

本資料のうち、枠囲みの内容は  
商業機密の観点から公開できま  
せん。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-08-0014_改0
提出年月日	2021年3月26日

## VI-3-3-6-1-1-1 ドライウエルの基本板厚計算書

02 ③ VI-3-3-6-1-1-1 RO

2021年3月  
東北電力株式会社

## 目次

1. 一般事項	1
1.1 概要	1
1.2 適用基準	1
1.3 計算精度と数値の丸め方	1
2. 設計条件	2
2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度	2
2.2 材料及び許容応力	2
3. ドライウエルの基本板厚計算	3
3.1 上鏡	3
3.1.1 鏡板	3
3.2 上部円筒部	6
3.2.1 円筒胴	6
3.3 球形部	8
3.3.1 球形胴	8
3.3.2 球形胴	10
3.4 球形部と上部円筒部との接続部	12
3.5 下部円筒部	13
3.5.1 円筒胴	13
3.6 下鏡	15
3.6.1 鏡板	15

1. 一般事項

1.1 概要

本計算書は、原子炉格納容器ドライウエルの基本板厚計算書である。

ドライウエルは、設計基準対象施設のドライウエル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「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-3-1-5 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」に基づくとともに、添付書類「VI-3-2-8 重大事故等クラス 2 容器の強度計算方法」に準じて、ドライウエルの構造強度評価を示す。

1.2 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年10月30日 通商産業省告示第 5 0 1 号）（以下「告示第 5 0 1 号」という。）

1.3 計算精度と数値の丸め方

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1-1に示すとおりとする。

表 1-1 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
最高使用圧力		MPa	—	—	有効数字 3 桁
温度		℃	—	—	整数位
許容応力*		MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
	計算上必要な厚さ	mm	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
	最小厚さ	mm	小数点以下第 3 位	切捨て	小数点以下第 2 位

注記\*：告示第 5 0 1 号別表に記載された温度の中間における許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第 2 位を切り捨て、小数点以下第 1 位までの値として算出する。得られた値を SI 単位に換算し、SI 単位に換算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。

2. 設計条件

2.1 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は、以下のとおりとする。

内圧 P            854kPa  
 温度 T            200℃

2.2 材料及び許容応力

(1) 材料

使用する材料を表 2-1 に示す。

表 2-1 使用材料表

使用部位	使用材料
ドライウエル上鏡	SGV49
ドライウエル上部円筒部	SGV49
ドライウエル球形部	SGV49
ドライウエル球形部	SPV50
ドライウエル下部円筒部	SPV50
ドライウエル下鏡	SPV50

(2) 許容引張応力

使用材料の許容引張応力は、添付書類「VI-3-1-5 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」に基づき、告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値の 0.6 倍とする。

SGV49                     $S_n^* = 253 \text{ MPa}$

SPV50                     $S_s^* = 327 \text{ MPa}$

注記\* :  $S_n$ 及び $S_s$ は $0.6 \cdot S_u$ とする。ここで、 $S_u$ は告示第 5 0 1 号別表第 10 に規定されている値である。

