本資料のうち，枠囲みの内容は，
営業秘密また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－725　改0
提出年月日	平成30年6月28日

V-3-3-1　原子炉圧力容器の強度計算書

NT2 補③ V-3-3-1 R0

目次

1.　胴板の強度計算 ・・・

2.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
2.4.3　スタッドボルトの平均引張応力の評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
2.4.4　スタッドボルトの平均引張＋曲げ応力の評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

3.　下部鏡板の強度計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

4.3　応力計算 ・・・

6.2　計算条件 ・・・

8.1.1　形状・寸法・材料 ・・・

10.　炉心スプレイノズル（N5）の強度計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65
10.1　一般事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・

11.4　応力強さの評価 ･･･ 77
11.4.1　一次一般膜応力強さの評価 ･････････････････････････････ 77
11.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価 ･････････････････････････ 77

12.　ベントノズル（N7）の強度計算 ･････････････････････････････ 80
12.1　一般事項 ･･･ 80
12.1.1　形状・寸法・材料 ･･････････････････････････････････････ 80
12.1.2　考慮する荷重 ･･ 80
12.1.3　計算結果の概要 ･･ 80

12.2　計算条件 ･･･ 83
12.2.1　解析範囲 ･･ 83
12.2.2　重大事故等時の条件 ････････････････････････････････････ 83
12.2.3　材料 ･･ 83
12.2.4　物性値及び許容応力 ････････････････････････････････････ 83

12.3　応力計算 ･･･ 83
12.3.1　応力評価点 ･･ 83
12.3.2　外荷重による応力 ･･････････････････････････････････････ 83
12.3.2.1　荷重条件（L04） ･････････････････････････････････････ 83

12.4　応力強さの評価 ･･･ 83
12.4.1　一次一般膜応力強さの評価 ･････････････････････････････ 83
12.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価 ･････････････････････････ 83

13.　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の強度計算 ･･････････ 86
13.1　一般事項 ･･･ 86
13.1.1　形状・寸法・材料 ･･････････････････････････････････････ 86
13.1.2　考慮する荷重 ･･ 86
13.1.3　計算結果の概要 ･･ 86

13.2　計算条件 ･･･ 89
13.2.1　解析範囲 ･･ 89
13.2.2　重大事故等時の条件 ････････････････････････････････････ 89
13.2.3　材料 ･･ 89
13.2.4　物性値及び許容応力 ････････････････････････････････････ 89

13.3　応力計算 ・・・

15.2.2　重大事故等時の条件 ・・・

17.1.3　計算結果の概要 ･･･ 117

17.2　計算条件 ･･･ 120
17.2.1　解析範囲 ･･･ 120
17.2.2　重大事故等時の条件 ･･･ 120
17.2.3　材料 ･･･ 120
17.2.4　物性値及び許容応力 ･･･ 120

17.3　応力計算 ･･･ 120
17.3.1　応力評価点 ･･･ 120
17.3.2　外荷重による応力 ･･･ 120
17.3.2.1　荷重条件（L04） ･･･ 120

17.4　応力強さの評価 ･･･ 120
17.4.1　一次一般膜応力強さの評価 ･････････････････････････････････････ 120
17.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価 ･････････････････････････････････ 120

図表目次

図1－1　形状・寸法・材料・応力評価点（胴板）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3
図2－1　形状・寸法・材料・応力評価点
（主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルト）・・・・・・・・・・　9
図3－1　形状・寸法・材料・応力評価点（下部鏡板）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　17
図4－1　形状・寸法・材料・応力評価点
（制御棒駆動機構ハウジング貫通部）・・・・・・・・・・・・・・・・・・　23
図5－1　形状・寸法・材料・応力評価点（中性子計測ハウジング貫通部）・・・・　32
図6－1　形状・寸法・材料・応力評価点（再循環水出口ノズル（N1））・・・・・・　42
図7－1　形状・寸法・材料・応力評価点（再循環水入口ノズル（N2））・・・・・・　48
図8－1　形状・寸法・材料・応力評価点（主蒸気ノズル（N3））・・・・・・・・・・・・・　54
図9－1　形状・寸法・材料・応力評価点（給水ノズル（N4））・・・・・・・・・・・・・・・　60
図10－1　形状・寸法・材料・応力評価点（炉心スプレイノズル（N5））・・・・・　66
図11－1　形状・寸法・材料・応力評価点（上鏡スプレイノズル（N6））・・・・・　75
図12－1　形状・寸法・材料・応力評価点（ベントノズル（N7））・・・・・・・・・・・・　81
図13－1　形状・寸法・材料・応力評価点
（ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8））・・・・・・・・・　87
図14－1　形状・寸法・材料・応力評価点
（差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10））・・・・・・・・・・　93
図15－1　形状・寸法・材料・応力評価点
（計装ノズル（N11，N12，N16））・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　99
図16－1　形状・寸法・材料・応力評価点（ドレンノズル（N15））・・・・・・・・・・　112
図17－1　形状・寸法・材料・応力評価点（低圧注水ノズル（N17））・・・・・・・・　118

