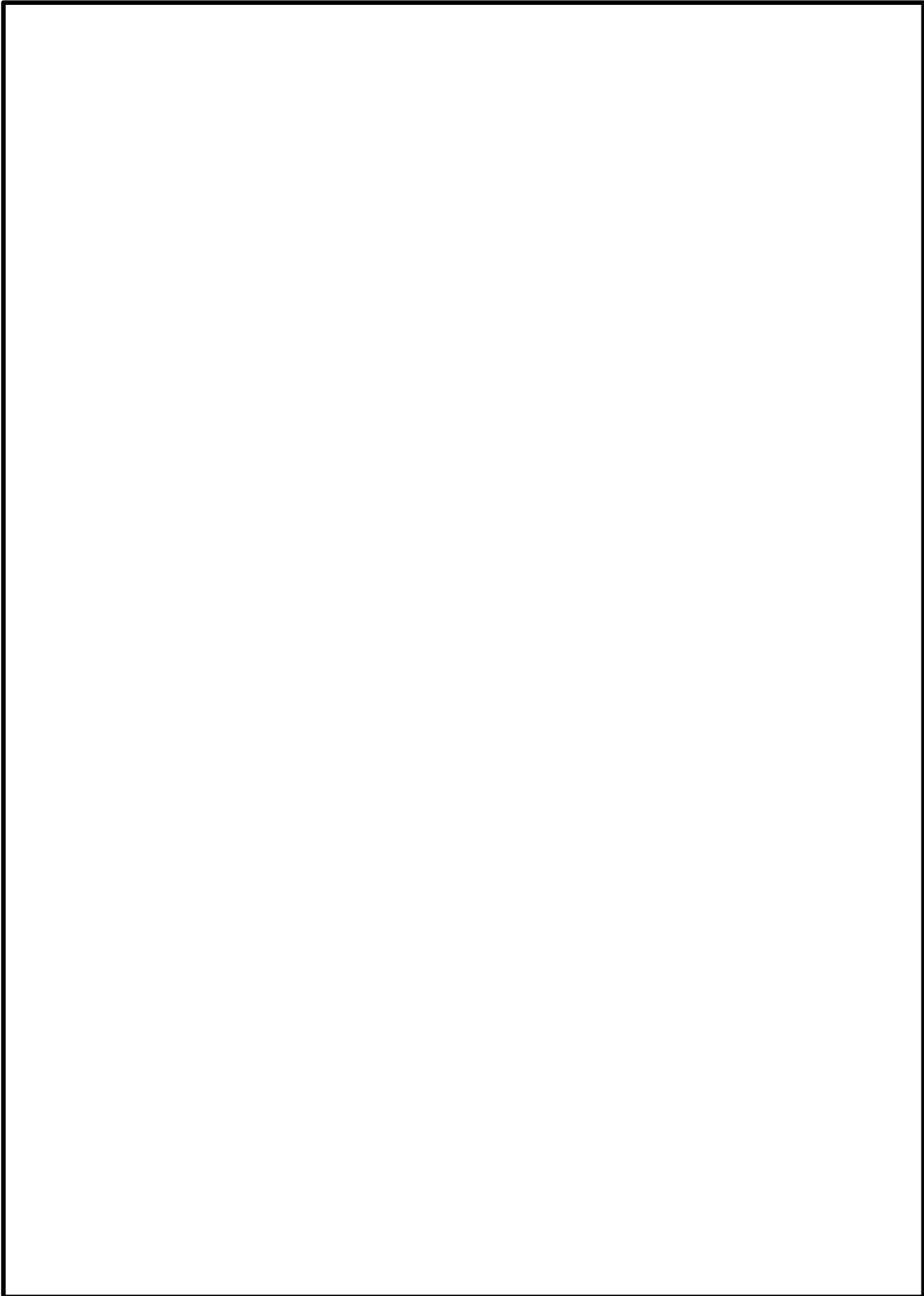


図 3-2 サプレッション・チェンバ円筒部，サンドクッション部の形状及び主要寸法（単位：mm）

3.2 解析範囲

本計算書における評価部位は、原子炉格納容器胴を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。

3.3 材料

使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料		備考
ドライウエル円錐部シェル	SGV49 相当		SGV480*
サプレッション・チェンバ 円筒部シェル	SGV49 相当		SGV480*