3. ドライウェルの基本板厚計算

「2. 設計条件」に示す重大事故等時の条件に基づき、ドライウェル各部の板厚計算を行った結果を以下に示す。

3.1 上鏡

3.1.1 鏡板

鏡板の形状及び寸法を図 3-1 に示す。

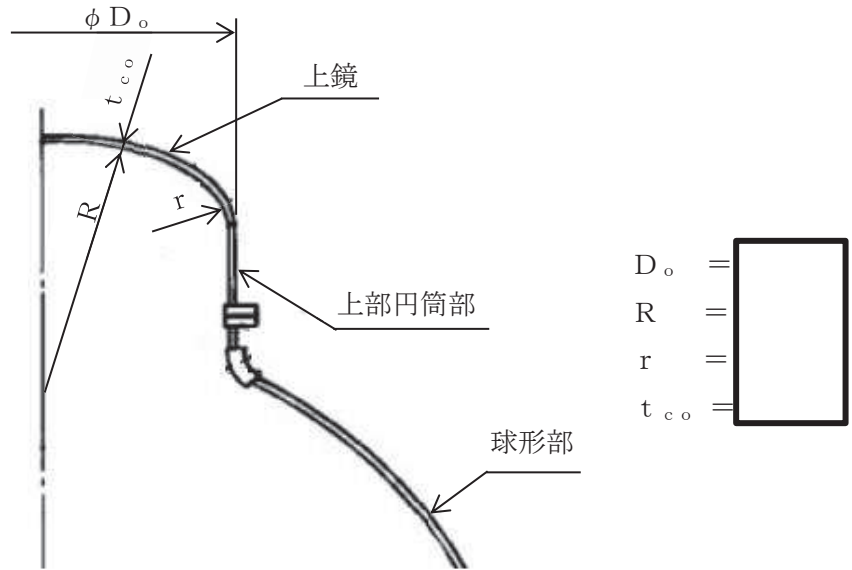


図 3-1 鏡板の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm

(2) 形状制限（告示第501号第23条第1項第1号イ及びロ）

鏡板の形状制限の確認結果を表3-1に示す。

これより、鏡板はさら形鏡板の形状制限の条件を満足している。

表3-1 鏡板の形状制限

鏡板の外径	D <sub>o</sub>	(mm)	
鏡板の中央部における内面の半径	R	(mm)	
鏡板のすみの丸みの内半径	r	(mm)	
3・t <sub>co</sub>		(mm)	
0.06・D <sub>o</sub>		(mm)	
評価：D <sub>o</sub> ≥ R, r ≥ 3・t <sub>co</sub> , r ≥ 0.06・D <sub>o</sub> , r ≥ 50, よって十分である。			

(3) 中低面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第1号）

鏡板の中低面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し，計算結果を表3-2に示す。

これより，鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P \cdot R \cdot W}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

ここに， $W = \frac{1}{4} \cdot \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$

表 3-2 鏡板の板厚計算結果

鏡板名称		上鏡
材料		SGV49
最高使用圧力	P (MPa)	$854 \times 10^{-3}$
最高使用温度	(°C)	200
鏡板の中央部における内面の半径	R (mm)	
鏡板のすみの丸みの内半径	r (mm)	
さら形鏡板の形状による係数	W	1.32
許容引張応力	S* (MPa)	253
継手効率	$\eta$	1.00
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		有り
必要厚さ	$t_R$ (mm)	18.62
呼び厚さ	$t_{co}$ (mm)	
最小厚さ	$t_c$ (mm)	
評価： $t_c \geq t_R$ ，よって十分である。		

注記\*：Sは $0.6 \cdot S_u$ とする。

### 3.2 上部円筒部

#### 3.2.1 円筒胴

円筒胴の形状及び寸法を図 3-2 に示す。

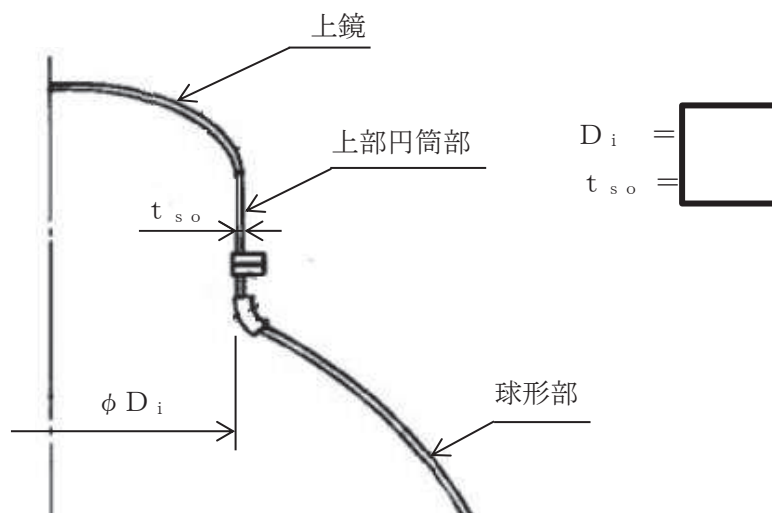


図 3-2 円筒胴の形状及び寸法 (単位 : mm)



(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm
	t <sub>R1</sub>	規格上必要な最小厚さ	mm
	t <sub>R2</sub>	計算上必要な厚さ	mm

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-3に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-3 円筒胴の板厚計算結果

円筒胴名称	上部円筒部	
材料	SGV49	
最高使用圧力	P (MPa)	854×10 <sup>-3</sup>
最高使用温度	(°C)	200
胴の内径	D <sub>i</sub> (mm)	
許容引張応力	S* (MPa)	253
継手効率	η	1.00
継手の種類	突合せ両側溶接	
放射線検査の有無	有り	
必要厚さ	t <sub>R1</sub> (mm)	3.00
必要厚さ	t <sub>R2</sub> (mm)	15.60
t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値	t <sub>R</sub> (mm)	15.60
呼び厚さ	t <sub>so</sub> (mm)	
最小厚さ	t <sub>s</sub> (mm)	
評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。		