表1－1　胴板の計算結果の概要　・・・

表6－3　再循環水出口ノズル（N1）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　46

表7－1　再循環水入口ノズル（N2）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　49
表7－2　再循環水入口ノズル（N2）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　51
表7－3　再循環水入口ノズル（N2）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　52

表8－1　主蒸気ノズル（N3）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　55
表8－2　主蒸気ノズル（N3）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・　57
表8－3　主蒸気ノズル（N3）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　58

表9－1　給水ノズル（N4）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　61
表9－2　給水ノズル（N4）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・　63
表9－3　給水ノズル（N4）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・　64

表10－1　炉心スプレイノズル（N5）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　67
表10－2　炉心スプレイノズル（N5）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　70
表10－3　炉心スプレイノズル（N5）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　72

表11－1　上鏡スプレイノズル（N6）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　76
表11－2　上鏡スプレイノズル（N6）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　78
表11－3　上鏡スプレイノズル（N6）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　79

表12－1　ベントノズル（N7）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　82
表12－2　ベントノズル（N7）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・　84

表12－3　ベントノズル（N7）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　85

表13－1　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の計算結果の概要　・・・・・　88
表13－2　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　90
表13－3　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　91

表14－1　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の計算結果の概要　・・・・・・　94
表14－2　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　96
表14－3　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　97

表15－1　計装ノズル（N11，N12，N16）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・　101
表15－2　計装ノズル（N11，N12，N16）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　105
表15－3　計装ノズル（N11，N12，N16）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　108

表16－1　ドレンノズル（N15）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　113
表16－2　ドレンノズル（N15）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・　115
表16－3　ドレンノズル（N15）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　116

表17－1　低圧注水ノズル（N17）の計算結果の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　119
表17－2　低圧注水ノズル（N17）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　121
表17－3　低圧注水ノズル（N17）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ　・・・・・・・・・・・・　122

本計算書は，原子炉圧力容器の強度計算書である。

1.　胴板の強度計算

1.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器胴板の強度計算である。

1.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図1－1に示す。

1.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「Ｖ-2-3-4-1-1　原子炉圧力容器の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）の5章に示す。

1.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表1－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図1－1　形状・寸法・材料・応力評価点（胴板）（単位：mm）

表1－1　胴板の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
胴板 SQV2A	供用状態Ｅ	182	326	P01－P02	182	490	P01－P02

1.2　計算条件

1.2.1　解析範囲

解析範囲を図1－1に示す。

1.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

1.2.3　材料

各部の材料を図1－1に示す。

1.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

1.3　応力計算

1.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図1－1に示す。

1.3.2　外荷重による応力

1.3.2.1　荷重条件（L23）

胴板に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

1.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，胴板について行う。

1.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表1－2に示す。

表1－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

1.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表1－3に示す。

表1－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表1－2　胴板の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	182	326
P01’ P02’	182	326
P03 P04	182	326
P03’ P04’	182	326
P05 P06	182	326
P05’ P06’	182	326
P07 P08	182	326
P07’ P08’	182	326

表1－3　胴板の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	182	490
P01’ P02’	182	490
P03 P04	182	490
P03’ P04’	182	490
P05 P06	182	490
P05’ P06’	182	490
P07 P08	182	490
P07’ P08’	182	490

2.　主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルトの強度計算

2.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルトの強度計算である。

2.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図2－1に示す。

2.1.2　計算結果の概要

計算結果の概要を表2－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，各部分ごとに一次応力評価の厳しくなる評価面を，各部分を代表する応力評価面として記載している。

図2－1　形状・寸法・材料・応力評価点（主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルト）

（単位：mm）

表2－1　主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルトの計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力　＊1 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力　＊2 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
上部鏡板及び上鏡側フランジ SQV2A SFVQ2A	供用状態Ｅ	144	320	P03　－ P04	196	490	P01　－ P02
胴側フランジ及び胴板 SFVQ2A SQV2A	供用状態Ｅ	182	320	P05　－ P06	176	490	P07　－ P08
スタッドボルト SNB24-3	供用状態Ｅ	268	572	P09　－ P10	358	859	P09

注記　＊1：スタッドボルトに対しては平均引張応力の評価を示す。
　　＊2：スタッドボルトに対しては平均引張＋曲げ応力の評価を示す。

2.2　計算条件

2.2.1　解析範囲

解析範囲を図2－1に示す。

2.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

2.2.3　材料

各部の材料を図2－1に示す。

2.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

2.3　応力計算

2.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図2－1に示す。

2.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，主フランジ，上部鏡板及びスタッドボルトについて行う。

2.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表2－2に示す。

表2－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

2.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表2－3に示す。

表2－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

2.4.3　スタッドボルトの平均引張応力の評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表2－4に示す。

表2－4より，供用状態Ｅの平均引張応力の最大値は，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

2.4.4　スタッドボルトの平均引張＋曲げ応力の評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表2－5に示す。

表2－5より，供用状態Ｅの平均引張＋曲げ応力の最大値は，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表2－2　主フランジ及び上部鏡板の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	144	326
P03 P04	144	320
P05 P06	182	320
P07 P08	182	326

表2－3　主フランジ及び上部鏡板の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	196	490
P03 P04	182	480
P05 P06	163	480
P07 P08	176	490

