

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-3-016 改1
提出年月日	2020年5月28日

V-3-別添4 発電用火力設備の技術基準による強度に関する説明書

2020年5月

東京電力ホールディングス株式会社

V-3-別添 4 発電用火力設備の技術基準による
強度に関する説明書

まえがき

本書類は、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」（平成9年3月27日通商産業省令第51号）を準用する設備に対して十分な強度を有することを確認するため以下により構成される。

第一部 発電用火力設備の技術基準による強度評価の基本方針

第二部 発電用火力設備の技術基準による強度評価方法

第三部 発電用火力設備の技術基準による強度評価書

発電用火力設備の技術基準による強度評価の基本方針

目 次

1. 概 要	1
2. 強度評価の基本方針	2
2.1 評価対象設備	2
2.2 評価方法の選定	3

1. 概 要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（平成 25 年 6 月 28 日 原子力規制委員会規則第 6 号）（以下「技術基準規則」という。）第 48 条第 2 項及び第 3 項並びに第 78 条第 1 項に基づき，V-1-1-8「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」及びV-1-9-1-1「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」で「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」（平成 9 年 3 月 27 日通商産業省令第 51 号）（以下「火力省令」という。）を準用する設備として対象としている設計基準対象施設又は重大事故等対処施設に施設するガスタービン及び内燃機関が，十分な強度を有することを確認するための強度評価方針について説明するものである。

2. 強度評価の基本方針

設計基準対象施設又は重大事故等対処施設に施設するガスタービン及び内燃機関については、技術基準規則第 48 条第 2 項及び第 3 項並びに第 78 条第 1 項に基づき、ガスタービンは火力省令第 19 条から第 23 条を、内燃機関は火力省令第 25 条から第 29 条の規定を準用し、強度評価においては、火力省令第 19 条第 4 項及び第 25 条第 3 項を適用する。また、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」(平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1306194 号)第 48 条第 5 項において、火力省令の準用にあたっては、「発電用火力設備の技術基準の解釈」(平成 25 年 5 月 17 日 20130507 商局第 2 号)(以下「火力基準解釈」という。)の該当部分によることが規定されている。

よって、ガスタービンについては、火力省令第 19 条第 4 項を受けた火力基準解釈第 32 条第 1 項第 3 号に、内燃機関については、火力省令第 25 条第 3 項を受けた火力基準解釈第 39 条第 1 項第 2 号に基づき、同解釈第 5 条を準用した水圧試験による強度評価又は最高使用圧力の 1.5 倍*の水圧に耐える強度を有することを確認するための強度計算による評価を実施する。

上記によらない評価方法により強度評価を実施するものについては、その評価方法により火力省令に照らして十分な保安水準の確保が達成できることを確認した上で、強度評価を実施する。

注記* : 火力基準解釈については、平成 28 年 2 月 25 日に一部改正され、材料の許容応力を求める際の安全率や水圧試験の倍率が見直されているが、より厳しい評価となるよう改正前の解釈を用いる。

2.1 評価対象設備

設計基準対象施設又は重大事故等対処施設に施設するガスタービン及び内燃機関として、V-1-1-8「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」及びV-1-9-1-1「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」に基づき、強度評価を実施する設備について以下に示す。

- ・ディーゼル機関
- ・第一ガスタービン発電機用ガスタービン
- ・モニタリングポスト用発電機用内燃機関
- ・ディーゼル駆動消火ポンプ

また、ガスタービン又は内燃機関に係る燃料設備（燃料配管、燃料タンク及び燃料ポンプ）についても強度評価対象とする。

2.2 評価方法の選定

強度評価については、火力基準解釈第 32 条第 1 項第 3 号及び第 39 条第 1 項第 2 号にて、同解釈第 5 条(水圧試験)を準用することが規定されている。

ただし、当該機種と同一の材料及び構造を有するガスタービン車室又は内燃機関ケーシングにおいて火力基準解釈第 5 条を満たす水圧試験の実績を有するもの並びに最高使用圧力の 1.5 倍の水圧に耐える強度を有することが強度計算等で確認できるものについては、水圧試験を要しないことが規定されている。

よって、上記規定のいずれかの方法により強度評価を行うこととするが、評価対象設備において水圧試験の試験結果があるもの並びに評価対象設備と同一の材料及び構造を有する内燃機関ケーシングにおいて火力基準解釈第 5 条を満たす水圧試験の試験結果があるものについては、それらの試験結果の確認により強度評価を実施する。なお、ガスタービン車室、管及びレジューサについては、最高使用圧力の 1.5 倍の水圧に耐える強度を有することを強度計算で確認する。