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3 球形部

#### 3.3.1 球形胴

球形胴の形状及び寸法を図 3-3 に示す。

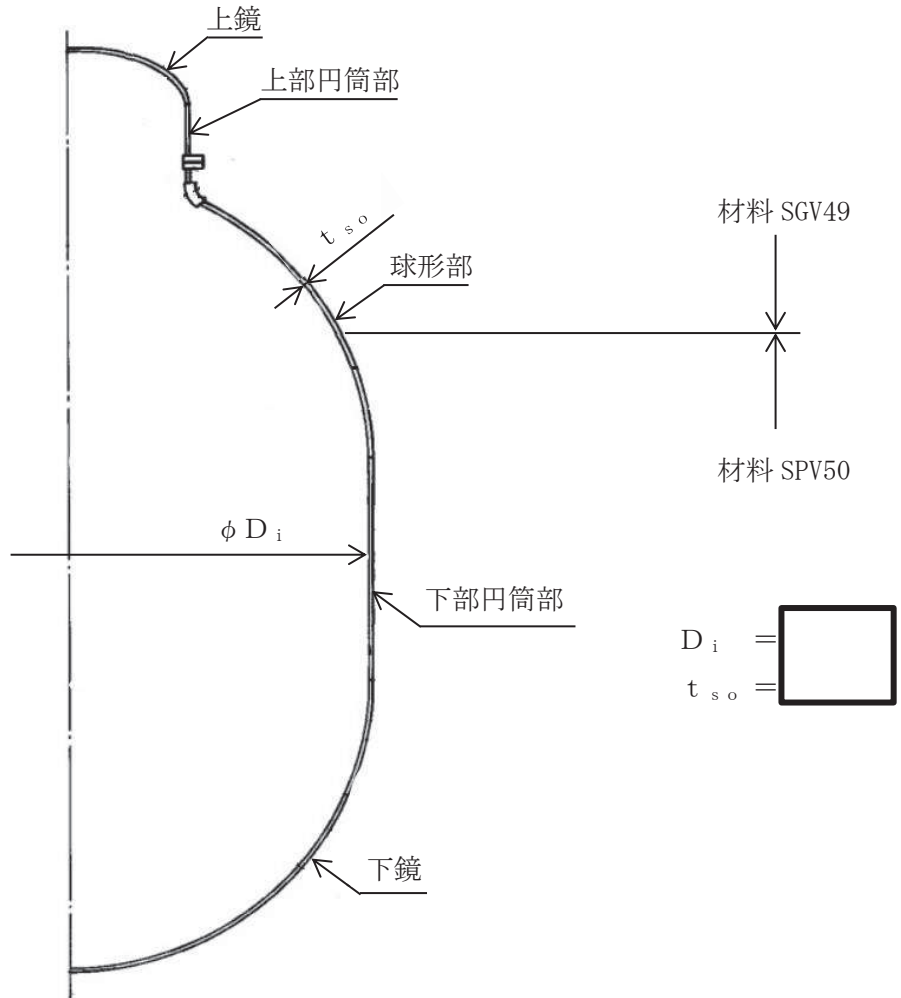


図 3-3 球形胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm
	t <sub>R1</sub>	規格上必要な最小厚さ	mm
	t <sub>R2</sub>	計算上必要な厚さ	mm

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ホ）

球形胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-4に示す。  
これより、球形胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot S \cdot \eta - 0.4 \cdot P}$$

表 3-4 球形胴の板厚計算結果

球形胴名称		球形部
材料		SGV49
最高使用圧力	P (MPa)	854×10 <sup>-3</sup>
最高使用温度	(°C)	200
胴の内径	D <sub>i</sub> (mm)	
許容引張応力	S* (MPa)	253
継手効率	η	1.00
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		有り
必要厚さ	t <sub>R1</sub> (mm)	3.00
必要厚さ	t <sub>R2</sub> (mm)	19.25
t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値	t <sub>R</sub> (mm)	19.25
呼び厚さ	t <sub>so</sub> (mm)	
最小厚さ	t <sub>s</sub> (mm)	
評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。		

