

資料2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書

目 次

- 資料 2-1 耐震設計上重要な設備を設置する施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書
- 資料 2-2 特定重大事故等対処施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書

資料 2 - 1 耐震設計上重要な設備を設置する施設の自然現象等による損傷の防止に関する
説明書

目 次

- 資料 2-1-1 耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書
 - 資料 2-1-1-1 耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針

- 資料 2-1-2 火山への配慮に関する説明書
 - 資料 2-1-2-1 火山への配慮に関する基本方針
 - 資料 2-1-2-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定
 - 資料 2-1-2-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針

資料2-1-1 耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書

耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

資料 2-1-1-1 耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針

資料 2 - 1 - 1 - 1 耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T4-添2-1-1-1-1
2. 基本方針	T4-添2-1-1-1-1
3. 外部からの衝撃への配慮	T4-添2-1-1-1-1
3.1 自然現象	T4-添2-1-1-1-1
3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮	T4-添2-1-1-1-2
3.2 人為事象	T4-添2-1-1-1-4
4. 組合せ	T4-添2-1-1-1-4

1. 概 要

本資料は、自然現象及び人為事象の外部からの衝撃への配慮について説明するものである。本資料においては、地震を除く自然現象及び人為事象の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計が、「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」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「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」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明する。なお、自然現象の組合せについては、すべての組合せを網羅的に確認するため、地震を含めた自然現象について本資料で説明する。

本申請における既認可からの変更は、「3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮」の「(8) 火山」に関して、最大層厚の記載を見直した点である。

2. 基本方針

基本設計方針については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の2.項のとおりとする。

3. 外部からの衝撃への配慮

3.1 自然現象

高浜発電所4号機の防護対象施設は想定される自然現象（地震を除く。）に対しても、その安全性を損なうおそれがないよう設計するとともに、必要に応じて、運転管理等の運用上の措置を含む適切な措置を講じることとしている。

設計上考慮する自然現象（地震を除く。）として、設置（変更）許可を受けた11事象に津波を含めた以下の12事象とする。

- ・ 津波
- ・ 風（台風）
- ・ 竜巻
- ・ 凍結
- ・ 降水
- ・ 積雪
- ・ 落雷
- ・ 火山
- ・ 生物学的事象
- ・ 森林火災

- ・ 高潮
- ・ 地 滑 り

3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 津波

津波については、令和3年2月8日付け原規規発第2102084号にて認可された工事計画の資料2-1-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(1)項のとおりとする。

(2) 風（台風）

風（台風）については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(2)項のとおりとする。

(3) 竜巻

竜巻については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(3)項のとおりとする。

(4) 凍結

凍結については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(4)項のとおりとする。

(5) 降水

降水については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(5)項のとおりとする。

(6) 積雪

積雪については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(6)項のとおりとする。

(7) 落雷

落雷については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(7)項のとおりとする。

(8) 火山

防護対象施設は、火山事象が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。

将来の活動可能性が否定できない火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、防護対象施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象は降下火砕物のみであり、地質調査結果に文献調査結果も参考にして、敷地において考慮する火山事象としては、最大層厚27cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を考慮する。

降下火砕物による直接的影響と間接的影響のそれぞれに対し、安全機能を損なうおそれがないよう設計する。

詳細については、資料2-1-2「火山への配慮に関する説明書」に示す。

(9) 生物学的事象

生物学的事象については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(9)項のとおりとする。

(10) 森林火災

森林火災については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(10)項のとおりとする。

(11) 高潮

高潮については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(11)項のとおりとする。

(12) 地滑り

地滑りについては、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.1.1(12)項のとおりとする。

3.2 人為事象

人為事象については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の3.2項のとおりとする。

4. 組合せ

組合せについては、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の4項のとおりとする。

資料 2 - 1 - 2 火山への配慮に関する説明書

火山への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

資料 2-1-2-1 火山への配慮に関する基本方針

資料 2-1-2-2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

資料 2-1-2-3 降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針

資料 2 - 1 - 2 - 1 火山への配慮に関する基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T4-添2-1-2-1-1
2. 火山防護に関する基本方針	T4-添2-1-2-1-1
2.1 基本方針	T4-添2-1-2-1-1
2.1.1 降下火砕物より防護すべき施設	T4-添2-1-2-1-1
2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性	T4-添2-1-2-1-1
2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針	T4-添2-1-2-1-1
2.2 適用規格	T4-添2-1-2-1-4

1. 概 要

本資料は、発電用原子炉施設の火山防護設計が「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」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「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」（以下「解釈」という）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 火山防護に関する基本方針

2.1 基本方針

基本方針については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-4-1「火山への配慮に関する基本方針」の2.1項のとおりとする。

2.1.1 降下火砕物より防護すべき施設

降下火砕物より防護すべき施設については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-4-1「火山への配慮に関する基本方針」の2.1.1項のとおりとする。

2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性

高浜発電所の敷地において考慮する火山事象として、設置（変更）許可を受けた、最大層厚27cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を設計条件として設定する。その特性を第2-1表に示す。降下火砕物は、大気中においては水分が混ざることによって凝集する可能性があるが、水中では凝集しない。

第2-1表 設計に用いる降下火砕物特性

密 度	粒 径	層 厚
湿潤状態： 1.5g/cm ³ 乾燥状態： 0.7g/cm ³	粒径 1mm 以下	27cm

2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針

降下火砕物の影響を考慮する各施設において、考慮する直接的影響因子が異なることから、降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との組合せを行う。降下火砕物の影響を考慮する施設の選定については、資料2-1-2-2「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」に示す。降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連については、資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

選定した降下火砕物の影響を考慮する施設及び影響因子について、「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」にて設定している降下火砕物に対する火山防護設計を実施する。設計は、資料2-1-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、自然現象のうち、風（台風）及び積雪の荷重との組合せを考慮する。地震については基準地震動の震源と火山とは十分な距離があること並びにそれぞれの頻度が十分小さいこと、火山性地震については火山と敷地とは十分な距離があることから地震との組合せを考慮しない。重大事故等対処設備は、資料3「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の環境条件を考慮し設計する。詳細な設計については、資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」に示す。

以下では、降下火砕物の影響に対する設計方針のうち、本申請における降下火砕物の層厚変更に伴う影響を受ける事項について、説明する。

(1) 設計方針

a. 構造物への荷重に対する設計方針

屋外に設置し、降下火砕物が堆積しやすい構造を有する防護対象施設は、想定する降下火砕物による荷重、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、安全機能を損なうおそれがない設計とする。

降下火砕物が堆積しやすい構造を有する降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設は、想定する降下火砕物による荷重、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、必要な機能を損なうおそれがない設計とする。

屋外の重大事故等対処設備は、降下火砕物による荷重に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

(2) 荷重の組合せ及び許容限界

資料2-1-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の「4. 組合せ」で設定している自然現象の組合せに従って、降下火砕物、風（台風）及び積雪による荷重の組合せを考慮する。火山事象の設計における荷重は、積雪の荷重を組み合わせるため、積雪の設計は火山事象の設計に包絡される。

構造物への荷重に対しては、降下火砕物による荷重とその他の荷重の組合せを考慮して構造強度評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界以下となるよう設計する。

建築基準法における積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の降灰から30日を目処に速やかに降下火砕物を除去すること、また降灰時には除雪もあわせて実施することを保安規定に定めることで、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重とする。また、降

下火砕物による荷重に、風（台風）及び積雪による荷重を組み合わせることから、同基準法における荷重の組合せの考え方に準拠し、これらの組合せ荷重を短期荷重とし、設備については、許容限界を短期許容応力とする。また、建屋については、機能設計上の性能目標を満足するように、建屋を構成する各部位に応じた許容限界を設定する。

設計に用いる降下火砕物、風（台風）及び積雪の組合せを考慮した荷重の算出については、資料4 別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

a. 荷重の種類

荷重の種類については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-4-1「火山への配慮に関する基本方針」の2.1.3(2)a.項のとおりとする。

b. 荷重の組合せ

荷重の組合せについては、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された工事計画の資料2-4-1「火山への配慮に関する基本方針」の2.1.3(2)b.項のとおりとする。

c. 許容限界

各施設における降下火砕物による荷重とその他の荷重の組合せ荷重に対する許容限界は、防護対象施設及び降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設については、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（（社）日本電気協会）等の規格及び規準等で妥当性が確認されている値を用いて、降下火砕物が堆積する期間を考慮して設定する。設備については、設備を構成する材料が概ね弾性状態にとどまることを基本とする。建屋については、内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能に加え、放射性物質の閉じ込め機能及び放射線の遮蔽機能を維持できるよう、建屋を構成する各部位に応じた許容限界を設定する。

2.2 適用規格

適用する規格、規準、指針等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 福井県建築基準法施行細則（昭和 47 年 4 月 25 日福井県規則第 41 号）
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」（社）日本建築学会（2004）
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601-補 1984」（社）
日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版」（社）日本電気協会
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（社）
日本機械学会
- ・ 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会（1999）
- ・ 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会（2005）
- ・ 「鋼構造設計規準-許容応力度設計法-」（社）日本建築学会（2005）
- ・ 「各種合成構造設計指針・同解説」（社）日本建築学会（2010）

資料 2 - 1 - 2 - 2 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

目 次

	頁
1. 概 要	T4-添2-1-2-2-1
2. 選定の基本方針	T4-添2-1-2-2-1
3. 降下火碎物の影響を考慮する施設の選定	T4-添2-1-2-2-1