また、開放型タンク及びその管台については、最高使用圧力が 0MPa であることから耐圧部分に該当せず火力基準解釈第 5 条要求に該当しないものの、消防法に準じた水圧試験を実施していることを確認する。

ガスタービン又は内燃機関に係る燃料設備のうち、燃料配管に含まれるフレキシブルホースについては、気圧による耐圧試験を実施していることを確認する。気圧による耐圧試験は、水圧試験と同様に十分な強度を有していることの確認方法であり、附属設備にあつては水圧試験を行うことが困難な場合は、気圧による耐圧試験に代えて実施することが火力基準解釈第 5 条に規定されている。

よって、気圧による耐圧試験は、火力省令第 19 条第 4 項の要求に照らし水圧試験と同等であり、十分な保安水準の確保が可能であることから、気圧による耐圧試験を実施している DGFO^{*1}フレキシブルホース、GTGFO^{*2}フレキシブルホース及び DDFP^{*3}フレキシブルホースについては、前述する水圧試験によらず、気圧による耐圧試験の試験結果の確認により強度評価を実施する。

注記*1：DGFO は非常用ディーゼル発電設備燃料油系を示す。

*2：GTGFO は第一ガスタービン発電設備燃料移送系を示す。

*3：DDFP は大湊側ディーゼル駆動消火ポンプを示す。

発電用火力設備の技術基準による強度評価方法

目 次

1. 概 要	1
2. 強度評価方法	2
2.1 水圧試験	2
2.2 内燃機関ケーシングの水圧試験	5
2.3 強度計算方法	6
2.3.1 ガスタービン車室の強度計算	6
2.3.2 管の強度計算	8
2.3.3 レジューサの強度計算	10
3. 強度評価書のフォーマット	13
3.1 強度評価書のフォーマットの概要	13
3.2 記載する数値に関する注意事項	13
3.3 強度評価書フォーマット	13

1. 概 要

本資料は、第一部「発電用火力設備の技術基準による強度評価の基本方針」に基づき、第一ガスタービン発電機の高スタービン、ディーゼル機関の内燃機関、モニタリングポスト用発電機の内燃機関、ディーゼル駆動消火ポンプの内燃機関及びガスタービン又は内燃機関に係る燃料設備（燃料配管、燃料タンク及び燃料ポンプ）が十分な強度を有することを確認するための強度評価方法について説明するものであり、強度評価方法及び強度評価書のフォーマットにより構成する。

2. 強度評価方法

「発電用火力設備の技術基準の解釈」（平成 25 年 5 月 17 日 20130507 商局第 2 号）（以下「火力基準解釈」という。）の第 39 条第 1 項第 2 号に基づき、以下の(1)に示す火力基準解釈第 5 条の水圧試験の試験結果の確認による強度評価を基本とする。

ただし、評価対象設備と同一の材料及び構造を有する内燃機関ケーシングの水圧試験の試験結果があるものについては、(2)に示す水圧試験の試験結果の確認により強度評価を実施する。また、ガスタービン車室、管及びレジューサについては、(3)に示す強度計算により強度評価を実施する。

(1) 水圧試験

火力基準解釈第 5 条の水圧試験に耐え、これに適合するものであることを確認する。

(2) 内燃機関ケーシングの水圧試験

当該機種と同一の材料及び構造を有する内燃機関ケーシングにおいて火力基準解釈第 5 条を満たす水圧試験の実績を有するものについては、その結果を確認する。

(3) 強度計算

火力基準解釈第 5 条の水圧試験に耐える強度を有することを強度計算により確認する。

2.1 水圧試験

ガスタービン又は内燃機関に係る燃料設備のうち水圧試験により評価を実施するものについては、火力基準解釈第 5 条に基づき、最高使用圧力の 1.5 倍以上の水圧まで昇圧した後、適切な時間保持したとき、これに耐えることを確認する。また、上記試験に引き続き最高使用圧力以上の水圧で点検を行ったときに、漏えいがないものであることを確認する。

