

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-04-0083_改0
提出年月日	2021年4月23日

VI-3-3-3-4-3-3-1 管の基本板厚計算書（高圧代替注水系）

2021年4月

東北電力株式会社

まえがき

本計算書は、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」及び「VI-3-2-9 重大事故等クラス2 管の強度計算方法」に基づいて計算を行う。

評価条件整理結果を以下に示す。なお、評価条件の整理に当たって使用する記号及び略語については、添付書類「VI-3-2-1 強度計算方法の概要」に定義したものを使用する。

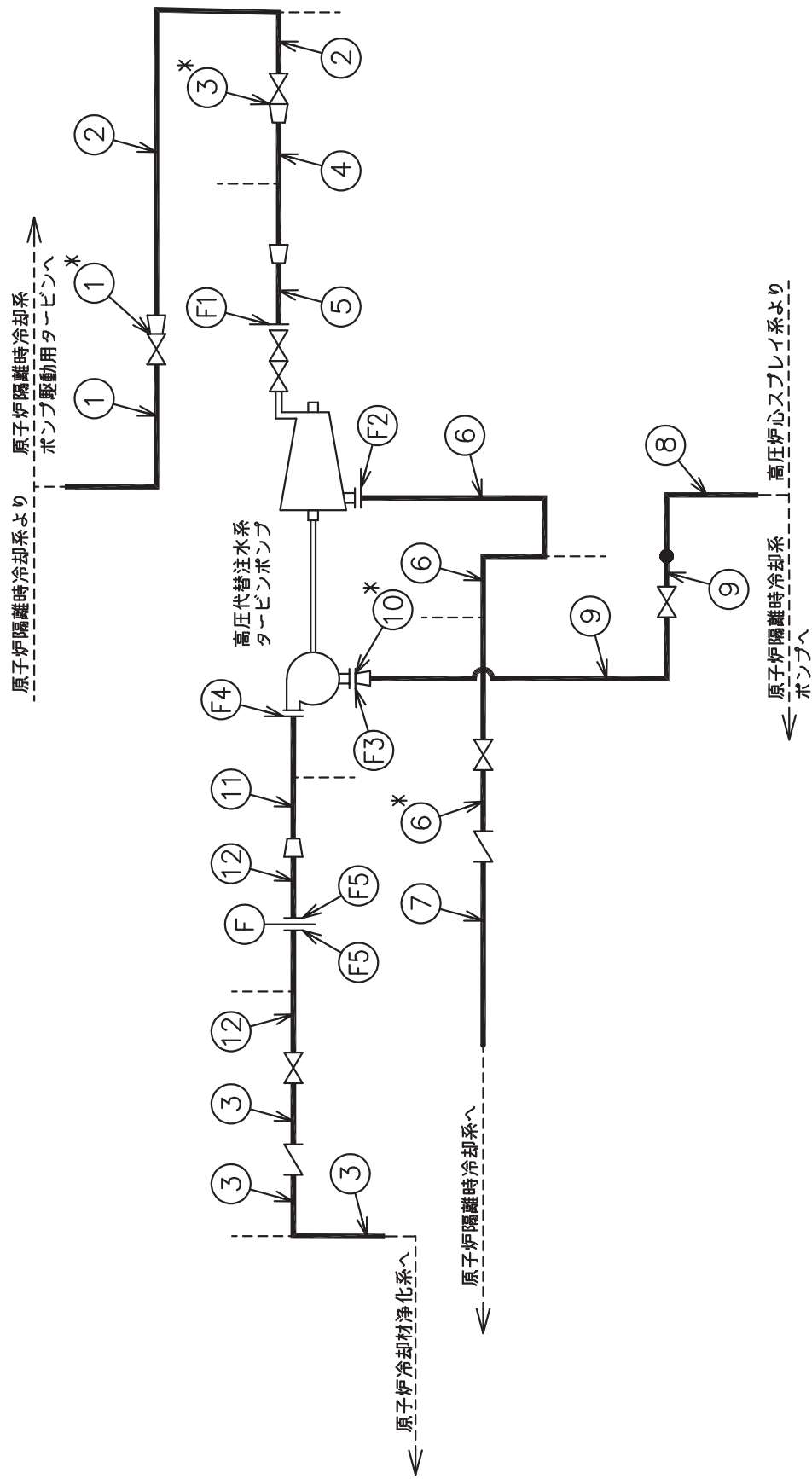
・適用規格の選定

管No.	評価項目	評価区分	判定基準	適用規格
1	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
2	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
3	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
4	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
5	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
6	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
7	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
8	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
9	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
10	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
11	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
12	管の板厚計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
F1	フランジの強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
F2	フランジの強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
F3	フランジの強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
F4	フランジの強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格
F5	フランジの強度計算	設計・建設規格	—	設計・建設規格