表2－4　スタッドボルトの平均引張応力の評価のまとめ

（単位：MPa）

状態	供用状態Ｅ	
評価面	平均引張応力の最大値	許容値 (2/3)・Ｓｕ
P09 P10	268	572

表2－5　スタッドボルトの平均引張＋曲げ応力の評価のまとめ

（単位：MPa）

状態	供用状態Ｅ	
評価点	平均引張＋曲げ応力の最大値	許容値 Ｓｕ
P09	358	859
P10	178	859

3.　下部鏡板の強度計算

3.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器下部鏡板の強度計算である。

3.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図3－1に示す。

3.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

3.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表3－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-2　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その１）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図3－1　形状・寸法・材料・応力評価点（下部鏡板）（単位：mm）

表3－1　下部鏡板の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
下部鏡板 SQV2A SQV2A相当	供用状態Ｅ	184	326	P01 - P02	203	490	P01’ - P02’
下部鏡板と 胴板の接合部 SQV2A	供用状態Ｅ	——	——	——	97	490	P11 - P12
下部鏡板と スカートの 接合部 SQV2A	供用状態Ｅ	——	——	——	95	490	P15’ - P16’

3.2　計算条件

3.2.1　解析範囲

解析範囲を図3－1に示す。

3.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

3.2.3　材料

各部の材料を図3－1に示す。

3.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

3.3　応力計算

3.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図3－1に示す。

3.3.2　外荷重による応力

3.3.2.1　荷重条件（L23）

下部鏡板に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

3.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，下部鏡板について行う。

3.4.1　一次一般膜応力強さの評価

応力評価面P01－P02及びP01’－P02’について，供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表3－2に示す。

なお，その他の応力評価面は，一次一般膜応力に分類される応力は存在しない。

表3－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

3.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表3－3に示す。

表3－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表3－2　下部鏡板の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	184	326
P01’ P02’	184	326

表3－3　下部鏡板の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	203	490
P01’ P02’	203	490
P03 P04	194	490
P03’ P04’	194	490
P05 P06	98	490
P05’ P06’	98	490
P07 P08	97	490
P07’ P08’	97	490
P09 P10	89	490
P09’ P10’	89	490
P11 P12	97	490
P11’ P12’	96	490
P13 P14	95	490
P13’ P14’	95	490
P15 P16	95	490
P15’ P16’	95	490
P17 P18	89	490
P17’ P18’	89	490
P19 P20	51	490
P19’ P20’	54	490
P21 P22	53	490
P21’ P22’	56	490

4.　制御棒駆動機構ハウジング貫通部の強度計算

4.1　一般事項

本章は，制御棒駆動機構ハウジング貫通部の強度計算である。

4.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図4－1に示す。

4.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

4.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表4－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

注：以下，制御棒駆動機構ハウジングを「ハウジング」，制御棒駆動機構ハウジング貫通部スタブチューブを「スタブチューブ」という。

図4－1　形状・寸法・材料・応力評価点（制御棒駆動機構ハウジング貫通部）（単位：mm）

表4－1　制御棒駆動機構ハウジング貫通部の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
スタブチューブ NCF600 NCF600相当	供用状態Ｅ	52	334	P03 － P04	149	476	P01’ － P02’
ハウジング SUS304TP	供用状態Ｅ	58	260	P05 － P06	44	363	P05 － P06