試験条件を以下に示す。

名 称		最高使用 圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験圧力 (MPa)
その他発電用原子炉の 附属施設 (非常用電源設備)	燃料ディタンク	静水頭	—*1	
	燃料移送ポンプ	0.98	1.5 以上	1.47 以上
	軽油タンク (重大事故等時のみ 6, 7 号機 共用)	静水頭	—*1	
	DGFO フレキシブルホース	0.98	1.25 以上*2	1.23 以上
	第一ガスタービン発電機用 燃料タンク (6, 7 号機共用)	静水頭	—*1	
	第一ガスタービン発電機用 燃料小出し槽 (6, 7 号機共用)	静水頭	—*3	
	第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ (6, 7 号機共用)	0.95	1.5 以上*4	1.43 以上
	軽油タンク (6 号機設備, 重大事故等時 のみ 6, 7 号機共用)	静水頭	—*1	
	GTGFO フレキシブルホース (6, 7 号機共用)	0.95	1.25 以上*5	1.23 以上

名 称		最高使用 圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験圧力 (MPa)
その他発電用原子炉の附属施設 (非常用電源設備)	モニタリングポスト用 発電機用燃料タンク (6, 7 号機共用)	静水頭	—*1	
その他発電用原子炉の附属施設 (補機駆動用燃料設備)	ディーゼル駆動消火ポンプ用 燃料タンク (5 号機設備, 6, 7 号機共用)	静水頭	—*1	
	DDFP フレキシブルホース (5 号機設備, 6, 7 号機共用)	1.0	1.25 以上*2	1.25 以上

注記*1： 消防法に準じた水圧試験に合格している。

*2： 火力基準解釈第 5 条の気圧試験に合格している。

*3： 消防法に準じた水圧試験を実施する。

*4： 火力基準解釈第 5 条の水圧試験に合格している。

*5： 火力基準解釈第 5 条の気圧試験を実施する。

2.2 内燃機関ケーシングの水圧試験

内燃機関ケーシングの水圧試験の実績により評価を実施するものについては、火力基準解釈第 39 条第 1 項第 2 号において、「当該機種と同一の材料及び構造を有する内燃機関ケーシングにおいて火力基準解釈第 5 条を満たす水圧試験の実績を有するもの」にあつては水圧試験を要しないと規定されていることから、圧力バウンダリとして主要な耐圧部である内燃機関ケーシングの水圧試験の試験結果を確認する。また、水圧試験の実績には、「当該設備と同一の材料及び構造を有する内燃機関ケーシングにおいて火力基準解釈第 5 条を満たす水圧試験の実績を有するもの」として当該評価対象機種の内燃機関ケーシングにおける水圧試験を含める。

試験条件を以下に示す。

名 称		最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験圧力 (MPa)
その他発電用原子炉の附属施設 (非常用電源設備)	ディーゼル機関*1	0.64	1.5 以上	0.96 以上
	モニタリングポスト用 発電機用内燃機関*2 (6,7号機共用)	0.064	1.5 以上	0.096 以上
その他発電用原子炉の附属施設 (火災防護設備)	ディーゼル駆動消火ポンプ (5号機設備, 6,7号機共 用)	0.2	1.5 以上	0.3 以上

注記*1: ディーゼル機関に附属する冷却水設備として機関付清水ポンプを含む。

*2: モニタリングポスト用発電機用内燃機関に附属する冷却水設備としてモニタリングポスト用発電機用機関付冷却水ポンプを含む。

2.3 強度計算方法

2.3.1 ガスタービン車室の強度計算

(1) 強度計算方法

ガスタービンのうち強度計算を実施するガスタービン車室については、火力基準解釈第32条第1項第3号ロに定める強度計算において、火力基準解釈第6条第2項第2号に記載されている計算式を準用し、ガスタービン車室として最高使用圧力の1.5倍の水圧に耐える強度を有することを確認する。

また、火力基準解釈別表第1に記載されている材料の許容引張応力を用いて強度計算する際に、温度が記載値の中間値の場合は、比例法を用いて許容引張応力を計算し、その場合の端数処理は、小数点以下第1位を切捨てた値を用いるものとする。

強度計算は火力基準解釈に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(2) 記号の定義

ガスタービン車室の厚さの計算に用いる記号について、以下に説明する。

	記号	単位	定義
ガスタービン車室の厚さ計算に使用するもの	t	mm	円筒部の計算上必要な厚さ
	P	MPa	最高使用圧力
	Di	mm	tを計算する部分の内径
	σ_a	N/mm ²	最高使用温度における火力基準解釈別表1に規定する材料の許容引張応力
	η	-	長手継手の効率又はリガメント効率
	α_1	mm	付け代
	k	-	材料の係数