1. 概要

本資料は、資料 2-1-2-1 「火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 選定の基本方針

選定の基本方針については、平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可された工事計画の資料 2-4-2 「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」の 2. 項のとおりとする。

3. 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

「2. 選定の基本方針」に示す選定方針を踏まえて、降下火砕物の層厚変更に伴う影響を受ける対象を選定した。

(1) 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋

屋内に設置している降下火砕物より防護すべき施設（防護対象施設及び重大事故等対処設備）は、建屋にて防護されており直接降下火砕物の影響を受けないため、降下火砕物より防護すべき施設の代わりに降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定した。なお、降下火砕物より防護すべき施設を兼ねる外部しゃへい建屋は降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋として選定した。また、降下火砕物より防護すべき施設である中央制御室遮蔽及び緊急時対策所遮蔽は、それぞれ原子炉補助建屋及び緊急時対策所建屋の一部と整理し、降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋として選定した。

- a. 外部しゃへい建屋（原子炉容器他を内包する建屋）
- b. 外周建屋（主蒸気管他を内包する建屋）
- c. 燃料取扱建屋（使用済燃料ピット他を内包する建屋）
- d. 原子炉補助建屋（中央制御室他を内包する建屋）
- e. 中間建屋（制御用空気圧縮機他を内包する建屋）
- f. ディーゼル発電機建屋（ディーゼル発電機他を内包する建屋）
- g. 燃料取替用水タンク建屋（燃料取替用水タンクを内包する建屋）
- h. 緊急時対策所建屋（重大事故等対処設備を内包する建屋）

(2) 屋外に設置している防護対象施設

屋外に設置している防護対象施設のうち、降下火砕物が堆積し影響を受ける可能性があるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として、以下のとおり選定した。

- a. 海水ポンプ

b. 復水タンク

資料 2 - 1 - 2 - 3 降下火砕物の影響を考慮する施設的设计方針

目 次

	頁
1. 概 要	T4-添2-1-2-3-1
2. 設計の基本方針	T4-添2-1-2-3-1
3. 施設分類	T4-添2-1-2-3-2
3.1 降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連	T4-添2-1-2-3-2
3.2 影響因子を考慮した施設分類	T4-添2-1-2-3-2
4. 要求機能及び性能目標	T4-添2-1-2-3-3
4.1 構造物への荷重を考慮する施設	T4-添2-1-2-3-3
5. 機能設計	T4-添2-1-2-3-5
5.1 構造物への荷重を考慮する施設	T4-添2-1-2-3-5

1. 概 要

本資料は、資料 2-1-2-1 「火山への配慮に関する基本方針」に示す降下火砕物の影響に対する設計方針を踏まえて、降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子の組合せ、施設分類、並びに要求機能及び性能目標を明確にし、各施設分類の機能設計に関する設計方針について説明するものである。

2. 設計の基本方針

設計の基本方針については、平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可された工事計画の資料 2-4-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の 2. 項※のとおりとする。

※当該文中の資料の読み込みについては、以下のとおり、読み替えるものとする。

- ・資料 2-4-1 「火山への配慮に関する基本方針」は、本設工認の資料 2-1-2-1 「火山への配慮に関する基本方針」
- ・資料 2-4-2 「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」は、本設工認の資料 2-1-2-2 「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」

なお、降下火砕物の影響を考慮する施設が構造強度設計上の性能目標を達成するための構造強度の設計方針等については、資料 4 別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す。

3. 施設分類

資料 2-1-2-2 「降下火砕物の影響を考慮する施設の選定」で抽出した各施設はその設置状況、構造等によって考慮する直接的影響因子が異なり関連が複雑となることから、これら降下火砕物の影響を考慮する施設と直接的影響因子との組合せについて整理したうえで、直接的影響及び間接的影響に対する各施設分類を以下に示す。

3.1 降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連

降下火砕物の影響を考慮する施設と影響因子との関連については、平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可された工事計画の資料 2-4-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の 3.1 項のとおりとする。

3.2 影響因子を考慮した施設分類

以上の結果を踏まえ、降下火砕物による直接的影響を考慮する施設、並びに間接的影響を考慮する施設に対する各施設分類を以下のとおりとする。

なお、影響因子のうち、本申請において降下火砕物の層厚変更に伴う影響を受ける対象として、「構造物への荷重」を選定した。

(1) 構造物への荷重を考慮する施設

- a. 外部しゃへい建屋
- b. 外周建屋
- c. 燃料取扱建屋
- d. 原子炉補助建屋
- e. 中間建屋
- f. ディーゼル発電機建屋
- g. 燃料取替用水タンク建屋
- h. 緊急時対策所建屋
- i. 海水ポンプ
- j. 復水タンク

4. 要求機能及び性能目標

火山事象の発生に伴い、防護対象施設の安全機能を損なうおそれがないよう、また重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう火山防護設計を行う施設を「3. 施設分類」において、構造物への荷重を考慮する施設に分類している。これらを踏まえ、要求機能を整理するとともに、機能設計上の性能目標と構造強度設計上の性能目標を設定する。

4.1 構造物への荷重を考慮する施設

防護対象施設と降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設である建屋に施設分類し、各々の要求機能及び性能目標を設定する。

○ 防護対象施設

- ・海水ポンプ、復水タンク

○ 建屋

- ・外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋、緊急時対策所建屋

(1) 防護対象施設

a. 施設

- (a) 海水ポンプ
- (b) 復水タンク

b. 要求機能

構造物への荷重を考慮する施設のうち、防護対象施設は、想定する降下火砕物に対し、積雪及び風を考慮した場合においても、施設の安全機能を損なうおそれがないことが要求される。

c. 性能目標

(a) 海水ポンプ

海水ポンプは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、原子炉補機を冷却する機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

海水ポンプは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、海水ポンプ室に設けた基礎にボルトで固定し、海水ポンプの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(b) 復水タンク

復水タンクは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、原子炉停止後の崩壊熱及び残留熱を除去する機能を維持することを機能設計上の性能目標と

する。

復水タンクは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、屋外の復水タンクエリアに設けた基礎にボルトで固定し、復水タンクの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

(2) 建 屋

a. 施 設

- (a) 外部しゃへい建屋
- (b) 外周建屋
- (c) 燃料取扱建屋
- (d) 原子炉補助建屋
- (e) 中間建屋
- (f) ディーゼル発電機建屋
- (g) 燃料取替用水タンク建屋
- (h) 緊急時対策所建屋

b. 要求機能

構造物への荷重を考慮する施設のうち、建屋は想定する降下火砕物に対し、積雪及び風を考慮した場合においても、降下火砕物より防護すべき施設が要求される機能を損なうおそれがないよう、建屋に内包する降下火砕物より防護すべき施設に降下火砕物による荷重が作用することを防止することが要求される。また、上記に加え、外部しゃへい建屋については放射性物質の閉じ込め機能及び放射線の遮蔽機能に、原子炉補助建屋のうち中央制御室遮蔽及び緊急時対策所建屋のうち緊急時対策所遮蔽については放射線の遮蔽機能に影響を与えないことが要求される。

c. 性能目標

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋及び緊急時対策所建屋は、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。また、上記に加え、外部しゃへい建屋については放射性物質の閉じ込め機能及び放射線の遮蔽機能を、原子炉補助建屋のうち中央制御室遮蔽及び緊急時対策所建屋のうち緊急時対策所遮蔽については放射線の遮蔽機能を維持することを機能設計上の性能目標とする。

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋及び緊急時対策所建屋は、想定する降下火砕物、

風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、部材又は建屋全体として構造健全性を維持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

5. 機能設計

資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」で設定している降下火砕物特性に対し、「4. 要求機能及び性能目標」で設定している降下火砕物の影響を考慮する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

5.1 構造物への荷重を考慮する施設

(1) 防護対象施設

a. 海水ポンプの設計方針

海水ポンプは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(1)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

海水ポンプは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、原子炉補機を冷却する機能を維持するため、冷却水として海水を取水し、原子炉補機冷却海水系統の各設備に送水する設計とする。

b. 復水タンクの設計方針

復水タンクは、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(1)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

復水タンクは、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、原子炉停止後の崩壊熱及び残留熱を除去する機能を維持するために、必要な容量の水源を保有する設計とする。

(2) 建屋

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋及び緊急時対策所建屋は、「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(2)c. 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、原子炉補助建屋、中間建屋、ディーゼル発電機建屋、燃料取替用水タンク建屋及び緊急時対策所建屋は、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。また、上記に加え、外部しゃへい建屋については放射性物質の閉じ込め機能及び放射線の遮蔽機能を、原子炉補助建屋のうち中央制御室遮蔽及び緊急時対策所建屋のうち緊急時対策所

遮蔽については放射線の遮蔽機能を維持する設計とする。

資料 2 - 2 特定重大事故等対処施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書

目 次

資料 2-2-1 特定重大事故等対処施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書

資料 2-2-1-1 特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する
基本方針

資料 2 - 2 - 1 特定重大事故等対処施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書

目 次

資料 2 - 2 - 1 - 1 特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する
基本方針

資料 2 - 2 - 1 - 1 特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する
基本方針

目 次

	頁
1. 概要	T4-添 2-2-1-1-1
2. 基本方針	T4-添 2-2-1-1-1
3. 外部からの衝撃への配慮	T4-添 2-2-1-1-1
3.1 自然現象	T4-添 2-2-1-1-1
3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮	T4-添 2-2-1-1-2
3.2 人為事象	T4-添 2-2-1-1-5
4. 組合せ	T4-添 2-2-1-1-5