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3.2 球形胴

球形胴の形状及び寸法を図 3-4 に示す。

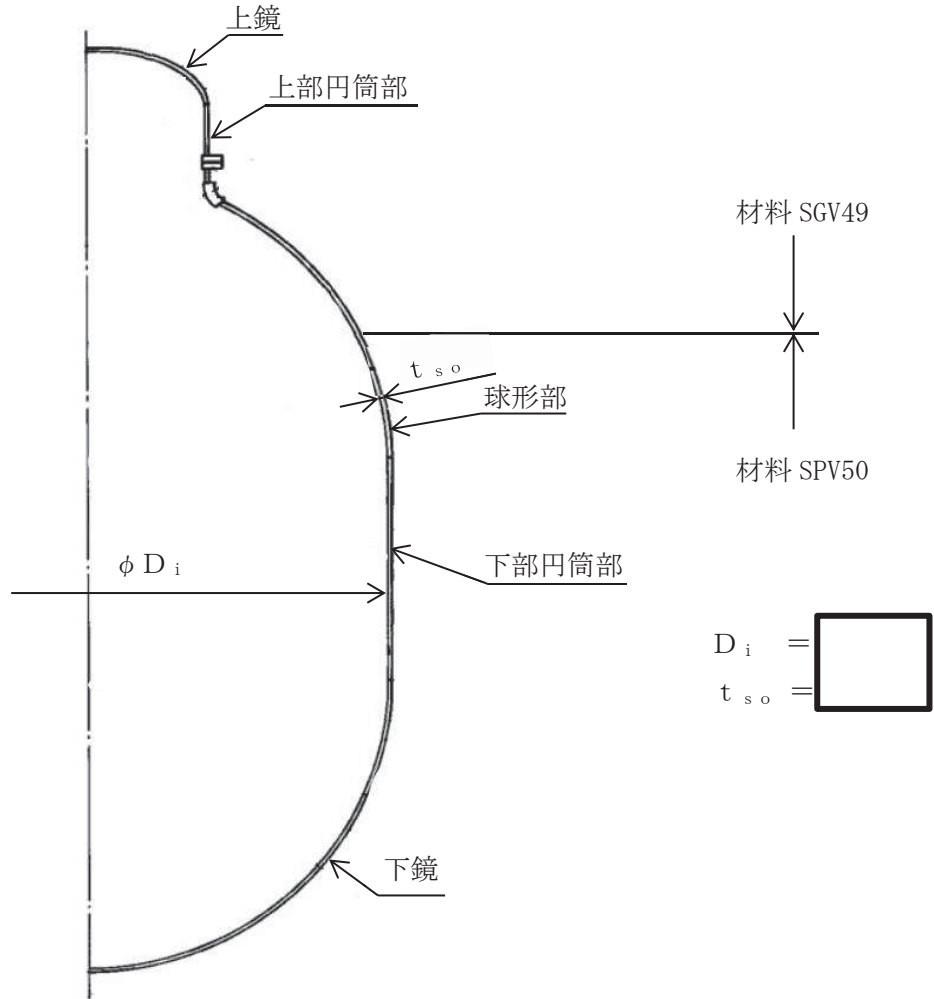


図 3-4 球形胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm
	t <sub>R1</sub>	規格上必要な最小厚さ	mm
	t <sub>R2</sub>	計算上必要な厚さ	mm

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号ホ）

球形胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-5に示す。  
これより、球形胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{4 \cdot S \cdot \eta - 0.4 \cdot P}$$

表 3-5 球形胴の板厚計算結果

球形胴名称		球形部
材料		SPV50
最高使用圧力	P (MPa)	854×10 <sup>-3</sup>
最高使用温度	(°C)	200
胴の内径	D <sub>i</sub> (mm)	
許容引張応力	S* (MPa)	327
継手効率	η	1.00
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		有り
必要厚さ	t <sub>R1</sub> (mm)	3.00
必要厚さ	t <sub>R2</sub> (mm)	14.91
t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値	t <sub>R</sub> (mm)	14.91
呼び厚さ	t <sub>so</sub> (mm)	
最小厚さ	t <sub>s</sub> (mm)	
評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。		