4.2　計算条件

4.2.1　解析範囲

解析範囲を図4－1に示す。

4.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

4.2.3　材料

各部の材料を図4－1に示す。

4.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

4.3　応力計算

4.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図4－1に示す。

4.3.2　外荷重による応力

4.3.2.1　荷重条件（L23，L24）

スタブチューブ及びハウジングに作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

4.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，スタブチューブ及びハウジングについて行う。

4.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表4－2に示す。

表4－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

4.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表4－3に示す。

表4－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

4.5　特別な評価

スタブチューブについて，外圧及び軸圧縮応力の評価を行う。

4.5.1　外圧の評価

(1)　荷重

供用状態Ｅにおける外圧を表4－4に示す。

(2)　許容外圧

供用状態Ｅにおける許容外圧（P_a）は，設計・建設規格　PVB-3210(3)a.より，次式で求める。

$$P_a = \frac{4 \cdot B \cdot t}{3 \cdot D_o} = \boxed{}$$

$$= 13.65 \text{ MPa}$$

Ｂ値は次のようにして求める。

$$\frac{L}{D_o} = \boxed{} = 1.71052$$

$$\frac{D_o}{t} = \boxed{} = 12.1600$$

ここで，Ｌ　：スタブチューブの最大長さ＝$\boxed{}$ mm

D_o：スタブチューブの最小外径＝$\boxed{}$ mm

ｔ　：スタブチューブの最小厚さ＝$\boxed{}$ mm

これらを用いて，設計・建設規格　付録材料図表　Part7　図1及び図7より

Ｂ＝83 MPa（302 ℃における値）

(3)　外圧の評価

供用状態Ｅにおける外圧の評価を表4－5に示す。表4－5より，供用状態Ｅにおける外圧は，許容外圧を超えない。

4.5.2　軸圧縮応力の評価

4.5.2.1　計算データ

スタブチューブの内半径　　R_i ＝$\boxed{}$ mm

スタブチューブの最小厚さ　ｔ ＝$\boxed{}$ mm

スタブチューブの断面積

$$A = \pi \cdot \left\{ (R_i + t)^2 - R_i^2 \right\}$$

$$= \pi \times \boxed{} = \boxed{} \text{ mm}^2$$

スタブチューブの断面係数

$$Z=\frac{\pi}{4}\cdot\frac{\left\{(R_i+t)^4-R_i^4\right\}}{(R_i+t)}$$

$$=\frac{\pi}{4}\times\boxed{}=3.05419\times10^5\ \ mm^3$$

4.5.2.2　軸圧縮応力の評価

供用状態Ｅにおいてスタブチューブに圧縮応力を生じさせる荷重は，表4－4に示す鉛直力及びモーメントである。これらの組合せにより発生する圧縮応力の評価を行う。

(1)　圧縮応力

表4－4に示す荷重によって生じる供用状態Ｅでの圧縮応力は以下のように求める。

$$\sigma_c=\frac{V}{A}+\frac{M}{Z}=\boxed{}=\ 9\ MPa$$

(2)　許容圧縮応力

供用状態Ｅにおける許容圧縮応力は，以下の２つの値のうち小さい方の値を用いる。

$1.5\cdot S_m=1.5\times164=246$ MPa

$1.5\cdot B\ =1.5\times\ 83=124$ MPa

ここで，

$S_m=164$ MPa

$B\ =\ 83$ MPa

このうちＢ値は，設計・建設規格　PVB-3117より，次のようにして求める。

設計・建設規格　付録材料図表　Part7　図1より

$$A=\frac{0.125}{R_i\ /\ t}=\boxed{}=0.0246063$$

を用いて，設計・建設規格　付録材料図表　Part7　図7より

$B=83$ MPa　（302 ℃における値）

よって，許容圧縮応力は，

$\sigma_{ca}=124$ MPa

供用状態Ｅにおける軸圧縮応力の評価を表4－6に示す。

表4－6より，供用状態Ｅにおける圧縮応力の評価は，許容値を満足する。

表4－2　制御棒駆動機構ハウジング貫通部の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	34	334
P01’ P02’	34	334
P03 P04	52	334
P03’ P04’	52	334
P05 P06	58	260
P05’ P06’	58	260
P07 P08	3	260
P07’ P08’	3	260

表4－3　制御棒駆動機構ハウジング貫通部の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	148	476
P01’ P02’	149	476
P03 P04	33	460
P03’ P04’	34	460
P05 P06	44	363
P05’ P06’	39	363
P07 P08	14	363
P07’ P08’	14	363

表4－4　スタブチューブの外圧及び軸圧縮応力の評価に用いる荷重

状態	外圧 (MPa)	鉛直力 ＊1 V (kN)	モーメント ＊2 M (kN･m)
供用状態Ｅ	[redacted]		

注記　＊1：「応力解析の方針」の5.1節に示すV_1＋V_2の値

＊2：「応力解析の方針」の5.1節に示すM_1＋M_2＋（H_1＋H_2）・Ｌの値

Ｌは，スタブチューブの最大長さ＝[redacted]mである。

表4－5　スタブチューブの外圧の評価

状態	外圧 (MPa)	許容外圧 P_a (MPa)
供用状態Ｅ	[redacted]	

表4－6　スタブチューブの軸圧縮応力の評価

状態	軸圧縮応力 σ_c (MPa)	許容圧縮応力 σ_{ca} (MPa)
供用状態Ｅ	9	124

5.　中性子計測ハウジング貫通部の強度計算

5.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器中性子計測ハウジング貫通部（取替前／取替後）の強度計算である。

5.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図5－1に示す。

5.1.2　計算結果の概要

計算結果の概要を表5－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，各部分ごとに一次応力評価の厳しくなる評価面を，各部分を代表する応力評価面として記載している。

図5－1（1）　形状・寸法・材料・応力評価点（中性子計測ハウジング貫通部（取替前））

（単位：mm）

図 5－1（2）　形状・寸法・材料・応力評価点（中性子計測ハウジング貫通部（取替後））

（単位：mm）

表5－1（1）　中性子計測ハウジング貫通部の計算結果の概要（取替前）

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ハウジング SUS304TB	供用状態Ｅ	51	260	P03 － P04	104	359	P03 － P04

表5－1（2）　中性子計測ハウジング貫通部の計算結果の概要（取替後）

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ハウジング SUS316TP	供用状態Ｅ	38	284	P03 － P04	75	402	P03 － P04

5.2　計算条件

5.2.1　解析範囲

解析範囲を図5－1に示す。

5.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

内圧以外の全ての荷重は無視できるほど小さいため，強度計算は内圧のみについて行う。

5.2.3　材料

各部の材料を図5－1に示す。

5.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

5.3　応力計算

5.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図5－1に示す。

5.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，中性子計測ハウジング貫通部について行う。

5.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表5－2に示す。

表5－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

5.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表5－3に示す。

表5－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表5－2（1）　中性子計測ハウジング貫通部の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ（取替前）