1. 概要

本資料は、自然現象及び人為事象の外部からの衝撃への配慮について説明するものである。本資料においては、地震を除く自然現象及び人為事象の外部からの衝撃による損傷の防止に関する設計が、「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」（以下「技術基準規則」という。）第53条及び第54条並びにそれらの解釈に適合することを説明する。なお、自然現象の組合せについては、すべての組合せを網羅的に確認するため、地震を含めた自然現象について本資料で説明する。

本申請における既認可からの変更は、「3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮」の「(8) 火山」に関して、最大層厚の記載を見直した点である。

降下火砕物の最大層厚の変更を踏まえた特定重大事故等対処施設の火山防護設計の基本方針並びに降下火砕物の影響を考慮する施設の選定及び設計方針について、「3.1.1(8) 火山」にて説明する。また、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する [] が降下火砕物の荷重に対して損傷の防止が図られていることについての詳細は、資料4別添2-1「 [] の強度計算書」にて説明する。

2. 基本方針

基本設計方針については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の2項のとおりとする。

3. 外部からの衝撃への配慮

3.1 自然現象

高浜発電所4号機の特定重大事故等対処施設を構成する設備は想定される自然現象（地震を除く。）に対しても、設計基準事故対処設備の安全機能及び重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成するものを除く。）の重大事故等に対処するための機能と共通要因によって同時にその機能が損なわれるおそれがないよう設計する []

設計上考慮する自然現象（地震を除く。）として、設置（変更）許可を受けた11事象に津波を含めた以下の12事象とする。

- ・津波
- ・風（台風）
- ・竜巻
- ・凍結
- ・降水

- ・積雪
- ・落雷
- ・火山
- ・生物学的事象
- ・森林火災
- ・高潮
- ・地滑り

3.1.1 自然現象に対する具体的な設計上の配慮

(1) 津波

津波については、令和3年2月8日付け原規規発第2102084号にて認可された工事計画の資料2-2-1-1「特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(1)項のとおりとする。

(2) 風（台風）

風（台風）については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(2)項のとおりとする。

(3) 竜巻

竜巻については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(3)項のとおりとする。

(4) 凍結

凍結については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(4)項のとおりとする。

(5) 降水

降水については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(5)項のとおりとする。

(6) 積雪

積雪については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(6)項のとおりとする。

(7) 落雷

落雷については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(7)項のとおりとする。

(8) 火山

特定重大事故等対処施設を構成する設備は、火山事象が発生した場合においても必要な機能を損なうおそれがないよう、降下火砕物の降灰中は、特定重大事故等対処施設を構成する設備を待機状態としておく設計とする。

将来の活動可能性が否定できない火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、特定重大事故等対処施設を構成する設備の機能に影響を及ぼし得る火山事象は降下火砕物のみであり、地質調査結果に文献調査結果も参考にして、敷地において考慮する火山事象としては、最大層厚27cm、粒径1mm以下、密度0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を考慮する。



に対しては、特定重大事故等対処施設を構成する設備は原則として に設置されて防護されている。一部屋外に露出している部分^{※2}があるが、降下火砕物の荷重によって有意な機能への影響が考えられないことから、建屋等が、降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。特定重大事故等対処施設を構成する設備及び内包する建屋に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。

が降下火砕物の荷重に対して損傷の防止が図られていることは、資料4別添2-1「 の強度計算書」に示す。なお、建屋等のうち が降下火砕物の荷重に対して損傷の防止が図られていることは、 に示す。

換気系等における閉塞に対する影響に対しては、外気取入口にガラリ及びフィルタを設置して降下火砕物を直接取り込まない構造としている。また降灰時の点検、並びにフィルタ取り替えを含む日常保守管理を実施することと排気口の配管形状（配管径）により、降下火砕物が侵入しても閉塞しない設計とする。

換気系等における磨耗に対する影響に対しては、外気取入口にガラリ及びフィルタを設置して降下火砕物を直接取り込まない構造としている。また降灰時の点検、並びにフィルタ取り替えを含む日常保守管理を実施することで磨耗が進展しない設計とする。

構造物、換気系等における腐食に対する影響に対しては、給排気口の材料に塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

また、建屋等は降下火砕物による腐食に対し、外装の塗装を実施することで短期的な腐食が発生しない設計とする。

さらに、降灰時の点検、並びに日常保守管理を実施することで長期的な腐食が進展しない設計とする。

大気汚染による影響に対しては、外気取入口にガラリ及びフィルタを設置して降下火砕物を直接取り込まない構造としている。また降灰時の点検、並びにフィルタ取り替えを含む日常保守管理を実施することで、の居住性を確保する設計とする。

絶縁低下による影響に対しては、を設置する部屋の換気空調系の外気取入口にガラリ及びフィルタを設置して降下火砕物を直接取り込まない構造としている。また降灰時の点検、並びにフィルタ取り替えを含む日常保守管理を実施することで、降下火砕物の侵入による計装盤の絶縁低下を防止する設計とする。



(9) 生物学的事象

生物学的事象については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された工事計画の資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の3.1.1(9)項のとおりとする。

(10) 森林火災

森林火災については、令和元年8月7日付け原規規発第1908073号にて認可された

工事計画の資料 2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の 3.1.1(10)項のとおりとする。

(11) 高潮

高潮については、令和元年 8 月 7 日付け原規規発第 1908073 号にて認可された工事計画の資料 2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の 3.1.1(11)項のとおりとする。

(12) 地滑り

地滑りについては、令和元年 8 月 7 日付け原規規発第 1908073 号にて認可された工事計画の資料 2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の 3.1.1(12)項のとおりとする。

3.2 人為事象

人為事象については、令和元年 8 月 7 日付け原規規発第 1908073 号にて認可された工事計画の資料 2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の 3.2 項のとおりとする。

4. 組合せ

組合せについては、令和元年 8 月 7 日付け原規規発第 1908073 号にて認可された工事計画の資料 2-1「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の 4. 項のとおりとする。

資料3 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	T4-添3-1
2. 基本方針	T4-添3-1

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」（以下「技術基準規則」という。）第 54 条（第 2 項第 1 号及び第 3 項第 1 号を除く。）並びにその「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」（以下「解釈」という。）に基づき、重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成する設備を除く）及び特定重大事故等対処施設を構成する設備が使用される条件の下における健全性について説明するものである。

本申請において、降下火砕物の層厚変更に伴う影響を受ける対象は、「安全設備及び重大事故等対処設備に想定される事故時の環境条件（使用条件含む。）等における機器の健全性（技術基準規則第 54 条第 1 項第 1 号並びにその解釈）」（以下「環境条件等」という。）である。

2. 基本方針

重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成する設備を除く）の基本方針については、平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可された工事計画の資料 6 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の 2. 項^{※1}のとおりとする。

※1 当該文中の資料の読み込みについては、以下のとおり、読み替えるものとする。

- ・資料 2-1-1 「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」は、本設工認の資料 2-1-1-1 「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」

特定重大事故等対処施設を構成する設備の基本方針については、令和元年 8 月 7 日付け原規規発第 1908073 号にて認可された工事計画の資料 4 「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の 2. 項^{※2}のとおりとする。

※2 当該文中の資料の読み込みについては、以下のとおり、読み替えるものとする。

- ・資料 2-1 「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」は、本設工認の資料 2-2-1-1 「特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」

資料4 強度に関する説明書

目 次

資料 4 - 1 強度計算の基本方針の概要

別添 1 火山への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

別添 2 火山への配慮が必要な特定重大事故等対処施設の強度に関する説明書

別紙 計算機プログラム（解析コード）の概要

資料 4 - 1 強度計算の基本方針の概要

目 次

	頁
1. 概要	T4-添4-1-1

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」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「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」（以下「解釈」という。）に適合し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備（特定重大事故等対処施設を構成する設備を除く）に配慮する設計とするため、資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」にて設定している降下火砕物の影響を考慮する施設に対する構造強度の設計方針について説明するとともに、対象施設が降下火砕物に対して構造健全性を維持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。

また、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた特定重大事故等対処施設に配慮する設計とするため、資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-2-1-1「特定重大事故等対処施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」にて設定している降下火砕物の影響を考慮する施設が降下火砕物に対して構造健全性を維持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。

火山の影響による荷重を考慮した評価を別添1及び別添2に示す。

火山への配慮が必要な施設の強度に関する説明書

目 次

- 別添 1 - 1 火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針
- 別添 1 - 2 海水ポンプの強度計算書
- 別添 1 - 3 復水タンクの強度計算書
- 別添 1 - 4 建屋の強度計算書

火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針

目 次

	頁
1. 概 要	T4-別添1-1-1
2. 強度評価の基本方針	T4-別添1-1-2
2.1 評価対象施設	T4-別添1-1-2
3. 構造強度設計	T4-別添1-1-3
3.1 構造強度の設計方針	T4-別添1-1-3
3.2 機能維持の方針	T4-別添1-1-4
4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界	T4-別添1-1-11
4.1 荷重及び荷重の組合せ	T4-別添1-1-11
4.2 許容限界	T4-別添1-1-16
5. 強度評価方法	T4-別添1-1-26
5.1 防護対象施設	T4-別添1-1-27
5.2 建 屋	T4-別添1-1-39
6. 適用規格	T4-別添1-1-41

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」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「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」（以下「解釈」という。）に適合し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備に配慮する設計とするため、資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」（以下資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」という。）にて設定している降下火砕物の影響を考慮する施設に対する構造強度の設計方針について説明するとともに、対象施設が降下火砕物に対して構造健全性を維持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。

強度評価は、資料2「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」（以下資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」という。）に示す適用規格を用いて実施する。