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 3.4 球形部と上部円筒部との接続部

球形部と上部円筒部との接続部は、告示第501号第21条第2項の規定に従い、下記の強度計算書において別途評価を行う。

添付書類「VI-3-3-6-1-1-2 ドライウエルの強度計算書」

### 3.5 下部円筒部

#### 3.5.1 円筒胴

円筒胴の形状及び寸法を図 3-5 に示す。

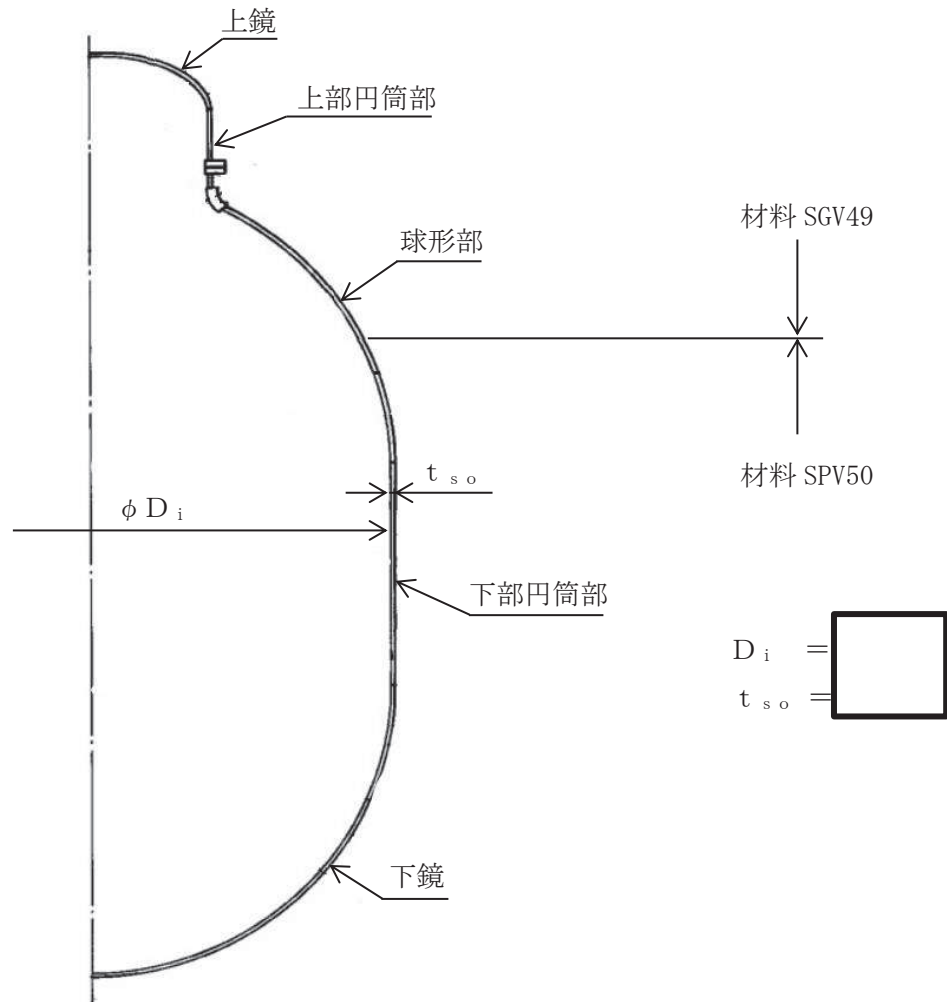


図 3-5 円筒胴の形状及び寸法 (単位 : mm)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm
	t <sub>R1</sub>	規格上必要な最小厚さ	mm
	t <sub>R2</sub>	計算上必要な厚さ	mm

(2) 内圧に対する必要厚さ（告示第501号第22条第3項第1号及び第2号イ）

円筒胴の内圧に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-6に示す。  
これより、円筒胴は告示第501号の条件を満足している。

$$t_{R2} = \frac{P \cdot D_i}{2 \cdot S \cdot \eta - 1.2 \cdot P}$$

表 3-6 円筒胴の板厚計算結果

円筒胴名称	下部円筒部	
材料	SPV50	
最高使用圧力	P (MPa)	854×10 <sup>-3</sup>
最高使用温度	(°C)	200
胴の内径	D <sub>i</sub> (mm)	
許容引張応力	S* (MPa)	327
継手効率	η	1.00
継手の種類	突合せ両側溶接	
放射線検査の有無	有り	
必要厚さ	t <sub>R1</sub> (mm)	3.00
必要厚さ	t <sub>R2</sub> (mm)	29.86
t <sub>R1</sub> , t <sub>R2</sub> の大きい値	t <sub>R</sub> (mm)	29.86
呼び厚さ	t <sub>so</sub> (mm)	
最小厚さ	t <sub>s</sub> (mm)	
評価：t <sub>s</sub> ≥ t <sub>R</sub> , よって十分である。		