(3) 厚さの計算

ガスタービン車室の厚さが、以下の計算式から求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

区分	適用基準	計算式
円筒形の胴	火力基準解釈第 6 条 第 2 項第 2 号	$t = \frac{P \cdot D_i}{2 \sigma_a \cdot \eta - 2P \cdot (1-k)} + \alpha_1$

注記 * 1 : 継手の効率 η

長手継手の効率は火力基準解釈第 12 条第 1 項に規定される J I S B 8201 における表 8.2 を用いるが、今回の評価では継手の種類から以下のとおりとする。

継手の種類	溶接継手の効率	
	ボイラー等及び独立節炭器に属する容器及び管にあっては電気工作物の溶接の技術基準の解釈第 20 条及び第 22 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い、同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの、その以外のものにあっては同解釈第 38 条及び第 40 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い、同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの。	
突合せ両側溶接又はこれと同等以上とみなされる突合せ片側溶接継手	1.00	0.70

注記 * 2 : 付け代 α_1

付け代は火力基準解釈第 6 条第 2 項に規定される J I S B 8201 にて定義されている。今回の評価ではボイラー等及び独立節炭器以外のものに属する容器の胴に該当するため、火力基準解釈 6 条第 2 項により付け代を 0 とする。

2.3.2 管の強度計算

(1) 管の強度計算方法

ガスタービン又は内燃機関のうち強度計算を実施する管については、火力基準解釈第 32 条第 1 項第 3 号ロ及び第 39 条第 1 項第 2 号ロに定める強度計算において、火力基準解釈第 12 条第 1 項第 7 号に記載されている計算式を準用し、ガスタービン及び内燃機関の管として最高使用圧力の 1.5 倍の水圧に耐える強度を有することを確認する。

また、火力基準解釈別表第 1 に記載されている材料の許容引張応力を用いて強度計算する際に、温度が記載値の中間値の場合は、比例法を用いて許容引張応力を計算し、その場合の端数処理は、小数点以下第 1 位を切捨てた値を用いるものとする。

強度計算は火力基準解釈に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

フランジについては、火力基準解釈第 13 条第 1 頁に規定される日本工業規格等に適合するものを使用する。

(2) 記号の定義

管の厚さの計算に用いる記号について、以下に説明する。

	記号	単位	定義
管の厚さ計算に使用するもの	P	MPa	最高使用圧力
	σ_a	N/mm ²	最高使用温度における火力基準解釈別表 1 に規定する材料の許容引張応力
	d ₀	mm	管の外径
	t	mm	管の計算上必要な厚さ
	η	-	継手の効率

(3) 管の厚さの計算

管の厚さが、以下の計算式から求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

区分	適用基準	計算式
その他管	火力基準解釈第 12 条 第 1 項第 7 号	* $t = \frac{P \cdot d_0}{2 \sigma_a \cdot \eta + 0.8P}$

注記*：継手の効率 η

長手継手の効率は火力基準解釈第 12 条第 1 項に規定される J I S B 8201 における表 8.2 を用いるが、今回の評価では継手の種類から以下のとおりとする。

継手の種類	溶接継手の効率	
	ボイラー等及び独立節炭器に属する容器及び管にあっては電気工作物の溶接の技術基準の解釈第 20 条及び第 22 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い、同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの、その以外のものにあっては同解釈第 38 条及び第 40 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い、同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの。	
突合せ両側溶接又はこれと同等以上とみなされる突合せ片側溶接継手	1.00	0.70

2.3.3 レジューサの強度計算

(1) 強度計算方法

ガスタービン又は内燃機関のうち強度計算を実施するレジューサについては、火力基準解釈第 32 条第 1 項第 3 号ロ及び第 39 条第 1 項第 2 号ロに定める強度計算において、火力基準解釈第 12 条第 2 項及び第 6 条第 2 項に記載されている計算式を準用し、ガスタービン及び内燃機関のレジューサとして最高使用圧力の 1.5 倍の水圧に耐える強度を有することを確認する。

また、火力基準解釈別表第 1 に記載されている材料の許容引張応力を用いて強度計算する際に、温度が記載値の中間値の場合は、比例法を用いて許容引張応力を計算し、その場合の端数処理は、小数点以下第 1 位を切捨てた値を用いるものとする。