降下火砕物の影響を考慮する施設の具体的な計算の方法及び結果は、別添1-2「海水ポンプの強度計算書」から別添1-4「建屋の強度計算書」に示す。

2. 強度評価の基本方針

強度評価は、「2.1 評価対象施設」を対象として、「3. 構造強度設計」に従って、「4.1 荷重及び荷重の組合せ」で示す降下火砕物による荷重と組み合わせすべき他の荷重による組合せ荷重又は応力等が、「4.2 許容限界」で示す許容限界内にあることを、「5. 強度評価方法」で示す評価方法及び考え方を使用し、「6. 適用規格」で示す適用規格を用いて確認する。

2.1 評価対象施設

評価対象施設は、資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している構造物への荷重を考慮する施設を、以下のとおり強度評価の対象施設とし、第2-1表に示す。

(1) 防護対象施設

施設の安全機能を維持するため、想定する降下火砕物、積雪及び風（台風）を考慮した荷重に対し、構造健全性を維持することが要求される施設とする。

(2) 建屋

降下火砕物より防護すべき施設を内包し防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するため、想定する降下火砕物、積雪及び風（台風）を考慮した荷重に対し、構造健全性を維持することが要求される建屋とする。

第2-1表 強度評価の対象施設

施設分類	強度評価の対象施設
防護対象施設	・海水ポンプ
	・復水タンク
建屋	・外部しゃへい建屋 ・外周建屋 ・燃料取扱建屋 ・原子炉補助建屋 ・中間建屋 ・ディーゼル発電機建屋 ・燃料取替用水タンク建屋 ・緊急時対策所建屋

3. 構造強度設計

資料 2-1-2-1 「火山への配慮に関する基本方針」で設定している降下火砕物特性に対し、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している構造物への荷重を考慮する施設が、構造強度設計上の性能目標を達成するよう、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「5. 機能設計」で設定している各施設が有する機能を踏まえて、構造強度の設計方針を設定する。

各施設の構造強度の設計方針を設定し、想定する荷重及び荷重の組合せを設定し、それらの荷重に対し、各施設の構造強度を保持するよう構造設計と評価方針を設定する。

3.1 構造強度の設計方針

資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するための設計方針を示す。

(1) 防護対象施設

a. 海水ポンプ

海水ポンプは、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「5.1 構造物への荷重を考慮する施設」の「(1)a. 海水ポンプの設計方針」で設定している機能設計の方針を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、冷却水として海水を取水し、原子炉補機冷却海水系統の各設備に送水する設計とする。また、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(1)c. 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、海水ポンプ室に設けた基礎にボルトで固定し、海水ポンプの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とする。30 日を目処に速やかに降下火砕物の除去を行うこと、また降灰時には除雪もあわせて実施することを保安規定に定め、降下火砕物及び積雪による組合せ荷重を短期荷重とする。

b. 復水タンク

復水タンクは、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「5.1 構造物への荷重を考慮する施設」の「(1)b. 復水タンクの設計方針」で設定している機能設計の方針を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、必要な容量の水源を保有する設計とする。

また、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(1)c. 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、屋外タンクエリアに設けた基礎にボルトで固定し、復水タンクの

主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とする。30日を目処に速やかに降下火砕物の除去を行うこと、また降灰時には除雪もあわせて実施することを保安規定に定め、降下火砕物及び積雪による組合せ荷重を短期荷重とする。

(2) 建屋

建屋は、資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「5.1 構造物への荷重を考慮する施設」の「(2) 建屋」で設定している機能設計の方針を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、建屋が降下火砕物より防護すべき施設を内包し、建屋によって内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持する設計とする。上記に加え、外部しゃへい建屋については放射性物質の閉じ込め機能（以下「気密性」という。）及び放射線の遮蔽機能（以下「遮蔽性」という。）を、原子炉補助建屋のうち中央制御室遮蔽及び緊急時対策所建屋のうち緊急時対策所遮蔽については遮蔽性を維持する設計とする。

また、資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」の「4.1(2)c. 性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を踏まえ、想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、部材又は建屋全体として構造健全性を維持する設計とし、鉄筋コンクリート造の屋根を、耐震壁又は鉄骨架構で支持し、基礎を介して支持性能を有する地盤に支持させる構造とする。30日を目処に速やかに降下火砕物の除去を行うこと、また降灰時には除雪もあわせて実施することを保安規定に定め、降下火砕物及び積雪による組合せ荷重を短期荷重とする。

3.2 機能維持の方針

資料2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」で設定している構造強度設計上の性能目標を達成するために、「3.1 構造強度の設計方針」に示す構造を踏まえ、資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 (2) 荷重の組合せ及び許容限界」で設定している荷重条件を考慮して、各施設の構造設計及びそれを踏まえた評価方針を設定する。

(1) 防護対象施設

a. 海水ポンプ

(a) 構造設計

海水ポンプは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針並びに資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」で設定している荷重を踏まえ、以下の構造とする。

海水ポンプは立形ポンプの上に、ポンプモータを取り付ける構造とする。

海水ポンプは海水ポンプ室のコンクリートにアンカボルトで固定し、ポンプモータはポン

プの上にボルトで結合する。

海水ポンプモータの形状は四角形を基本としたフレームに、四角形の空気冷却器、外扇カバー等の附属設備が付加された形態とする。また、作用する荷重については、モータ上部に最も多く降下火砕物が堆積し、モータ上部を介して支持している電動機フレーム下部に伝達する構造とする。また、風荷重については、電動機フレームを介して電動機フレーム下部に伝達する構造とする。さらに、ポンプのスラストはすべて電動機フレーム部に作用する構造とする。

海水ポンプの構造計画を第3-1表に示す。

(b) 評価方針

海水ポンプは、「(a) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

想定する降下火砕物、積雪及び風荷重に対し、荷重の作用する部位及び荷重が伝達する部位を踏まえて、海水ポンプを構成する電動機フレームが、概ね弾性状態に留まることを計算により確認する。

b. 復水タンク

(a) 構造設計

復水タンクは、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針並びに資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」で設定している荷重条件を踏まえ、以下の構造とする。

復水タンクは、平底たて置円筒形容器とする。復水タンクは、強度を有する鋼板の屋根板及び胴板を主体構造とし、屋外の復水タンクエリアの基礎コンクリートに基礎ボルトで支持する構造とする。また、作用する降下火砕物、積雪による鉛直荷重については、降下火砕物が堆積する屋根板及び屋根板に接続する胴板（上部）に伝達する構造とする。また、風荷重については、胴板に作用し、胴板（下部）及び基礎ボルトを介して床面に伝達する構造とする。

復水タンクの構造計画を第3-1表に示す。

(b) 評価方針

復水タンクは、「(a) 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

想定する降下火砕物、積雪及び風荷重に対し、復水タンクを構成する屋根板、胴板（上部及び下部）、並びに復水タンクを支持する基礎ボルトが、概ね弾性状態にとどまることを計算により確認する。

(2) 建屋

a. 構造設計

建屋は、「3.1 構造強度の設計方針」で設定している設計方針並びに資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 (2) 荷重の組合せ及び許容限界」で設定して

いる荷重条件を踏まえ、以下の構造とする。

建屋は、鉄筋コンクリート造の屋根を、耐震壁又は鉄骨架構で支持し、基礎を介して支持性能を有する地盤に支持させる構造とすることができる強度を有する構造とする。

また、作用する降下火砕物による荷重及びその他の荷重による鉛直荷重については、降下火砕物が堆積する鉄筋コンクリート造の屋根に作用する構造とする。また、風荷重については、耐震壁又は鉄骨架構に作用する構造とする。

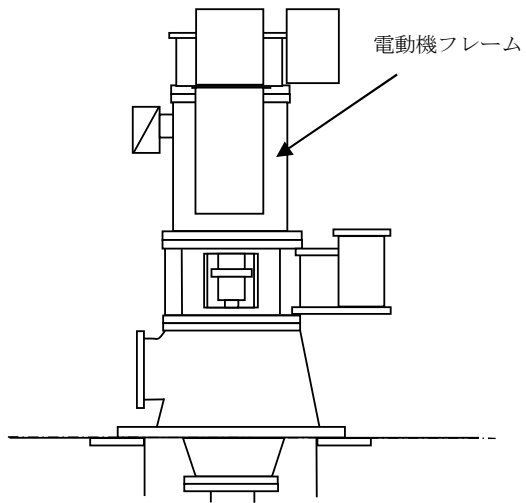
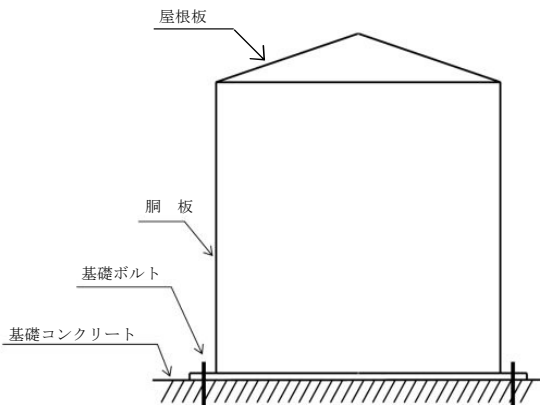
建屋の構造計画を第3-2表に示す。

b. 評価方針

建屋は、「a. 構造設計」を踏まえ、以下の強度評価方針とする。

想定する降下火砕物、風（台風）及び積雪を考慮した荷重に対し、建屋の屋根、耐震壁及び鉄骨架構が、「4.2 許容限界」で示す許容限界を超えないことを計算により確認する。