注記 * : 新 JIS を示す。

3.4 荷重の組合せ及び許容限界

重大事故等対処設備の評価における荷重の組合せ及び供用状態を表 3-2 に、供用状態に対する許容限界を表 3-3、許容応力を表 3-4 に示す。

荷重の組合せは添付書類「V-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、評価対象機器の設置位置を考慮し決定する。

表3-2 荷重の組合せ及び供用状態

施設区分		機器名称	機器等の区分	荷重の組合せ	供用状態
原子炉 格納施設	原子炉 格納容器	ドライウエル本体 及びサプレッション・ チェンバ本体	重大 事故等 クラス 2 容器	$D + P_{SA} + M_{SA}$	E (E として D の許容 限界を用いる)

D : 死荷重

P_{SA} : 重大事故等時の状態（運転状態 V）で作用する圧力荷重

M_{SA} : 重大事故等時の状態（運転状態 V）で作用する機械的荷重

表 3-3 許容限界

供用状態	荷重の組合せ	一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
E (EとしてDの許容 限界を用いる)	$D + P_{SA} + M_{SA}$	$2/3 S_u$	$1.5 \times 2/3 S_u$

表3-4 許容応力 (重大事故等対処設備)

(単位 : MPa)

材料	温度 (°C)	供用状態	許容応力	
			一次応力	
			P_m	$P_L + P_b$
SGV480	200	E	281	422

4. 荷重条件

4.1 設計条件

(1) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

内圧 P_{SA} 620 kPa*

温度 T_{SA} 200 °C

注記 * : 逃がし安全弁作動時荷重及び原子炉冷却材喪失事故時荷重と組み合わせる場合には、事象に応じた内圧を設定する。

(2) 死荷重

死荷重はドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の自重及びシエルに取付くアタッチメントの重量を考慮したものである。死荷重の値が大きく変化する代表的応力評価点に対して荷重の大きさを示す。

応力評価点 P3		N
応力評価点 P4		N
応力評価点 P5		N
応力評価点 P6		N

(3) 活荷重

内部機器支持ビームから加わる荷重 (燃料交換時以外)		N
内部機器支持ビームから加わる荷重 (燃料交換時)		N
イクイブメントハッチ床に加わる荷重		N
パーソネルエアロック床に加わる荷重		N
サプレッション・チェンバ内のキャットウォークに加わる荷重		N
溶接パッドの支持荷重		N

(4) 水荷重

ドライウエル下フランジ・シールプレートに加わる荷重 (燃料交換時)		N
リングガーターにかかるサプレッション・チェンバ内保有水重量		N
スプレイヘッダ内保有水重量		N

重大事故等対処設備の評価に用いる水荷重として、下記の冠水水位による水頭圧を考慮する。

冠水水位 mm

(5) 逃がし安全弁作動時荷重

最大正圧 kPa

最大負圧 kPa

(6) 原子炉冷却材喪失事故時荷重

最大正圧 kPa

最大負圧 kPa

5. 応力計算

5.1 応力評価点

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の応力評価点は、ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-1 及び図 3-1 及び図 3-2 に示す。

表 5-1 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	円筒部と円錐部の接合部
P2	円錐部の角度変化部
P3	円錐部の板厚変化部
P4	円錐部と円筒部の接合部
P5	円筒部（中央部）
P6	底部のフランジプレートとの接合部

5.2 応力解析の手順

応力解析の手順について述べる。

5.2.1 解析手順の概要

荷重によりドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体に生じる応力の算出には、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。

5.2.2 荷重条件

応力解析においては「4. 荷重条件」で示した荷重で計算を行う。

5.2.3 応力計算方法

5.2.3.1 ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体（応力評価点 P1～P6）

(1) ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体に作用する荷重による応力

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体に作用する各荷重による応力は、図 5-1 に示すドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の解析モデルを用いて算出する。解析モデルの諸元を表 5-2 に示す。

(2) 解析コード

解析コードはMSC NASTRANを用いる。なお、評価に用いる解析コードMSC NASTRANの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN」に示す。