強度計算は火力基準解釈に基づき適切な裕度を持った許容値を使用して実施することから、強度計算に用いる寸法は公称値を使用する。

(2) 記号の定義

レジューサの厚さの計算に用いる記号について、以下に説明する。

	記号	単位	定義
レジューサの厚さ計算に使用するもの	t	mm	円すい部および大径端部の計算上必要な厚さ
	P	MPa	最高使用圧力
	D	mm	軸に直角に測った内径で、最小厚さを考える部分の最大内径
	D ₁	mm	円すい部がすその丸みに接続する部分の内径で、軸に直角に測る部分の内径
	σ_a	N/mm ²	最高使用温度における火力基準解釈別表 1 に規定する材料の許容引張応力
	η	—	円すい部に周継手以外の継手がある場合はその効率

	記号	単位	定義
レジューサの厚さ計算に使用するもの	θ	deg	円すい部の頂角の 1/2
	W	—	円すい部と丸みの形状による係数
	r_0	mm	丸みの内半径
	α_1	mm	付け代

(3) レジューサの厚さの計算

レジューサの厚さは、次に掲げる値とし円すい部、大径端部及び小径端部の各々について以下の式から求められる計算上必要な厚さ以上であることを確認する。

区分	適用基準	計算式
円すい形の胴	円すい部 火力基準解釈第 6 条 第 2 項第 2 号	$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \cos \theta \cdot (\sigma_a \cdot \eta - 0.6 \cdot P)} + \alpha_1$ *1*2
	大径端部 火力基準解釈第 6 条 第 2 項第 2 号	$t = \frac{P \cdot D_1 \cdot W}{4 \cdot \cos \theta \cdot (\sigma_a \cdot \eta - 0.1 \cdot P)} + \alpha_1$ *1*2 $W = \frac{1}{4} \cdot \left(3 + \sqrt{\frac{D_1}{2 \cdot \cos \theta \cdot r_0}} \right)$
	小径端部 火力基準解釈第 6 条 第 2 項第 2 号	円すい部の計算上必要な厚さとする。

注記*1：継手の効率 η

長手継手の効率は火力基準解釈第 12 条第 1 項に規定される J I S B 8201 における表 8.2 を用いるが，今回の評価では継手の種類から以下のとおりとする。

継手の種類	溶接継手の効率	
	ボイラー等及び独立節炭器に属する容器及び管にあつては電気工作物の溶接の技術基準の解釈第 20 条及び第 22 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い，同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの，その以外のものにあつては同解釈第 38 条及び第 40 条第 2 項第 1 号の規定に準じて放射線透過試験を行い，同条第 3 項第 1 号の規定に適合するもの。	放射線透過試験を行わないもの
突合せ両側溶接又はこれと同等以上とみなされる突合せ片側溶接継手	1.00	0.70

注記*2：付け代 α_1

付け代は火力基準解釈第 6 条第 2 項に規定される J I S B 8201 にて定義されている。今回の評価ではボイラー等及び独立節炭器以外のものに属する容器の胴に該当するため，火力基準解釈 6 条第 2 項により付け代を 0 とする。

3. 強度評価書のフォーマット

3.1 強度評価書のフォーマットの概要

水圧試験結果のフォーマットは、試験条件及び結果を記載し、強度計算書のフォーマットは、耐圧部分を構成する部材についてフォーマット中に計算に必要な条件及び結果を記載する。

3.2 記載する数値に関する注意事項

フォーマットに挙げた諸元のうち、計算に使用しないものや計算結果の無いものは、計算結果表の欄には□として記載する。

3.3 強度評価書のフォーマット

強度評価書のフォーマットは、以下のとおりである。

FORMAT-I 水圧試験結果

FORMAT-II 内燃機関ケーシングの水圧試験結果

FORMAT-III ガスタービン車室の厚さの計算結果

FORMAT-IV 管の厚さの計算結果

FORMAT-V レジューサの厚さの計算結果

FORMAT- I 水圧試験結果

設備区分

名 称	最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験 結果	評価

FORMAT-Ⅱ 内燃機関ケーシングの水圧試験結果

設備区分

名 称	最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験 結果	評価

FORMAT-III ガスタービン車室の厚さの計算結果

設備区分

番号	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	内径 D_i (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負の 許容差 Q	継手の 効率 η	材料の 係数 k	計算上 必要な厚さ t (mm)	車室の厚さ (最小厚さ) (mm)
1											
2											
3											
4											
5											
評 価 :											