第3-1表 防護対象施設の構造計画

施設 分類	施設名称	計画の概要		説明図
		主体構造	支持構造	
防護 対象 施設	<p>【位置】</p> <p>海水ポンプは、屋外の海水ポンプ室に設置する設計としている。</p>			
	海水ポンプ	鋼製の立形ポンプ及び鋼製の電動機フレームで構成する。	コンクリートにアンカボルトで固定する。 モータは立形ポンプの上にボルトで結合する。	
	<p>【位置】</p> <p>復水タンクは、屋外の復水タンクエリアに設置する設計としている。</p>			
	復水タンク	平底たて置円筒形容器であり、鋼板の胴板及び屋根板により構成する。	基礎コンクリートに基礎ボルトで固定する。	

第3-2表 建屋の構造計画 (1/3)

施設 分類	施設名称	計画の概要		説明図
		主体構造	支持構造	
建 屋	【位置】			

第3-2表 建屋の構造計画(2/3)

施設 分類	施設名称	計画の概要		説明図
		主体構造	支持構造	
建 屋	外部しゃへい建屋 外周建屋 原子炉補助建屋 中間建屋 燃料取扱建屋 ディーゼル 発電機建屋 燃料取替用水 タンク建屋	屋根、耐震 壁及び鉄骨 架構で構成 する。	直接基礎	

※4号機の建屋の断面図については、3号機の断面図を4号機の建屋の該当部分に読みかえるものとする。

第3-2表 建屋の構造計画(3/3)

施設 分類	施設名称	計画の概要		説明図
		主体構造	支持構造	
建屋	緊急時対策所建屋	屋根及び耐震壁で構成する。	直接基礎	

4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

対象施設の強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを、以下の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に、許容限界を「4.2 許容限界」に示す。

4.1 荷重及び荷重の組合せ

対象施設の強度評価にて考慮する荷重及び荷重の組合せは、資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」を踏まえ、以下のとおり設定する。

(1) 荷重の種類

a. 常時作用する荷重(F_d)

常時作用する荷重は、資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」で設定している常時作用する荷重に従って、持続的に生じる荷重である自重、積載荷重及び水頭圧とする。

b. 降下火砕物による荷重(F_a)

降下火砕物による荷重は、資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.2 設計に用いる降下火砕物特性」の降下火砕物特性及び「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」に示す降下火砕物による荷重を踏まえて、湿潤密度 1.5g/cm^3 の降下火砕物が 27cm 堆積した場合の荷重として堆積量 1cm ごとに 150N/m^2 の降下火砕物による荷重が作用することを考慮し設定する。

c. 積雪荷重(F_s)

積雪深は、資料2-1-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の「4. 組合せ」に示す組み合わせる積雪深を踏まえて、福井県建築基準法施行細則に定められた大飯郡の垂直積雪量 100cm を用いることとし、積雪荷重については、積雪量 1cm ごとに 30N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

d. 風荷重(W)

風速は、資料2-1-1-1「耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する基本方針」の「4. 組合せ」に示す組み合わせる風速を踏まえて、建築基準法施行令に基づく平成12年建設省告示第1454号に定められた大飯郡の基準風速である 32m/s とする。風荷重については、施設の形状により風力係数等が異なるため、施設ごとに設定する。

e. 運転時の状態で作用する荷重(F_p)

運転時の状態で作用する荷重は、資料2-1-2-1「火山への配慮に関する基本方針」の「2.1.3 降下火砕物の影響に対する設計方針」で設定している運転時の状態で作用する荷重に従って、ポンプのスラスト荷重等の運転時荷重とする。

(2) 荷重の組合せ

a. 降下火砕物による荷重、積雪荷重及び風荷重の組合せ

降下火砕物による荷重、積雪荷重及び風荷重については、それらの組合せを考慮し、短期荷重として扱う。

b. 対象施設の荷重の組合せ

対象施設の荷重の組合せについては、降下火砕物及び積雪（以下「降下火砕物等」という。）による鉛直荷重と風荷重及び常時作用する荷重を組み合わせる。

ただし、対象施設のうち海水ポンプのみ動的機器であるため、運転時の状態で作用する荷重を考慮する。

なお、常時作用する荷重、積雪荷重、風荷重並びに運転時の状態で作用する荷重については、組み合わせることで降下火砕物による荷重の抗力となる場合には、評価結果が保守的となるように荷重の算出において考慮しないこととする。

上記を踏まえ、対象施設の強度評価における荷重の組合せの設定については、施設の設置状況及び構造等を考慮し設定する。対象施設の荷重の組合せを考慮した結果を第4-1表に示す。

第4-1表 対象施設ごとの荷重の組合せ

施設分類	強度評価の対象施設	荷 重					運転時の状態 で作用する荷重 (F _p)
		降下火砕物等堆積による鉛直荷重 (F _v)	風荷重 (W)	常時作用する荷重 (F _d)			
				自重	積載荷重	水頭圧	
防護対象施設	・海水ポンプ	○	○	○	—	—	○
	・復水タンク	○	○	○	—	○	—
建 屋	<ul style="list-style-type: none"> ・外部しゃへい建屋 ・外周建屋 ・燃料取扱建屋 ・原子炉補助建屋 ・中間建屋 ・ディーゼル発電機建屋 ・燃料取替用水タンク建屋 ・緊急時対策所建屋 	○	○	○	○	—	—

(○：考慮する荷重を示す。)

(3) 荷重の算定方法

「4.1(1) 荷重の種類」で設定している荷重のうち、「4.1(2)a. 降下火砕物による荷重、積雪荷重及び風荷重の組合せ」で設定している自然現象の荷重の鉛直荷重及び水平荷重の算定式を以下に示す。鉛直荷重については、別添1-2「海水ポンプの強度計算書」から別添1-4「建屋の強度計算」の各計算書にて共通で使用するため算出式を用いた荷重の算出も行う。

a. 記号の定義

荷重の計算に使用する記号を第4-2表に示す。

第4-2表 荷重の算出に用いる記号

記号	単位	定義
A	m ²	風の受圧面積（風向に垂直な面に投影した面積）
C	—	風力係数
E'	—	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
E _r	—	建設省告示第1454号の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数
F _a	N/m ²	湿潤状態の降下火砕物による荷重
F _s	N/m ²	積雪荷重
F _v '	N/m ²	単位面積当たりの降下火砕物等堆積による鉛直荷重
f _a	N/(m ² ・cm)	降下火砕物の湿潤密度 ρ (kg/m ³) より設定する降下火砕物の単位荷重
f _s	N/(m ² ・cm)	福井県建築基準法施行規則に基づき設定する積雪の単位荷重
G	—	ガスト影響係数
g	m/s ²	重力加速度
H	m	全高
H _a	m	降下火砕物の層厚
H _s	cm	積雪深
q	N/m ²	速度圧
V _D	m/s	基準風速
W	N	風荷重
Z _b	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
Z _G	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
α	—	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
ρ	kg/m ³	降下火砕物の湿潤密度

b. 鉛直荷重

鉛直荷重については、湿潤状態の降下火砕物及び積雪を考慮する。

湿潤状態の降下火砕物による荷重は、次式のとおり算出する。

$$F_a = f_a \cdot H_a$$

積雪荷重は、次式のとおり算出する。

$$F_s = f_s \cdot H_s$$

湿潤状態の降下火砕物に積雪を踏まえた鉛直荷重（以下「降下火砕物等堆積による鉛直荷重」という）は、次式のとおり算出する。

$$F_v' = F_a + F_s$$

第4-3表に入力条件を示す。

第4-3表 入力条件

ρ (kg/m ³)	f_a (N/(m ² ·cm))	H_a (m)	f_s (N/(m ² ·cm))	H_s (cm)
1,500	150	0.27	30	100

以上を踏まえ、降下火砕物等堆積による鉛直荷重は、7,050N/m²とする。

c. 水平荷重

水平荷重については、風を考慮する。風速を建築基準法施行令の基準風速に基づき 32m/s に設定し、風荷重については施設の形状により異なるため施設ごとに算出する。

風荷重の算出式は建築基準法施行令第87条に基づき、以下のとおりである。

$$W = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha \quad (H \text{ が } Z_b \text{ を超える場合})$$

$$E_r = 1.7 \cdot (Z_b/Z_G)^\alpha \quad (H \text{ が } Z_b \text{ 以下の場合})$$

4.2 許容限界

対象施設の許容限界は、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している構造物への荷重を考慮する施設ごとの構造強度設計上の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」にて設定している構造物への荷重を考慮する施設ごとの評価方針を踏まえて評価対象部位ごとに設定する。

「4.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めた、評価対象部位ごとの許容限界を第 4-4 表及び第 4-5 表に示す。

対象施設ごとの許容限界の詳細は、各計算書で評価対象部位の損傷モードを踏まえ評価項目を選定し定める。

(1) 防護対象施設

a. 海水ポンプ

海水ポンプの許容限界は、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している海水ポンプの構造強度設計上の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」にて設定している海水ポンプの評価方針を踏まえ評価対象部位ごとに設定する。

(a) 電動機フレーム

海水ポンプは、構造強度設計上の性能目標として、降下火砕物による荷重並びに積雪及び風を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、海水ポンプ室に設けた基礎にボルトで固定し、海水ポンプの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とする。