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	0	260
P01’ P02’	0	260
P03 P04	51	260
P03’ P04’	51	260

表5－2（2）　中性子計測ハウジング貫通部の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ（取替後）

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	0	284
P01’ P02’	0	284
P03 P04	38	284
P03’ P04’	38	284

表5－3（1）　中性子計測ハウジング貫通部の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ（取替前）

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	10	359
P01’ P02’	10	359
P03 P04	104	359
P03’ P04’	104	359

表5－3（2）　中性子計測ハウジング貫通部の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ（取替後）

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	19	402
P01’ P02’	19	402
P03 P04	75	402
P03’ P04’	75	402

6.　再循環水出口ノズル（N1）の強度計算

6.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器再循環水出口ノズル（N1）の強度計算である。

6.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図6－1に示す。

6.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

6.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表6－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図6－1　形状・寸法・材料・応力評価点（再循環水出口ノズル（N1））（単位：mm）

表6－1　再循環水出口ノズル（N1）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SUSF304 SUSF304相当	供用状態Ｅ	81	248	P01　－ P02	81	331	P01　－ P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	85	320	P07　－ P08	85	427	P07　－ P08

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

6.2　計算条件

6.2.1　解析範囲

解析範囲を図6－1に示す。

6.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

6.2.3　材料

各部の材料を図6－1に示す。

6.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

6.3　応力計算

6.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図6－1に示す。

6.3.2　外荷重による応力

6.3.2.1　荷重条件（L04）

再循環水出口ノズル（N1）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

6.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，再循環水出口ノズル（N1）について行う。

6.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表6－2に示す。

表6－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

6.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表6－3に示す。

表6－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表6－2　再循環水出口ノズル（N1）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	81	248
P01’ P02’	81	248
P03 P04	79	248
P03’ P04’	79	248
P05 P06	67	248
P05’ P06’	67	248
P07 P08	85	320
P07’ P08’	85	320

表6－3　再循環水出口ノズル（N1）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	81	331
P01’ P02’	81	331
P03 P04	79	332
P03’ P04’	79	332
P05 P06	67	335
P05’ P06’	67	335
P07 P08	85	427
P07’ P08’	85	427

7.　再循環水入口ノズル（N2）の強度計算

7.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器再循環水入口ノズル（N2）の強度計算である。

7.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図7－1に示す。

7.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

7.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表7－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図7－1　形状・寸法・材料・応力評価点（再循環水入口ノズル（N2））（単位：mm）

表7－1　再循環水入口ノズル（N2）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SUSF304 SUSF304相当	供用状態Ｅ	74	248	P01 － P02	74	336	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	49	320	P09 － P10	50	442	P09 － P10
サーマル スリーブ SUS304LTP	供用状態Ｅ	25	232	P11 － P12	89	306	P11’－ P12’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

7.2　計算条件

7.2.1　解析範囲

解析範囲を図7－1に示す。

7.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

7.2.3　材料

各部の材料を図7－1に示す。

7.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

7.3　応力計算

7.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図7－1に示す。

7.3.2　外荷重による応力

7.3.2.1　荷重条件（L04）

再循環水入口ノズル（N2）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

7.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，再循環水入口ノズル（N2）について行う。

7.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表7－2に示す。

表7－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

7.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表7－3に示す。

表7－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表7－2　再循環水入口ノズル（N2）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	74	248
P01’ P02’	74	248
P03 P04	38	248
P03’ P04’	38	248
P05 P06	38	248
P05’ P06’	38	248
P07 P08	15	248
P07’ P08’	15	248
P09 P10	49	320
P09’ P10’	49	320
P11 P12	25	232
P11’ P12’	25	232

表7－3　再循環水入口ノズル（N2）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	74	336
P01’ P02’	74	336
P03 P04	41	349
P03’ P04’	38	349
P05 P06	40	349
P05’ P06’	38	349
P07 P08	53	335
P07’ P08’	60	335
P09 P10	50	442
P09’ P10’	48	442
P11 P12	78	306
P11’ P12’	89	306

8.　主蒸気ノズル（N3）の強度計算

8.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器主蒸気ノズル（N3）の強度計算である。

8.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図8－1に示す。

8.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

8.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表8－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図8－1　形状・寸法・材料・応力評価点（主蒸気ノズル（N3））（単位：mm）

表8－1　主蒸気ノズル（N3）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B SFVC2B相当	供用状態Ｅ	87	292	P01 － P02	87	389	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	85	320	P05 － P06	85	427	P05 － P06

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

8.2　計算条件

8.2.1　解析範囲

解析範囲を図8－1に示す。

8.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

8.2.3　材料

各部の材料を図8－1に示す。

8.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

8.3　応力計算

8.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図8－1に示す。

8.3.2　外荷重による応力

8.3.2.1　荷重条件（L04）

主蒸気ノズル（N3）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

8.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，主蒸気ノズル（N3）について行う。

8.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表8－2に示す。

表8－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

8.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表8－3に示す。

表8－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表8－2　主蒸気ノズル（N3）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	87	292
P01’ P02’	87	292
P03 P04	85	292
P03’ P04’	85	292
P05 P06	85	320
P05’ P06’	85	320