目次

1. 概略系統図	1
2. 管の強度計算書	2
3. フランジの強度計算書	4

1. 概略系統図



2. 管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
1	10.34	315	114.30	11.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.71	5.52	A	5.52
2	10.34	315	165.20	14.30	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	12.51	7.98	A	7.98
3	8.62	302	165.20	14.30	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	12.51	6.69	A	6.69
4	8.62	302	114.30	11.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.71	4.63	A	4.63
5	8.62	302	89.10	11.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	9.71	3.61	A	3.61
6	0.98	184	216.30	8.20	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.03	C	3.80
7	0.98	200	216.30	8.20	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.03	C	3.80
8	1.37	66	216.30	8.20	SUS304TP	S	2	126	1.00	12.5%	7.17	1.17	A	1.17
9	1.37	66	216.30	8.20	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	7.17	1.43	C	3.80
10	1.37	66	165.20	7.10	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	6.21	1.10	C	3.80

評価: $t_s \geq t_r$, よって十分である。

管の強度計算書 (重大事故等クラス 2 管)

設計・建設規格 PPC-3411 準用

NO.	最高使用圧力 P (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 D _o (mm)	公称厚さ (mm)	材 料	製 法	ク ラ ス	S (MPa)	η	Q	t _s (mm)	t (mm)	算 式	t _r (mm)
11	14.00	66	114.30	13.50	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	11.81	7.37	A	7.37
12	14.00	66	165.20	18.20	STS410	S	2	103	1.00	12.5%	15.92	10.65	A	10.65

評価: $t_s \geq t_r$, よって十分である。

3. フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用
（J I S B 8 2 6 5 附属書3適用）

設計条件		モーメントの計算	
NO.	F1	HD (N)	3.128×10^4
形式	一体形(TYPE-4)	hD (mm)	51.63
設計圧力 P (MPa)	8.90	MD (N・mm)	1.615×10^6
最高使用圧力 P _o (MPa)	8.62	HG (N)	1.211×10^5
最高使用温度 (°C)	302	hG (mm)	47.98
フランジ		MG (N・mm)	5.808×10^6
		HT (N)	4.910×10^4
材料	SF490A	hT (mm)	58.07
σ _{fa} 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	123	MT (N・mm)	2.851×10^6
σ _{fb} 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M _o (N・mm)	1.027×10^7
A (mm)	[Redacted]	M _g (N・mm)	2.350×10^7
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)			
g _o (mm)			
g ₁ (mm)			
h (mm)			
ボルト			
材料	[Redacted]	f	1.000
σ _a 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	173	F	0.593
σ _b 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	V	0.053
d _b (mm)	[Redacted]	K	3.961
d _i (mm)		T	1.016
n		U	1.603
		Y	1.458
ガスケット		Z	1.136
		d (mm ³)	101588
		e (mm ⁻¹)	0.02176
材料	[Redacted]	t (mm)	[Redacted]
ガスケット厚さ (mm)		L	3.075
G (mm)		応力の計算	
G _s (mm)		σ _{Ho} (MPa)	55
N (mm)		σ _{Ro} (MPa)	53
m _g		σ _{To} (MPa)	39
y (N/mm ²)		σ _{Hg} (MPa)	90
b _o (mm)		σ _{Rg} (MPa)	120
b (mm)	σ _{Tg} (MPa)	90	
ボルトの計算		応力の評価 $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ 以上より十分である。	
H (N)	8.039×10^4		
HP (N)	1.211×10^5		
W _{m1} (N)	2.014×10^5		
W _{m2} (N)	1.562×10^5		
A _{m1} (mm ²)	1.164×10^3		
A _{m2} (mm ²)	902.9		
A _m (mm ²)	[Redacted]		
A _b (mm ²)	4.497×10^3		
W _o (N)	2.014×10^5		
W _g (N)	4.897×10^5		
評価： A _m < A _b よって十分である。			