そのため、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、海水ポンプを構成する電動機フレームが、概ね弾性状態にとどまることを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（（社）日本電気協会、昭和 62 年 8 月）」（以下「JEAG4601」という）に準じて許容応力状態ⅢAS の許容応力を許容限界として設定する。

b. 復水タンク

復水タンクの許容限界は、資料 2-1-2-3 「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している復水タンクの構造強度設計上の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」にて設定している復水タンクの評価方針を踏まえ評価対象部位ごとに設定する。

(a) 屋根板、胴板（上部及び下部）及び基礎ボルト

復水タンクは、構造強度設計上の性能目標として、降下火砕物による荷重並びに積雪及び風を考慮した荷重に対し、降下火砕物堆積時の機能維持を考慮して、屋外の復水タンクエリアに設けた基礎にボルトで固定し、復水タンクの主要な構造部材が構造健全性を維持する設計とする。

そのため、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びその他の荷重に対し、復水タンクを構成する屋根板、胴板（上部及び下部）及び復水タンクを支持する基礎ボルトが、概ね弾性状態に留まることを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、JEAG4601 に準じて許容応力状態Ⅲ_AS の許容応力を許容限界として設定する。

(2) 建 屋

建屋の許容限界は、資料 2-1-2-3「降下火砕物の影響を考慮する施設の設計方針」の「4. 要求機能及び性能目標」にて設定している建屋の構造強度設計上の性能目標及び「3.2 機能維持の方針」にて設定している建屋の評価方針を踏まえて、評価対象部位ごとに設定する。

a. 屋 根

屋根は、構造健全性を維持することを目標としていることから、終局耐力を許容限界とする。また、外部しゃへい建屋は気密性を維持することを目標としていることから、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会(2005)）」（以下「RC-N 規準」という。）、又は「鋼構造設計基準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会(2005)）」（以下「S 規準」という。）に基づく短期許容応力度を許容限界として設定する。

b. 耐震壁

耐震壁は、構造健全性を維持することを性能目標としていることから、JEAG4601 に基づき最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} を耐震壁の許容限界として設定する。また、外部しゃへい建屋は気密性を維持することを目標としていることから、概ね弾性にとどまることを耐震壁の許容限界として設定する。原子炉補助建屋の中央制御室遮蔽及び緊急時対策所建屋の緊急時対策所遮蔽は遮蔽性を維持することを目標としていることから、JEAG4601 に基づき最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} を耐震壁の許容限界として設定する。

c. 鉄骨架構

鉄骨架構は、構造健全性を維持することを性能目標としていることから、「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（（財）日本建築防災協会(2015)）」を参考に層間変形角 1/30 を許容限界として設定する。

第4-4表 防護対象施設の許容限界

称	荷重の 組合せ	評価対象 部位	機能損傷モード		許容限界
			応力等の状態	限界状態	
・海水ポンプ	$F_v + W + F_d + F_p$	電動機 フレーム	圧縮・曲げ	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	JEAG4601 に準じて許容 応力状態Ⅲ _{AS} の許容応 力以下とする。 ^(注2)
・復水タンク	$F_v + W + F_d$	屋根板	圧縮・曲げ	部材が弾性域に 留まらず塑性域 に入る状態	JEAG4601 に準じて許容 応力状態Ⅲ _{AS} の許容応 力以下とする。 ^(注1)
		胴板 (上部)	圧縮・曲げ		
		胴板 (下部)	圧縮・曲げ ・引張・せん断		
		基礎 ボルト	引張・せん断		JEAG4601 に準じて許容 応力状態Ⅲ _{AS} の許容応 力以下とする。 ^(注2)

F_v : 降下火砕物等堆積による鉛直荷重

F_d : 常時作用する荷重

W : 風荷重

F_p : 運転時の状態で作用する荷重

(注1) 第4-6表クラス2, 3容器及び重大事故等クラス2容器(クラス2, 3容器)の許容限界を準用する。

(注2) 第4-7表その他の支持構造物(設計基準対象施設)の許容限界を準用する。

第4-5表 建屋の許容限界 (1/6)

(a) 外部しゃへい建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	ドーム部	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ¹
		耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ¹
遮蔽性	遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと	ドーム部	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ¹
		耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ²
気密性	換気性能とあいまって気密性を維持すること	耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	概ね弾性 (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ²

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するための評価基準値をせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみとすることから、評価基準値としてせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみを適用する。

第 4-5 表 建屋の許容限界 (2/6)

(b) 外周建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			RC 梁		「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第 1 折点のひずみ) ※1

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

(c) 燃料取扱建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第 1 折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第 82 条の 2 に規定された値を採用する。

第4-5表 建屋の許容限界 (3/6)

(d) 原子炉補助建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³
			梁(トラス)		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ³
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※ ³ ※ ⁴
※ ¹ 遮蔽性	遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと	屋根スラブ	部材に生じる応力が遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³	
		耐震壁	最大せん断ひずみが遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ⁵	
※ ² 気密性	換気性能とあいまって気密性を維持すること	屋根スラブ	部材に生じる応力が気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」に基づく短期許容応力度	
		耐震壁	最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	概ね弾性 (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ⁵	

※¹：原子炉補助建屋の一部を構成している中央制御室遮蔽を対象とする。

※²：中央制御室は、居住性の評価を行っており、中央制御室換気設備の処理対象となるバウンダリを定めていることから、気密性の維持についても確認を行う。

※³：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したのものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※⁴：建築基準法施行令第82条の2に規定された値を採用する。

※⁵：内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するための評価基準値をせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみとすることから、評価基準値としてせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみを適用する。

第 4-5 表 建屋の許容限界 (4/6)

(e) 中間建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
-	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第 1 折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第 82 条の 2 に規定された値を採用する。

第 4-5 表 建屋の許容限界 (5/6)

(f) ディーゼル発電機建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			RC 梁		「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第 1 折点のひずみ) ※1

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

(g) 燃料取替用水タンク建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第 1 折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第 82 条の 2 に規定された値を採用する。

第4-5表 建屋の許容限界 (6/6)

(h) 緊急時対策所建屋

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³
			RC 梁		「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ³
※ ¹ 遮蔽性	遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと	屋根スラブ		部材に生じる応力が遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※ ³
		耐震壁		最大せん断ひずみが遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ⁴
※ ² 気密性	換気性能とあいまって気密性を維持すること	屋根スラブ		部材に生じる応力が気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」に基づく短期許容応力度
		耐震壁		最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	概ね弾性 (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※ ⁴

※¹：緊急時対策所建屋の一部を構成している緊急時対策所遮蔽を対象とする。

※²：緊急時対策所は、居住性の評価を行っており、緊急時対策所換気設備の処理対象となるバウンダリを定めることから、気密性の維持についても確認を行う。

※³：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※⁴：内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するための評価基準値をせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみとすることから、評価基準値としてせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみを適用する。

第4-6表 クラス2、3容器及び重大事故等クラス2容器（クラス2、3容器）の許容限界

許容応力 状態	許容限界 ^(注1)		
	一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力	一次+二次応力
III _A S	Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステン レス鋼及び高ニッケル合金につい ては上記値と 1.2S との大きい方。	左欄の 1.5 倍の値	Sy

(注1) 座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

第4-7表 その他の支持構造物（設計基準対象施設）の許容限界

許容応力 状態	許容限界 ^(注1) (ボルト以外)				許容限界 ^(注1) (ボルト等)	
	一 次 応 力				一 次 応 力	
	圧 縮	曲 げ	引 張	せん断	引 張	せん断
III _A S	1.5f _c	1.5f _b	1.5f _t	1.5f _s	1.5f _t	1.5f _s

(注1) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

5. 強度評価方法

評価手法は、以下に示す解析法により、適用性に留意の上、規格及び規準類や既往の文献において適用が妥当とされる手法に基づき実施することを基本とする。

- ・ FEM 等を用いた解析法
- ・ 定式化された評価式を用いた解析法

具体的な評価においては、JEAG4601 を使用する。

風荷重による影響を考慮する施設については、建築基準法施行令等に基づき風荷重を考慮し、設備の受圧面に対して等分布荷重として扱って良いことから、評価上高さの 1/2 又は荷重作用点より高い重心位置に集中荷重として作用するものとしており、これは JEAG4601 耐震評価における 1 質点モデルと等価なものであり、地震荷重を風荷重と置き換え JEAG4601 に基づき評価を行う。

風荷重を考慮した、降下火砕物等堆積による鉛直荷重が作用する場合に強度評価を行う施設のうち、防護対象施設及び建屋の強度評価方法を以下に示す。ただし、以下に示す評価方法が適用できない施設及び評価対象部位については、個別計算書にその強度評価方法を含めて記載する。

5.1 防護対象施設

5.1.1 ポンプ

5.1.1.1 立形ポンプ

(1) 評価条件

立形ポンプの強度評価を行う場合、以下の条件にしたがうものとする。

- a. ポンプの強度計算モデルは1質点モデルとし、評価高さの1/2又は荷重作用点より高い重心位置に集中荷重として作用するものとする。計算モデルを第5-1図に示す。
- b. 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。計算は適切な裕度を持った許容値を使用することで実施しており、公称値を用いることで問題ない。
- c. 水平方向と鉛直方向のモーメントの組合せは、安全側に絶対和の評価とする。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5-1表に示す。