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



### 3.6 下鏡

#### 3.6.1 鏡板

鏡板の形状及び寸法を図 3-6 に示す。

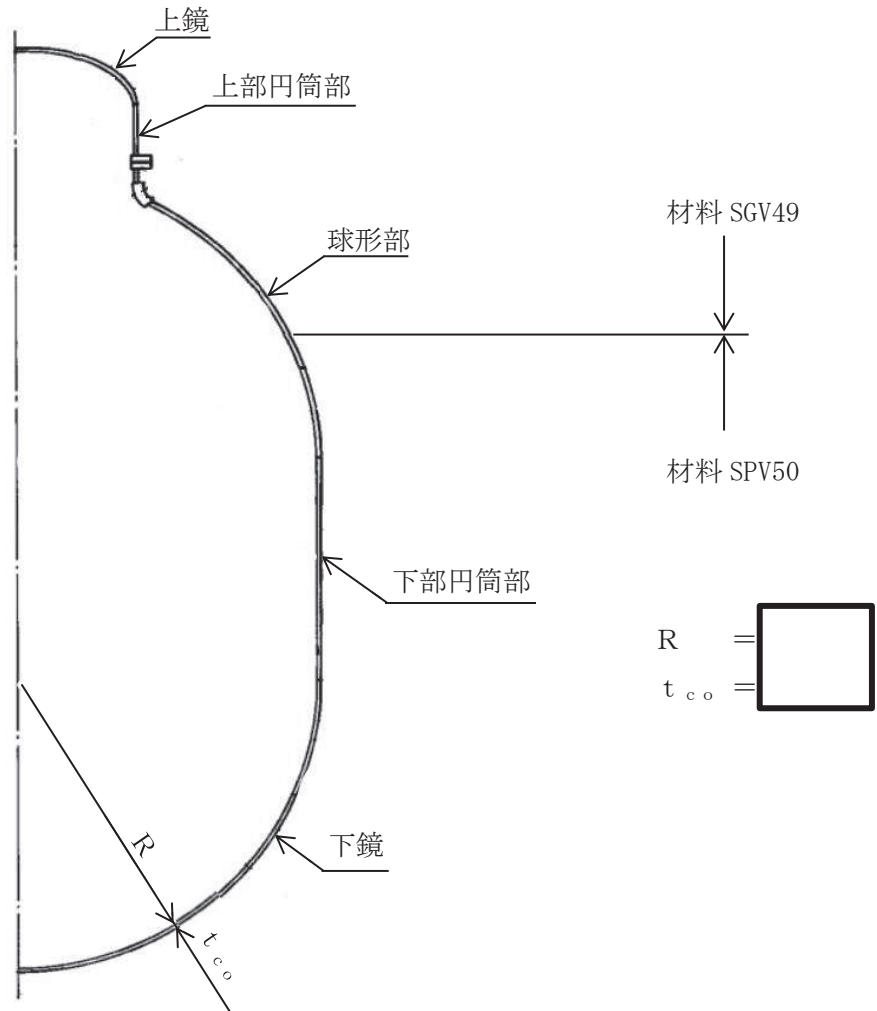


図 3-6 鏡板の形状及び寸法 (単位 : mm)

(1) 記号の説明

告示第501号 の記号	計算書の表示	表示内容	単位
t	t <sub>R</sub>	必要な厚さ	mm

(2) 中低面の圧力に対する必要厚さ（告示第501号第23条第2項第3号）

鏡板の中低面の圧力に対する必要板厚の算出式を以下に示し、計算結果を表3-7に示す。

これより、鏡板は告示第501号の条件を満足している。

$$t_R = \frac{P \cdot R}{2 \cdot S \cdot \eta - 0.2 \cdot P}$$

表3-7 鏡板の板厚計算結果

鏡板名称		下鏡
材料		SPV50
最高使用圧力	P (MPa)	854×10 <sup>-3</sup>
最高使用温度	(°C)	200
鏡板の内半径	R (mm)	
許容引張応力	S* (MPa)	327
継手効率	η	1.00
継手の種類		突合せ両側溶接
放射線検査の有無		有り
必要厚さ	t <sub>R</sub> (mm)	14.91
呼び厚さ	t <sub>co</sub> (mm)	
最小厚さ	t <sub>c</sub> (mm)	
評価：t <sub>c</sub> ≥ t <sub>R</sub> ，よって十分である。		

注記\*：Sは0.6・S<sub>u</sub>とする。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。