FORMAT-IV 管の厚さの計算結果

設備区分

番号	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	外径 d_0 (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q	継手の 効率 η	計算上 必要な厚さ t (mm)	炭素鋼鋼管の 必要最小厚さ (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
評 価 :											

FORMAT-V レジューサの厚さの計算結果

設備区分

番号	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	区分	軸に直角に測った内 径で、最小厚さを考 える部分の最大内径 D (mm)	円すい部がすその丸みに 接続する部分の内径で、 軸に直角に測る内径 D ₁ (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q
R1									
R2									
R3									
R4									
R5									

FORMAT-V レジューサの厚さの計算結果(2/2)

設備区分

番号	継手の効率 η	円すい部の 頂角 θ ($^{\circ}$)	付け代 α_1	丸みの 内半径 r_0 (mm)	計算上 必要な厚さ t (mm)	レジューサの厚さ (最小厚さ) (mm)
R1						
R2						
R3						
R4						
R5						
評価:						

発電用火力設備の技術基準による強度評価書

目次

1. 概 要	1
2. その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）の ガスタービン及び内燃機関の強度評価書	2
2.1 水圧試験結果	3
2.2 内燃機関ケーシングの水圧試験結果	4
2.3 強度計算結果	5
2.3.1 ガスタービン車室の設計仕様	5
2.3.2 ガスタービン車室の厚さの計算結果	6
2.3.3 管の設計仕様	7
2.3.4 管の厚さの計算結果	11
2.3.5 レジューサの設計仕様	13
2.3.6 レジューサの厚さの計算結果	15
3. その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）の内燃機関の強度評価書	17
3.1 内燃機関ケーシングの水圧試験結果	18
4. その他発電用原子炉の附属施設（補機駆動用燃料設備）の管の強度評価書	19
4.1 強度計算結果	20
4.1.1 管の設計仕様	20
4.1.2 管の厚さの計算結果	21

1. 概 要

本資料は、第二部「発電用火力設備の技術基準による強度評価方法」に基づき、ガスタービン発電機のガスタービン、ディーゼル発電機の内燃機関、モニタリングポスト用発電機の内燃機関、ディーゼル駆動消火ポンプの内燃機関及びガスタービン又は内燃機関に係る燃料設備（燃料配管、燃料タンク及び燃料ポンプ）が十分な強度を有することを確認した結果を示す。

2. その他発電用原子炉の附属施設(非常用電源設備)の
ガスタービン及び内燃機関の強度評価書

2.1 水圧試験結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）非常用発電装置

名 称	最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験 結果	評価
燃料移送ポンプ	0.98	1.47	1.5	良	適合
第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ（6,7号機共用）	0.95	1.43	1.5	良	適合

2.2 内燃機関ケーシングの水圧試験結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）非常用発電装置

名 称	最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験 結果	評価
非常用ディーゼル発電設備 内燃機関	0.64	0.98	1.53	良	適合
モニタリングポスト用発電機用 内燃機関（6,7号機共用）	0.064	0.096	1.5	良	適合

2.3 強度計算結果

2.3.1 ガスタービン車室の設計仕様

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	内径 d_0 (mm)	公称厚さ (mm)	材料*	番号
						1
						2
						3
						4
						5
						6
						7

注記* : による。

2.3.2 ガスタービン車室の厚さの計算結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）

非常用発電装置

番号	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料*1	許容引張 応力*2 σ_a (N/mm ²)	内径 D _i (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負の 許容差 Q	継手の 効率 η	材料の 係数 k	計算上 必要な 厚さ t (mm)	車室の厚さ (最小厚さ) (mm)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											

注記*1: による。

*2: 製造メーカー提示値による。

2.3.3 管の設計仕様

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
軽油タンク ～ 燃料移送ポンプ	0.10	66	76.3	7.0 ^{*2}	STPT410	1
			76.3	5.2	STPT410	2
燃料移送ポンプ ～ 燃料ディタンク	0.98	66	60.5	5.5	STPT410	3
			60.5	5.5	SUS304TP	4
軽油タンク(A) ～ ドレンフランジ (重大事故等時のみ 6,7号機共用)	静水頭 ^{*1}	66 ^{*1}	76.3 ^{*2}	7.0 ^{*2}	STPT410	5