第5-1表 評価対象部位及び評価内容

評価部位	応力等の状態
電動機フレーム	圧縮、曲げ

(3) 強度評価方法

a. 記号の定義

立形ポンプの計算に使用する記号を第5-2表に示す。

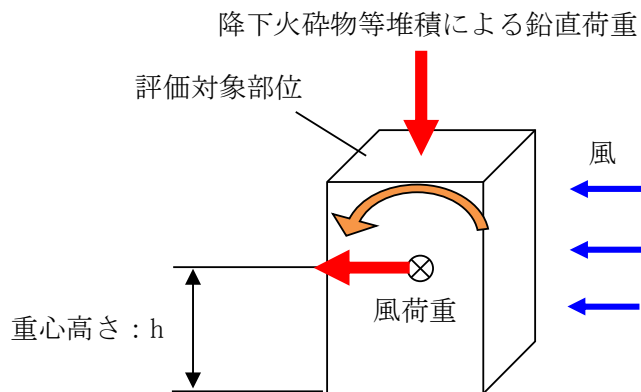
第5-2表 立形ポンプの強度評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
B_1	mm	電動機フレーム外寸
B_2	mm	電動機フレーム内寸
F_v	N	降下火砕物等堆積による鉛直荷重
H	N	電動機フレームに常時作用するモータ自重及びポンプスラストによる軸方向荷重
h	mm	降下火砕物等堆積を考慮した取付面からのモータ重心高さ
M	N・mm	電動機フレームに作用する曲げモーメント
M_1	N・mm	風荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント
M_2	N・mm	降下火砕物等堆積による鉛直荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント

第5-2表 立形ポンプの強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
S	mm ²	電動機フレームの断面積
W	N	風荷重
Z	mm ³	断面係数
σ_b	MPa	電動機フレームに生じる曲げ応力
σ_c	MPa	電動機フレームに生じる圧縮応力

b. 計算モデル



第5-1図 電動機フレームモデル図

c. 応力計算

(a) 電動機フレームに生じる曲げ応力

イ. 風荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント M_1

$$M_1 = W \cdot h$$

ロ. 鉛直荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント M_2

$$M_2 = \frac{(F_v + H) \cdot B_1}{2}$$

よって、電動機フレームに作用する曲げモーメント M は、

$$M = M_1 + M_2$$

以上より、電動機フレームに生じる曲げ応力 σ_b は次式より算出される。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

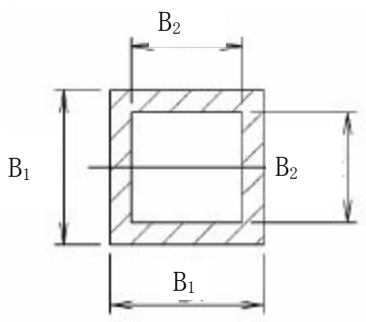
$$Z = \frac{1}{6} \left(\frac{B_1^4 - B_2^4}{B_1} \right)$$

(b) 電動機フレームに生じる圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{F_V + H}{S}$$

ここで、

$$S = B_1^2 - B_2^2$$



第 5-2 図 電動機フレーム断面図

5.1.2 容器

5.1.2.1 平底たて置円筒形容器

(1) 評価条件

平底たて置円筒形容器の強度評価を行う場合、以下の条件にしたがうものとする。

- a. 平底たて置円筒形容器の強度計算において、降下火砕物が堆積する屋根板及びその屋根板に接続する胴板上部はFEM解析により評価し、風荷重による影響が大きな胴板下部及び基礎ボルトは1質点系モデルとし、評価を行う。
- b. FEM解析において、水平方向の風荷重が作用した場合、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き下向き荷重は低減されるため、保守的に水平方向の風荷重による上向き荷重は考慮しない。
- c. 1質点系モデルの強度計算において、評価上高さの1/2又は荷重作用点より高い重心位置に集中荷重として作用するものとする。計算モデルを第5-3図に示す。
- d. 計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- e. 降下火砕物等堆積による鉛直方向荷重については、建築基準法施行令第86条に基づき、屋根の水平投影面積に対し降下火砕物等の層厚より上載質量を算出し、屋根板表面積で除することにより入力荷重を算出し等分布荷重として保守的に設定する。
- f. 通常運転時状態の保有水量状態を考慮し、評価を行う。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5-3表に示す。

第5-3表 評価対象部位及び評価内容

評価部位	応力等の状態
屋根板	圧縮、曲げ
胴板（上部）	圧縮、曲げ
胴部（下部）	圧縮、曲げ、 引張、せん断
基礎ボルト	引張、曲げ

(3) 強度評価方法 (1 質点系モデル)

a. 記号の定義

平底たて置円筒形容器の計算に使用する記号を第5-4表に示す。

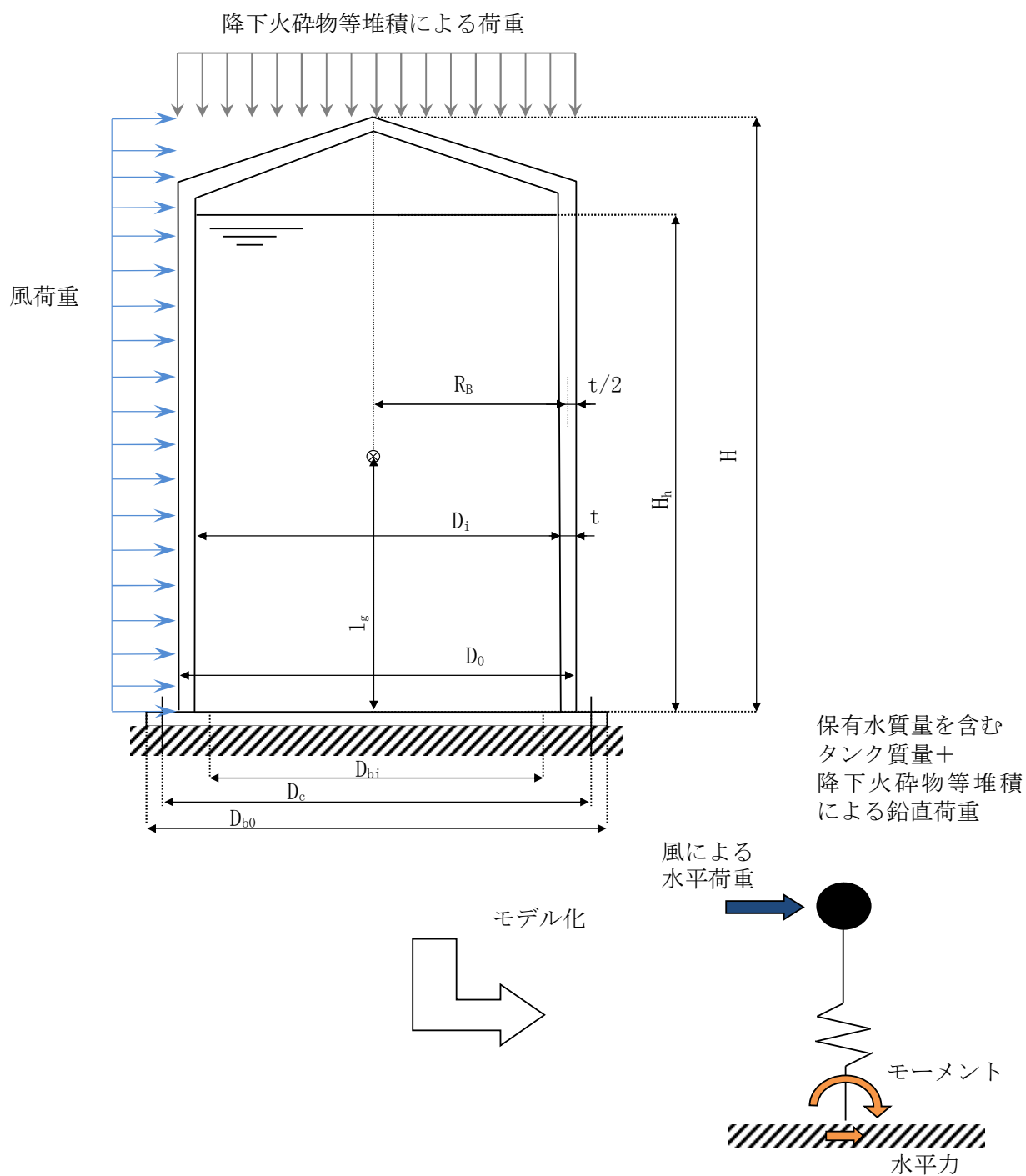
第5-4表 平底たて置円筒形容器の強度評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
A_b	mm^2	基礎ボルト呼び径断面積
C_c	—	基礎ボルト計算における係数
C_t	—	基礎ボルト計算における係数
D_c	mm	基礎ボルトピッチ円直径
D_i	mm	胴内径
D_{b0}	mm	ベースプレート外径
D_{bi}	mm	ベースプレート内径
E	MPa	縦弾性係数
e	—	基礎ボルト計算における係数
F	MPa	JSME S NC1 SSB-3121.1(1)により規定される値
F_c	N	基礎に作用する圧縮力
F_t	N	基礎ボルトに作用する引張力
f_b	MPa	曲げモーメントにより生じる座屈応力
f_c	MPa	軸圧縮荷重により生じる座屈応力
g	m/s^2	重力加速度
H_h	mm	液面高さ
k	—	基礎ボルト計算における荷重係数
l_g	mm	胴板高さの1/2
M_T	$\text{N}\cdot\text{mm}$	風荷重により作用するモーメント
m_e	kg	空質量
m_o	kg	保有水質量を含むタンク質量
m_s	kg	上載質量 (降下火砕物等堆積による荷重より算出)
n	—	基礎ボルト本数
q	N/m^2	速度圧
R_B	mm	胴板平均半径
s	—	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比
t	mm	胴板厚
t_1	mm	基礎ボルト面積相当板幅
t_2	Mm	圧縮側基礎相当幅
W	N	風荷重
z	—	基礎ボルト計算における係数