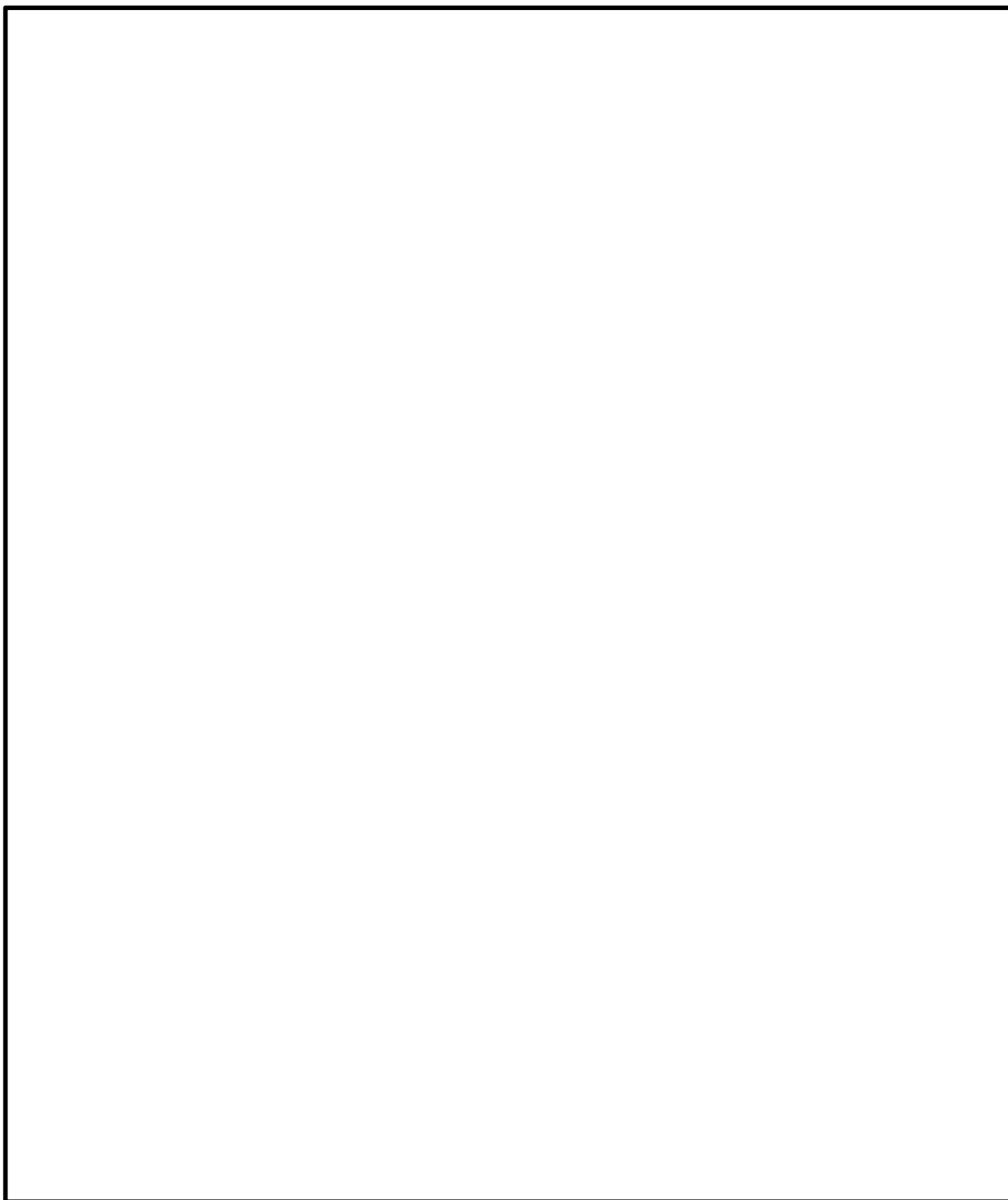


図 5-1 (1) ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の解析モデル
(180 度モデル, 軸力, モーメント)