表8－3　主蒸気ノズル（N3）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	87	389
P01’ P02’	87	389
P03 P04	85	389
P03’ P04’	85	389
P05 P06	85	427
P05’ P06’	85	427

9.　給水ノズル（N4）の強度計算

9.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器給水ノズル（N4）の強度計算である。

9.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図9－1に示す。

9.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

9.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表9－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-2　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その１）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図9－1　形状・寸法・材料・応力評価点（給水ノズル（N4））（単位：mm）

表9－1　給水ノズル（N4）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B	供用状態Ｅ	80	292	P01 － P02	80	391	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	66	320	P11 － P12	66	433	P11 － P12
サーマル スリーブ NCF600相当 SUS304LTP	供用状態Ｅ	3	232	P15 － P16	6	307	P15’－ P16’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格　PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

9.2　計算条件

9.2.1　解析範囲

解析範囲を図9－1に示す。

9.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

9.2.3　材料

各部の材料を図9－1に示す。

9.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

9.3　応力計算

9.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図9－1に示す。

9.3.2　外荷重による応力

9.3.2.1　荷重条件（L04）

給水ノズル（N4）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

9.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，給水ノズル（N4）について行う。

9.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表9－2に示す。

表9－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

9.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表9－3に示す。

表9－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表9－2　給水ノズル（N4）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	80	292
P01’ P02’	80	292
P03 P04	49	292
P03’ P04’	49	292
P05 P06	66	292
P05’ P06’	66	292
P07 P08	2	292
P07’ P08’	2	292
P09 P10	5	292
P09’ P10’	5	292
P11 P12	66	320
P11’ P12’	66	320
P13 P14	3	334
P13’ P14’	3	334
P15 P16	3	232
P15’ P16’	3	232
P17 P18	3	232
P17’ P18’	3	232

表9－3　給水ノズル（N4）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	80	391
P01’ P02’	80	391
P03 P04	49	403
P03’ P04’	49	403
P05 P06	66	394
P05’ P06’	66	394
P07 P08	2	401
P07’ P08’	3	401
P09 P10	4	382
P09’ P10’	8	382
P11 P12	66	433
P11’ P12’	66	433
P13 P14	3	442
P13’ P14’	6	442
P15 P16	3	307
P15’ P16’	6	307
P17 P18	3	307
P17’ P18’	5	307

10.　炉心スプレイノズル（N5）の強度計算

10.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器炉心スプレイノズル（N5）（低圧／高圧）の強度計算である。

10.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図10－1に示す。

10.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

10.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表10－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図10－1　形状・寸法・材料・応力評価点（炉心スプレイノズル（N5））（単位：mm）

表10－1（1）　低圧炉心スプレイノズル（N5）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B	供用状態Ｅ	101	292	P01 － P02	101	388	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	47	320	P07 － P08	47	442	P07 － P08
サーマル スリーブ SUS304LTP相当	供用状態Ｅ	8	232	P09 － P10	15	308	P09’－ P10’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

表10－1（2）　高圧炉心スプレイノズル（N5）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B	供用状態Ｅ	101	292	P01 － P02	101	388	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	47	320	P07 － P08	47	442	P07 － P08
サーマル スリーブ SUS304LTP相当	供用状態Ｅ	8	232	P09 － P10	15	308	P09’－ P10’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

10.2　計算条件

10.2.1　解析範囲

解析範囲を図10－1に示す。

10.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

10.2.3　材料

各部の材料を図10－1に示す。

10.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.6節による。

10.3　応力計算

10.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図10－1に示す。

10.3.2　外荷重による応力

10.3.2.1　荷重条件（L04）

炉心スプレイノズル（N5）（低圧／高圧）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

10.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，炉心スプレイノズル（N5）（低圧／高圧）について行う。

10.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表10－2に示す。

表10－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

10.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表10－3に示す。

表10－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表10－2（1）　低圧炉心スプレイノズル（N5）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	292
P01’ P02’	101	292
P03 P04	87	292
P03’ P04’	87	292
P05 P06	10	292
P05’ P06’	10	292
P07 P08	47	320
P07’ P08’	47	320
P09 P10	8	232
P09’ P10’	8	232

表10－2（2）　高圧炉心スプレイノズル（N5）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	292
P01’ P02’	101	292
P03 P04	87	292
P03’ P04’	87	292
P05 P06	10	292
P05’ P06’	10	292
P07 P08	47	320
P07’ P08’	47	320
P09 P10	8	232
P09’ P10’	8	232

表10－3（1）　低圧炉心スプレイノズル（N5）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	388
P01’ P02’	101	388
P03 P04	87	389
P03’ P04’	87	389
P05 P06	10	384
P05’ P06’	20	384
P07 P08	47	442
P07’ P08’	47	442
P09 P10	7	308
P09’ P10’	15	308

表10－3（2）　高圧炉心スプレイノズル（N5）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	388
P01’ P02’	101	388
P03 P04	87	389
P03’ P04’	87	389
P05 P06	10	384
P05’ P06’	20	384
P07 P08	47	442
P07’ P08’	47	442
P09 P10	7	308
P09’ P10’	15	308