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

設計条件		モーメントの計算			
NO.	F2	HD	(N) 3.829×10 ⁴		
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 37.78		
設計圧力 P (MPa)	1.22	MD	(N・mm) 1.446×10 ⁶		
最高使用圧力 P _o (MPa)	0.98	HG	(N) 4.775×10 ⁴		
最高使用温度 (°C)	184	hG	(mm) 23.29		
フランジ		MG	(N・mm) 1.112×10 ⁶		
		HT	(N) 2.252×10 ⁴		
材料	SF490A	hT	(mm) 36.30		
σ _{fa} 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	123	MT	(N・mm) 8.174×10 ⁵		
σ _{fb} 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M _o	(N・mm) 3.376×10 ⁶		
A (mm)	[Redacted]	M _g	(N・mm) 5.899×10 ⁶		
B (mm)		フランジの厚さと係数			
C (mm)					
g _o (mm)					
g ₁ (mm)					
h (mm)					
ボルト				h _o	(mm) [Redacted]
材料	[Redacted]	f	1.000		
σ _a 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	173	F	0.611		
σ _b 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	V	0.061		
d _b (mm)	[Redacted]	K	1.726		
d _i (mm)	[Redacted]	T	1.615		
n	[Redacted]	U	4.100		
ガスケット		Y	3.731		
		Z	2.011		
		d (mm ³)	182343		
材料	[Redacted]	e (mm ⁻¹)	0.01508		
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	t (mm)	[Redacted]		
G (mm)	[Redacted]	L	0.979		
G _s (mm)	[Redacted]	応力の計算			
N (mm)	[Redacted]				
m _g	[Redacted]				
y (N/mm ²)	[Redacted]				
b _o (mm)	[Redacted]				
b (mm)	[Redacted]				
ボルトの計算				応力の評価 $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ 以上より十分である。	
H (N)	6.081×10 ⁴				
HP (N)	4.775×10 ⁴				
W _{m1} (N)	1.086×10 ⁵				
W _{m2} (N)	1.815×10 ⁵				
A _{m1} (mm ²)	627.5				
A _{m2} (mm ²)	1.049×10 ³				
A _m (mm ²)	[Redacted]				
A _b (mm ²)	1.879×10 ³				
W _o (N)	1.086×10 ⁵				
W _g (N)	2.533×10 ⁵				
評価: A _m < A _b よって十分である。					

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

設計条件		モーメントの計算			
NO.	F3	HD	(N) 3.152×10 ⁴		
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 34.90		
設計圧力 P (MPa)	1.76	MD	(N・mm) 1.100×10 ⁶		
最高使用圧力 P _o (MPa)	1.37	HG	(N) 5.264×10 ⁴		
最高使用温度 (°C)	66	hG	(mm) 21.42		
フランジ		MG	(N・mm) 1.128×10 ⁶		
		HT	(N) 2.293×10 ⁴		
材料	SF490A	hT	(mm) 33.29		
σ _{fa} 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	123	MT	(N・mm) 7.631×10 ⁵		
σ _{fb} 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M _o	(N・mm) 2.991×10 ⁶		
A (mm)	[Redacted]	M _g	(N・mm) 4.967×10 ⁶		
B (mm)		フランジの厚さと係数			
C (mm)					
g _o (mm)					
g ₁ (mm)					
h (mm)					
ボルト				h _o	(mm) [Redacted]
材料	[Redacted]	f	1.000		
σ _a 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	173	F	0.599		
σ _b 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	V	0.056		
d _b (mm)	[Redacted]	K	1.854		
d _i (mm)	[Redacted]	T	1.563		
n	[Redacted]	U	3.641		
ガスケット		Y	3.313		
		Z	1.820		
材料	[Redacted]	d	(mm ³) 106743		
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	e	(mm ⁻¹) 0.01829		
G (mm)	[Redacted]	t	(mm) [Redacted]		
G _s (mm)	[Redacted]	L	1.048		
N (mm)	[Redacted]	応力の計算			
m _g	[Redacted]				
y (N/mm ²)	[Redacted]				
b _o (mm)	[Redacted]				
b (mm)	[Redacted]				
ボルトの計算				応力の評価 $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ 以上より十分である。	
H (N)	5.444×10 ⁴				
HP (N)	5.264×10 ⁴				
W _{m1} (N)	1.071×10 ⁵				
W _{m2} (N)	1.387×10 ⁵				
A _{m1} (mm ²)	619.0				
A _{m2} (mm ²)	801.6				
A _m (mm ²)	[Redacted]				
A _b (mm ²)	1.879×10 ³				
W _o (N)	1.071×10 ⁵				
W _g (N)	2.319×10 ⁵				
評価： A _m < A _b よって十分である。					