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
軽油タンク(B) ～ ドレンフランジ (重大事故等時のみ 6, 7 号機共用)	静水頭* ¹	66* ¹	76.3* ²			6
軽油タンク(A) ～ ドレンフランジ (6号機設備, 重大事故等時のみ 6, 7号機共用)	静水頭* ¹	66* ¹	76.3* ²			7
軽油タンク(B) ～ ドレンフランジ (6号機設備, 重大事故等時のみ 6, 7号機共用)	静水頭* ¹	66* ¹	76.3* ²	7.0* ²	STPT410	8

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
給油口 ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料タンク (6, 7号機共用)	0.95 ^{*1}	66 ^{*1}	114.3 ^{*2}	6.0 ^{*2}	STPT410	9
			60.5 ^{*2}	5.5 ^{*2}	STPT410	10
			60.5 ^{*2}	2.9 (3.9 ^{*2})	STPT410	11
第一ガスタービン発電機用 燃料タンク ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ (6, 7号機共用)	0.95 ^{*1}	66 ^{*1}	60.5 ^{*2}	2.9 (3.9 ^{*2})	STPT410	12
			60.5 ^{*2}	5.5 ^{*2}	STS410	13
			76.3 ^{*2}	5.2 ^{*2}	STS410	14

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号	
第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料小出し槽 (6,7号機共用)	0.95* ¹	66* ¹	60.5* ²	5.5* ²	STS410	15	
			42.7* ²	4.9* ²	STS410	16	
							17
							18
							19
					20		

注記*1 : 重大事故等時における使用時の値。

*2 : 公称値を示す。

2.3.4 管の厚さの計算結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）

非常用発電装置

番号	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	外径 d_0 (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q	継手の 効率 η	計算上 必要な厚さ t (mm)	炭素鋼鋼管の 必要最小厚さ (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
1	0.10	66			76.3			1.0	0.06	—	
2	0.10	66	STPT410	103	76.3	5.2	12.5%	1.0	0.06	—	4.55
3	0.98	66	STPT410	103	60.5	5.5	12.5%	1.0	0.43	—	4.81
4	0.98	66	SUS304TP	122	60.5	5.5	12.5%	1.0	0.37	—	4.81
5	静水頭	66	STPT410	—	—	—	—	—	—	—	6.12
6	静水頭	66		—	—	—	—	—	—	—	
7	静水頭	66		—	—	—	—	—	—	—	
8	静水頭	66	STPT410	—	—	—	—	—	—	—	6.12
9	0.95	66	STPT410	103	114.3	6.0	10%	1.0	0.79	—	5.40
10	0.95	66	STPT410	103	60.5	5.5	10%	1.0	0.42	—	4.95

評 価：上記鋼管の最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）

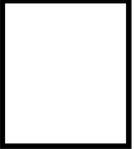
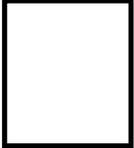
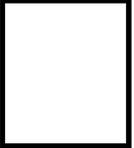
非常用発電装置

番号	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (℃)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	外径 d_0 (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q	継手の 効率 η	計算上 必要な厚さ t (mm)	炭素鋼鋼管の 必要最小厚さ (mm)	管の厚さ (最小厚さ) (mm)
11	0.95	66	STPT410	103	60.5	3.9		1.0	0.42	—	
12	0.95	66	STPT410	103	60.5	3.9		1.0	0.42	—	
13	0.95	66	STS410	103	60.5	5.5	10%	1.0	0.42	—	4.95
14	0.95	66	STS410	103	76.3	5.2	10%	1.0	0.53	—	4.68
15	0.95	66	STS410	103	60.5	5.5	10%	1.0	0.42	—	4.95
16	0.95	66	STS410	103	42.7	4.9	10%	1.0	0.30	—	4.41
17	0.95	66	SUS304	122			0.5mm	1.0	0.25	—	
18	0.95	66	SUS304TP	122			0.5mm	1.0	0.25	—	
19	0.95	66	SUS304TP	122			0.5mm	1.0	0.20	—	
20	0.95	66	SUS304TP	122			0.5mm	1.0	0.16	—	

評 価：上記鋼管の最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。

2.3.5 レジューサの設計仕様

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
給油口 ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料タンク (6,7号機共用)	0.95* ¹	66* ¹	*2 114.3 /60.5	*2 6.0 /5.5	STPT410	R1
第一ガスタービン発電機用 燃料タンク ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ (6,7号機共用)			*2 76.3 /60.5	*2 5.2 /5.5	STS410	R2
第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料小出し槽 (6,7号機共用) (次頁へ続く)			*2 60.5 /42.7	*2 5.5 /4.9	STS410	R3