11.　上鏡スプレイノズル（N6）の強度計算

11.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器上鏡スプレイノズル（N6）の強度計算である。

11.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図11－1に示す。

11.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

11.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表11－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図 11－1　形状・寸法・材料・応力評価点（上鏡スプレイノズル（N6））（単位：mm）

表11－1　上鏡スプレイノズル（N6）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
フランジ SFVC2B	供用状態Ｅ	49	292	P01 － P02	129	402	P01’－ P02’
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	49	320	P05 － P06	148	441	P05 － P06

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

11.2　計算条件

11.2.1　解析範囲

解析範囲を図11－1に示す。

11.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

11.2.3　材料

各部の材料を図11－1に示す。

11.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

11.3　応力計算

11.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図11－1に示す。

11.3.2　外荷重による応力

11.3.2.1　荷重条件（L04）

上鏡スプレイノズル（N6）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

11.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，上鏡スプレイノズル（N6）について行う。

11.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表11－2に示す。

表11－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

11.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表11－3に示す。

表11－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表11－2　上鏡スプレイノズル（N6）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	49	292
P01’ P02’	49	292
P03 P04	49	292
P03’ P04’	49	292
P05 P06	49	320
P05’ P06’	49	320

表11－3　上鏡スプレイノズル（N6）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	122	402
P01’ P02’	129	402
P03 P04	115	402
P03’ P04’	120	402
P05 P06	48	441
P05’ P06’	48	441

12.　ベントノズル（N7）の強度計算

12.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器ベントノズル（N7）の強度計算である。

12.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図12－1に示す。

12.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

12.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表12－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図12－1　形状・寸法・材料・応力評価点（ベントノズル（N7））（単位：mm）

表12－1　ベントノズル（N7）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
フランジ SFVC2B	供用状態Ｅ	46	292	P03 － P04	161	438	P01’ － P02’
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	46	320	P05 － P06	46	443	P05 － P06

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

12.2　計算条件

12.2.1　解析範囲

解析範囲を図12－1に示す。

12.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

12.2.3　材料

各部の材料を図12－1に示す。

12.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

12.3　応力計算

12.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図12－1に示す。

12.3.2　外荷重による応力

12.3.2.1　荷重条件（L04）

ベントノズル（N7）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

12.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，ベントノズル（N7）について行う。

12.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表12－2に示す。

表12－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

12.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表12－3に示す。

表12－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表12－2　ベントノズル（N7）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	20	292
P01’ P02’	20	292
P03 P04	46	292
P03’ P04’	46	292
P05 P06	46	320
P05’ P06’	46	320

表12－3　ベントノズル（N7）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	161	438
P01’ P02’	161	438
P03 P04	130	404
P03’ P04’	131	404
P05 P06	46	443
P05’ P06’	46	443

13.　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の強度計算

13.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の強度計算である。

13.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図13－1に示す。

13.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

13.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表13－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図13－1　形状・寸法・材料・応力評価点（ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8））

（単位：mm）

表13－1　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SUSF304	供用状態Ｅ	59	248	P01 － P02	68	338	P01 － P02
溶接部 SUSF304相当	供用状態Ｅ	27	248	P05 － P06	30	362	P05 － P06
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	45	320	P07 － P08	49	444	P07 － P08

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

13.2　計算条件

13.2.1　解析範囲

解析範囲を図13－1に示す。

13.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

13.2.3　材料

各部の材料を図13－1に示す。

13.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

13.3　応力計算

13.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図13－1に示す。

13.3.2　外荷重による応力

13.3.2.1　荷重条件（L04）

ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

13.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）について行う。

13.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表13－2に示す。

表13－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

13.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表13－3に示す。

表13－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表13－2　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	59	248
P01’ P02’	59	248
P03 P04	53	248
P03’ P04’	53	248
P05 P06	27	248
P05’ P06’	27	248
P07 P08	45	320
P07’ P08’	45	320

表13－3　ジェットポンプ計測管貫通部ノズル（N8）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	68	338
P01’ P02’	63	338
P03 P04	62	341
P03’ P04’	58	341
P05 P06	30	362
P05’ P06’	28	362
P07 P08	49	444
P07’ P08’	45	444

14.　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の強度計算

14.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の強度計算である。

14.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図14－1に示す。

14.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

14.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表14－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図14－1　形状・寸法・材料・応力評価点（差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10））（単位：mm）

表14－1　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
カップリング SUSF304	供用状態Ｅ	1	248	P01 － P02	2	355	P01’ － P02’
溶接部 NCF600相当	供用状態Ｅ	6	334	P03’ － P04’	6	501	P03’ － P04’
ノズル NCF600	供用状態Ｅ	31	334	P07 － P08	106	481	P07’ － P08’
ノズル セーフエンド SUSF304	供用状態Ｅ	48	248	P09 － P10	47	343	P09’ － P10’

14.2　計算条件

14.2.1　解析範囲

解析範囲を図14－1に示す。

14.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

14.2.3　材料

各部の材料を図14－1に示す。

14.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

14.3　応力計算

14.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図14－1に示す。

14.3.2　外荷重による応力

14.3.2.1　荷重条件（L04）

差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

14.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）について行う。

14.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表14－2に示す。

表14－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

14.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表14－3に示す。

表14－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表14－2　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の
一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	1	248
P01’ P02’	1	248
P03 P04	5	334
P03’ P04’	6	334
P05 P06	1	334
P05’ P06’	1	334
P07 P08	31	334
P07’ P08’	31	334
P09 P10	48	248
P09’ P10’	48	248