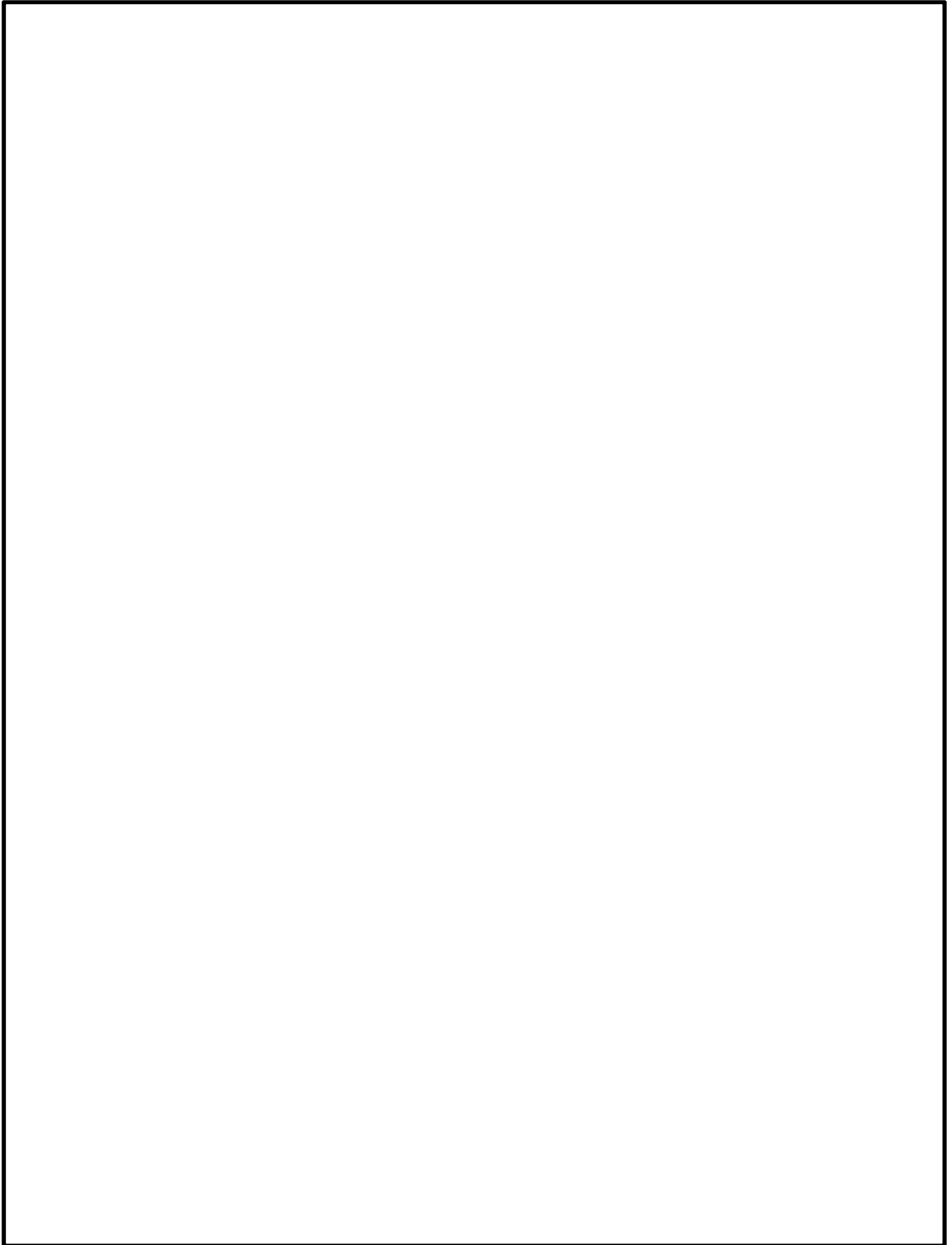


図 5-1(2) ドライウェル本体及びサプレッション・チェンバ本体の解析モデル
(90度モデル, 圧力, 水頭圧)

表 5-2 解析モデル諸元表

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SGV480
質量	m_0	kg	—*
温度条件	T	°C	66(ドライウエル) 32(サプレッション・チェンバ)
縦弾性係数	E	MPa	200000(ドライウエル) 202000(サプレッション・チェンバ)
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	図5-1に記載のとおり
節点数	—	個	

注記 * : 単位荷重による解析のため、質量の入力は不要。

6. 評価結果

ドライウエル本体及びサプレッション・チェンバ本体の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。発生値は許容値を満足している。

(1) 供用状態Eに対する評価

供用状態Eに対する応力評価結果を表 6-1 に示す。

表 3-2 に示す荷重の組合せについて記載している。

表 6-1 供用状態Eに対する評価結果 (D + P_{SA} + M_{SA})

評価対象設備	評価部位		応力分類	E		判定	備考
				発生値	許容値		
				MPa	MPa		
ドライウエル本体 及びサプレッション・チェンバ本体	P1	円筒部と円錐部の接合部	一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	289	422	○	
	P2	円錐部の角度変化部	一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	67	422	○	
	P3	円錐部の板厚変化部	一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	206	422	○	
	P4	円錐部と円筒部の接合部	一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	157	422	○	
	P5	円筒部（中央部）	一次一般膜応力強さ	275	281	○	
			一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	275	422	○	
P6	底部のフランジプレートとの接合部	一次膜応力強さ＋一次曲げ応力強さ	76	422	○		