名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
(前頁からの続き) 第一ガスタービン発電機用 燃料移送ポンプ ～ 第一ガスタービン発電機用 燃料小出し槽 (6,7号機共用)	0.95*1	66*1	 *2	 *2		R4
 *2			 *2		R5	

注記*1 : 重大事故等時における使用時の値。

*2 : 公称値を示す。

2.3.6 レジューサの厚さの計算結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備）

非常用発電装置

番号	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	端部記号	軸に直角に測った内 径で、最小厚さを考 える部分の最大内径 D (mm)	円すい部がすその丸みに接 続する部分の内径で、軸に 直角に測る部分の内径 D ₁ (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q
R1	0.95	66	STPT410	103	円すい部		—	5.5	12.5%
					大径端部	—		6.0	12.5%
					小径端部	—	—	5.5	12.5%
R2	0.95	66	STS410	103	円すい部		—	5.5	12.5%
					大径端部	—		5.2	12.5%
					小径端部	—	—	5.5	12.5%
R3	0.95	66	STS410	103	円すい部		—	4.9	12.5%
					大径端部	—		5.5	12.5%
					小径端部	—	—	4.9	12.5%
R4	0.95	66	SUS304	122	円すい部		—		12.5%
					大径端部	—			12.5%
					小径端部	—	—		12.5%
R5	0.95	66	SUS304	122	円すい部		—		12.5%
					大径端部	—			12.5%
					小径端部	—	—		12.5%

設備区分 その他発電用原子炉の附属施設（非常用電源設備） 非常用発電装置

番号	継手の効率 η	円すい部の 頂角 θ ($^{\circ}$)	付け代 α	丸みの 内半径 r (mm)	計算上 必要な厚さ t (mm)	レジューサの厚さ (最小厚さ) (mm)
R1	1.0		0	—	0.70	4.81
	1.0	—	0		0.51	5.25
	—	—	—	—	0.70	4.81
R2	1.0		0	—	0.98	4.81
	1.0	—	0		0.56	4.55
	—	—	—	—	0.98	4.81
R3	1.0		0	—	0.65	4.28
	1.0	—	0		0.37	4.81
	—	—	—	—	0.65	4.28
R4	1.0		0	—	0.24	
	1.0	—	0		0.14	
	—	—	—	—	0.24	
R5	1.0		0	—	0.18	
	1.0	—	0		0.10	
	—	—	—	—	0.18	

評 価：上記レジューサの最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。

3. その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）の内燃機関の
強度評価書

3.1 内燃機関ケーシングの水圧試験結果

設備区分	その他発電用原子炉の附属施設（火災防護設備）		消火設備		
名 称	最高使用圧力 (MPa)	耐圧試験圧力 (MPa)	耐圧試験 倍率	耐圧試験 結果	評価
ディーゼル駆動消火ポンプ用内燃機関 (5号機設備, 6,7号機共用)	0.2	0.3	1.5	良	適合

4. その他発電用原子炉の附属施設（補機駆動用燃料設備）の管
の強度評価書

4.1 強度計算結果

4.1.1 管の設計仕様

名称	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	番号
ディーゼル駆動消火ポンプ用 燃料タンク ～ ディーゼル駆動消火ポンプ用 内燃機関 (5号機設備, 6,7号機共用)	1.0	66	21.7*	3.7*	STPG370	1
ディーゼル駆動消火ポンプ用 内燃機関 ～ ディーゼル駆動消火ポンプ用 燃料タンク (5号機設備, 6,7号機共用)	1.0	66	21.7*	3.7*	STPG370	

注記* : 公称値を示す。

4.1.2 管の厚さの計算結果

設備区分

その他発電用原子炉の附属施設（補機駆動用燃料設備）

燃料設備

番号	最高使用 圧 力 (MPa)	最高使用 温 度 (°C)	材 料	許容引張 応力 σ_a (N/mm ²)	外径 d_0 (mm)	公称厚さ (mm)	厚さの負 の許容差 Q	継手の 効率 η	計算上 必要な厚さ t (mm)	炭素鋼鋼管の 必要最小厚さ (mm)	管の厚さ (最少厚さ) (mm)
1	1.0	66	STPG370	92	21.7	3.7	10%	1.0	0.18	—	3.33
評 価：上記鋼管の最小厚さは、すべて計算上必要な厚さ以上である。											