表14－3　差圧検出・ほう酸水注入管ノズル（N10）の
一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態E	
	応力強さ	許容値
P01 P02	2	355
P01’ P02’	2	355
P03 P04	5	501
P03’ P04’	6	501
P05 P06	5	481
P05’ P06’	5	481
P07 P08	100	481
P07’ P08’	106	481
P09 P10	47	343
P09’ P10’	47	343

16.　ドレンノズル（N15）の強度計算

16.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器ドレンノズル（N15）の強度計算である。

16.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図16－1に示す。

16.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

16.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表16－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図 16－1　形状・寸法・材料・応力評価点（ドレンノズル（N15））（単位：mm）

表16－1　ドレンノズル（N15）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B	供用状態Ｅ	36	292	P01 － P02	36	416	P01 － P02
ノズル (肉盛溶接部) SFVC2B相当	供用状態Ｅ	21	292	P03 － P04	135	438	P03’ － P04’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

16.2　計算条件

16.2.1　解析範囲

解析範囲を図16－1に示す。

16.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

16.2.3　材料

各部の材料を図16－1に示す。

16.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

16.3　応力計算

16.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図16－1に示す。

16.3.2　外荷重による応力

16.3.2.1　荷重条件（L04）

ドレンノズル（N15）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

16.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，ドレンノズル（N15）について行う。

16.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表16－2に示す。

表16－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

16.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表16－3に示す。

表16－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表16－2　ドレンノズル（N15）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	36	292
P01’ P02’	36	292
P03 P04	21	292
P03’ P04’	21	292

表16－3　ドレンノズル（N15）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	36	416
P01’ P02’	35	416
P03 P04	127	438
P03’ P04’	135	438

17.　低圧注水ノズル（N17）の強度計算

17.1　一般事項

本章は，原子炉圧力容器低圧注水ノズル（N17）の強度計算である。

17.1.1　形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図17－1に示す。

17.1.2　考慮する荷重

考慮した各荷重を「応力解析の方針」の5章に示す。

17.1.3　計算結果の概要

計算結果の概要を表17－1に示す。

なお，供用状態Ｅにおける評価結果は，「Ｖ-2-3-4-1-3　原子炉圧力容器の耐震性についての計算書（その２）」にて選定した，各部分を代表する応力評価面について記載している。

図17－1　形状・寸法・材料・応力評価点（低圧注水ノズル（N17））（単位：mm）

表17－1　低圧注水ノズル（N17）の計算結果の概要

部分及び材料	状態	一次一般膜応力 (MPa)			一次膜＋一次曲げ応力 (MPa)		
		応力強さ	許容値	応力評価面	応力強さ	許容値	応力評価面
ノズル セーフエンド SFVC2B	供用状態Ｅ	101	292	P01 － P02	101	387	P01 － P02
ノズルエンド SFVQ2A	供用状態Ｅ	46	320	P07 － P08	46	443	P07 － P08
サーマル スリーブ SUS304LTP相当	供用状態Ｅ	8	232	P09 － P10	18	307	P09’ － P10’

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

17.2　計算条件

17.2.1　解析範囲

解析範囲を図17－1に示す。

17.2.2　重大事故等時の条件

重大事故等時の条件を「応力解析の方針」の5.2節に示す。

17.2.3　材料

各部の材料を図17－1に示す。

17.2.4　物性値及び許容応力

物性値及び許容応力は，「応力解析の方針」の4.4節及び4.5節による。

17.3　応力計算

17.3.1　応力評価点

応力評価点の位置を図17－1に示す。

17.3.2　外荷重による応力

17.3.2.1　荷重条件（L04）

低圧注水ノズル（N17）に作用する外荷重を「応力解析の方針」の5.1節に示す。

17.4　応力強さの評価

応力強さの評価は，低圧注水ノズル（N17）について行う。

17.4.1　一次一般膜応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表17－2に示す。

表17－2より，供用状態Ｅの一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

17.4.2　一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

供用状態Ｅにおける評価をまとめて，表17－3に示す。

表17－3より，供用状態Ｅの一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の4.5節に示す許容応力を満足する。

表17－2　低圧注水ノズル（N17）の一次一般膜応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	292
P01’ P02’	101	292
P03 P04	60	292
P03’ P04’	60	292
P05 P06	12	292
P05’ P06’	12	292
P07 P08	46	320
P07’ P08’	46	320
P09 P10	8	232
P09’ P10’	8	232

表17－3　低圧注水ノズル（N17）の一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ

（単位：MPa）

評価面	供用状態Ｅ	
	応力強さ	許容値
P01 P02	101	387
P01’ P02’	101	387
P03 P04	60	397
P03’ P04’	60	397
P05 P06	12	381
P05’ P06’	27	381
P07 P08	46	443
P07’ P08’	46	443
P09 P10	8	307
P09’ P10’	18	307