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

設計条件		モーメントの計算	
NO.	F4	HD	(N) 8.811×10^4
形式	一体形(TYPE-4)	hD	(mm) 58.33
設計圧力 P (MPa)	14.72	MD	(N・mm) 5.139×10^6
最高使用圧力 P _o (MPa)	14.00	HG	(N) 2.665×10^5
最高使用温度 (°C)	66	hG	(mm) 53.06
フランジ		MG	(N・mm) 1.414×10^7
		HT	(N) 1.232×10^5
材料	SF490A	hT	(mm) 65.03
σ_{fa} 常温(ガスケット締付時) (MPa)	123	MT	(N・mm) 8.010×10^6
σ_{fb} 最高使用温度(使用状態) (MPa)	123	M _o	(N・mm) 2.729×10^7
A (mm)	[]	M _g	(N・mm) 3.331×10^7
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)			
g _o (mm)			
g ₁ (mm)			
h (mm)			
ボルト			
材料	[]	V	0.071
σ_a 常温(ガスケット締付時) (MPa)	173	K	3.551
σ_b 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	T	1.088
d _b (mm)	[]	U	1.760
d _i (mm)		Y	1.602
n		Z	1.172
		d (mm ³)	154596
ガスケット		e (mm ⁻¹)	0.01867
		t (mm)	[]
		L	2.864
材料	[]	応力の計算	
ガスケット厚さ (mm)			
G (mm)			
G _s (mm)			
N (mm)			
m _g			
y (N/mm ²)			
b _o (mm)			
b (mm)			
ボルトの計算		応力の評価 $\sigma_{Ho} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Hg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{Ro} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Rg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ $\sigma_{To} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fb}$ $\sigma_{Tg} \leq 1.5 \cdot \sigma_{fa}$ 以上より十分である。	
H (N)	2.113×10^5		
HP (N)	2.665×10^5		
W _{m1} (N)	4.778×10^5		
W _{m2} (N)	2.079×10^5		
A _{m1} (mm ²)	2.762×10^3		
A _{m2} (mm ²)	1.202×10^3		
A _m (mm ²)	[]		
A _b (mm ²)	4.497×10^3		
W _o (N)	4.778×10^5		
W _g (N)	6.279×10^5		
評価: A _m < A _b よって十分である。			

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-1 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

フランジの強度計算書（重大事故等クラス2管）

設計・建設規格 PPC-3414 準用
 (J I S B 8 2 6 5 附属書3適用)

設計条件		モーメントの計算	
NO.	F5	HD (N)	1.849×10^5
形式	一体形(TYPE-4)	hD (mm)	69.30
設計圧力 P (MPa)	14.19	MD (N・mm)	1.281×10^7
最高使用圧力 P _o (MPa)	14.00	HG (N)	4.038×10^5
最高使用温度 (°C)	66	hG (mm)	61.73
フランジ		MG (N・mm)	2.492×10^7
		HT (N)	2.347×10^5
材料	SFVC2B	hT (mm)	78.04
σ _{fa} 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	120	MT (N・mm)	1.832×10^7
σ _{fb} 最高使用温度(使用状態) (MPa)	120	M _o (N・mm)	5.606×10^7
A (mm)	[Redacted]	M _g (N・mm)	7.940×10^7
B (mm)		フランジの厚さと係数	
C (mm)			
g _o (mm)			
g _l (mm)			
h (mm)			
ボルト			
		f	1.000
材料	[Redacted]	F	0.655
σ _a 常温(ガスケット締付時) (20°C) (MPa)	173	V	0.076
σ _b 最高使用温度(使用状態) (MPa)	173	K	3.059
d _b (mm)	[Redacted]	T	1.192
d _i (mm)		U	2.016
n		Y	1.834
		Z	1.239
ガスケット		d (mm ³)	424770
		e (mm ⁻¹)	0.01352
		t (mm)	[Redacted]
材料	[Redacted]	L	3.163
ガスケット厚さ (mm)	[Redacted]	応力の計算	
G (mm)		σ _{Ho} (MPa)	77
G _s (mm)		σ _{Ro} (MPa)	50
N (mm)		σ _{To} (MPa)	54
m _g		σ _{Hg} (MPa)	68
y (N/mm ²)		σ _{Rg} (MPa)	70
b _o (mm)		σ _{Tg} (MPa)	76
b (mm)			
ボルトの計算		応力の評価	
H (N)	4.196×10^5	$\begin{aligned} \sigma_{Ho} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fb} \\ \sigma_{Hg} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fa} \\ \sigma_{Ro} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fb} \\ \sigma_{Rg} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fa} \\ \sigma_{To} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fb} \\ \sigma_{Tg} &\leq 1.5 \cdot \sigma_{fa} \end{aligned}$ 以上より十分である。	
HP (N)	4.038×10^5		
W _{m1} (N)	8.234×10^5		
W _{m2} (N)	3.267×10^5		
A _{m1} (mm ²)	4.759×10^3		
A _{m2} (mm ²)	1.889×10^3		
A _m (mm ²)	[Redacted]		
A _b (mm ²)	1.011×10^4		
W _o (N)	8.234×10^5		
W _g (N)	1.286×10^6		
評価： A _m < A _b よって十分である。			

O2 ③ VI-3-3-3-4-3-3-I ROE

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。