第5-4表 平底たて置円筒形容器の強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
α_1	—	安全率
α_2	rad	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度
η_B	—	R_B/t
η_1	—	$1,200 \times g/F$
η_2	—	$8,000 \times g/F$
η_3	—	$9,600 \times g/F$
ρ_w	—	保有水の比重
σ_0	MPa	胴に生じる組合せ一次一般膜応力
σ_1	MPa	胴に生じる組合せ一次応力
σ_b	MPa	基礎ボルトに生じる引張応力
σ_c	MPa	基礎に生じる圧縮応力
σ_x	MPa	胴に生じる軸方向応力の和
σ_{x2}	MPa	自重（空質量）により胴に生じる軸方向応力
σ_{x4}	MPa	風荷重により胴に生じる軸方向応力
σ_{xb}	MPa	曲げモーメントにより生じる圧縮応力
σ_{xc}	MPa	軸圧縮荷重により生じる圧縮応力
σ_ϕ	MPa	胴に生じる周方向応力の和
$\sigma_{\phi 1}$	MPa	静水頭により胴に生じる周方向応力
τ	MPa	風荷重により胴に生じるせん断応力
τ_b	MPa	基礎ボルトに生じるせん断応力
π	—	円周率

b. 計算モデル



第 5-3 図 平底たて置円筒形容器モデル図

c. 強度評価方法

風荷重により作用するモーメント M_T は以下のとおりである。

$$M_T = W \cdot l_g$$

(a) 風荷重を考慮した胴に生じる応力

イ. 静水頭により胴に生じる周方向応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{10^{-6} \cdot g \cdot \rho_w \cdot H_h \cdot D_i}{2t}$$

ロ. 胴の自重（空質量）により胴に生じる軸方向応力

$$\sigma_{x2} = \frac{(m_e + m_s) g}{\pi (D_i + t) t}$$

ハ. 風荷重により生じる応力

風荷重により胴に生じる軸方向応力

$$\sigma_{x4} = \frac{4M_T}{\pi (D_i + t)^2 t}$$

風荷重により胴に生じるせん断応力

$$\tau = \frac{2W}{\pi (D_i + t) t}$$

ニ. 胴に生じる組合せ一次応力

胴に生じる周方向応力の和

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

胴に生じる軸方向応力の和

$$\sigma_x = \sigma_{x2} + \sigma_{x4}$$

胴に生じる組合せ一次応力

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \left\{ (\sigma_x + \sigma_{\phi}) + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_{\phi})^2 + 4\tau^2} \right\}$$

ホ. 軸圧縮荷重及び曲げモーメントにより生じる圧縮応力

軸圧縮荷重により生じる圧縮応力

$$\sigma_{xc} = \sigma_{x2}$$

曲げモーメントにより生じる圧縮応力

$$\sigma_{xb} = \sigma_{x4}$$

(b) 風荷重を考慮した胴の座屈評価

イ. 軸圧縮荷重により生じる座屈応力 f_c 。

$$f_c = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{6800 \times g} \{F - \phi_c(\eta_2)\} (\eta_B - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ \phi_c(\eta_B) & (\eta_2 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \phi_c(\eta_B) = 0.6 \frac{E}{\eta_B} \left[1 - 0.901 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta_B}\right) \right\} \right]$$

ロ. 曲げモーメントにより生じる座屈応力 f_b

$$f_b = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{8400 \times g} \{F - \phi_b(\eta_3)\} (\eta_B - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_3) \\ \phi_b(\eta_B) & (\eta_3 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \phi_b(\eta_B) = 0.6 \frac{E}{\eta_B} \left[1 - 0.731 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta_B}\right) \right\} \right]$$

ハ. 安全率 α_1

安全率は、各荷重の組合せに対して

$$\alpha_1 = \begin{cases} 1.0 & (\eta_B \leq \eta_1) \\ 1.0 + \frac{F}{13600 \times g} (\eta_B - \eta_1) & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ 1.5 & (\eta_2 \leq \eta_B) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \eta_B = \frac{R_B}{t}, \quad \eta_1 = 1200 \cdot g / F,$$

$$\eta_2 = 8000 \cdot g / F, \quad \eta_3 = 9600 \cdot g / F$$

ニ. 座屈評価

以下の式により評価を行う。

$$\frac{\alpha_1 \cdot \sigma_{xc}}{f_c} + \frac{\alpha_1 \cdot \sigma_{xb}}{f_b} \leq 1$$

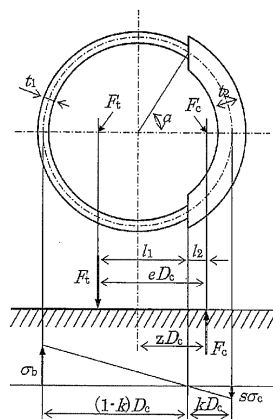
(c) 基礎ボルト評価

イ. 基礎ボルトに生じるせん断応力

$$\tau_b = \frac{W}{n \cdot A_b}$$

ロ. 基礎ボルトに生じる引張応力

風荷重により作用するモーメント M_T が作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量のつり合い条件を考慮することにより求める。



第5-4図 基礎の荷重説明図 (JEAG4601-1987より抜粋)

(イ) σ_b , σ_c を仮定して係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}}$$

(ロ) α_2 を求める。

$$\alpha_2 = \cos^{-1}(1 - 2k)$$

(ハ) 各定数 e, z, C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha_2) \cos^2 \alpha_2 + \frac{1}{2}(\pi - \alpha_2) + \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2}{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2} \right\}$$

$$+ \frac{1}{2} \left(\frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right)$$

$$z = \frac{1}{2} \left(\cos \alpha_2 + \frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right)$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2\}}{1 + \cos \alpha_2}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2)}{1 - \cos \alpha_2}$$

(ニ) 各定数を用いて F_t, F_c を求める。

$$F_t = \frac{M_T - (m_0 + m_s) \cdot g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c}$$

$$F_c = F_t + (m_0 + m_s) \cdot g$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 α が π に等しくなったときであり、 α を π に近づけた場合の値 $e=0.75$ 及び $z=0.25$ を F_t を求める式に代入し、得られる F_t の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力は作用しているので以下の計算を行う。

(ホ) σ_b, σ_c を求め、(イ) にて仮定した値を十分に近似していることを確認する。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) D_c \cdot C_c}$$

$$\text{ここで、 } t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{bo} - D_{bi}) - t_1$$

5.2 建 屋

(1) 評価方針

建屋の強度評価を行う場合、以下の方針に従うものとする。

- a. 建屋の強度計算において、耐震壁及び鉄骨架構は、質点系モデルを用い評価する。
- b. 建屋の強度計算において、屋根の評価は、降下火砕物等堆積による鉛直荷重を短期荷重として評価する。
- c. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重として $7,050\text{N/m}^2$ とする。
- d. 風荷重の算出は、基準風速 32m/s として、建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び受風面積に基づき実施し、受風面積算定において、隣接する建屋の遮断効果による面積の低減は考慮しない。
- e. 水平方向の風荷重が作用した場合、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き下向き荷重は低減されるため、屋根面の評価においては、保守的に水平方向の風荷重は考慮しない。

(2) 評価対象部位

評価対象部位及び評価内容を第5-5表に示す。

第5-5表 評価対象部位及び評価内容

評価対象部位	評価内容
屋根	曲げ及びせん断
耐震壁	変形
鉄骨架構	変形

(3) 強度評価方法

a. 屋根の応力等の算定

応力解析モデルを用いて、屋根に対する常時作用する荷重、積雪荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重により発生する応力等を求める。

b. 耐震壁の変形量の算定

建屋の質点系モデルを用いて、設計風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみを求める。

c. 鉄骨架構の変形量の算定

建屋の質点系モデルを用いて、設計風荷重により鉄骨架構に発生する層間変形角を求める。

6. 適用規格

資料 2-1-2-1 「火山への配慮に関する基本方針」においては、降下火砕物の影響を考慮する施設の設計に係る適用規格を示している。

これらのうち、各対象施設の強度評価に用いる規格、規準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 福井県建築基準法施行細則（昭和 47 年 4 月 25 日福井県規則第 41 号）
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」（社）日本建築学会(2004)
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601-補 1984」（社）
日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版」（社）日本電気協会
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（社）
日本機械学会
- ・ 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会(1999)
- ・ 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会(2005)
- ・ 「鋼構造設計基準—許容応力度設計法—」（社）日本建築学会(2005)
- ・ 「各種合成構造設計指針・同解説」（社）日本建築学会(2010)

海水ポンプの強度計算書

目 次

	頁
1. 概 要	T4-別添1-2-1
2. 基本方針	T4-別添1-2-1
2.1 位 置	T4-別添1-2-1
2.2 構造概要	T4-別添1-2-1
2.3 評価方針	T4-別添1-2-4
2.4 適用規格	T4-別添1-2-5
3. 強度評価方法	T4-別添1-2-6
3.1 記号の定義	T4-別添1-2-6
3.2 評価対象部位	T4-別添1-2-7
3.3 荷重及び荷重の組合せ	T4-別添1-2-8
3.4 許容限界	T4-別添1-2-11
3.5 評価方法	T4-別添1-2-12
4. 評価条件	T4-別添1-2-15
5. 強度評価結果	T4-別添1-2-16

1. 概要

本資料は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、海水ポンプが降下火砕物等堆積時においても、送水機能の維持を考慮して、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

海水ポンプは、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえ、「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を設定している。

2.1 位置

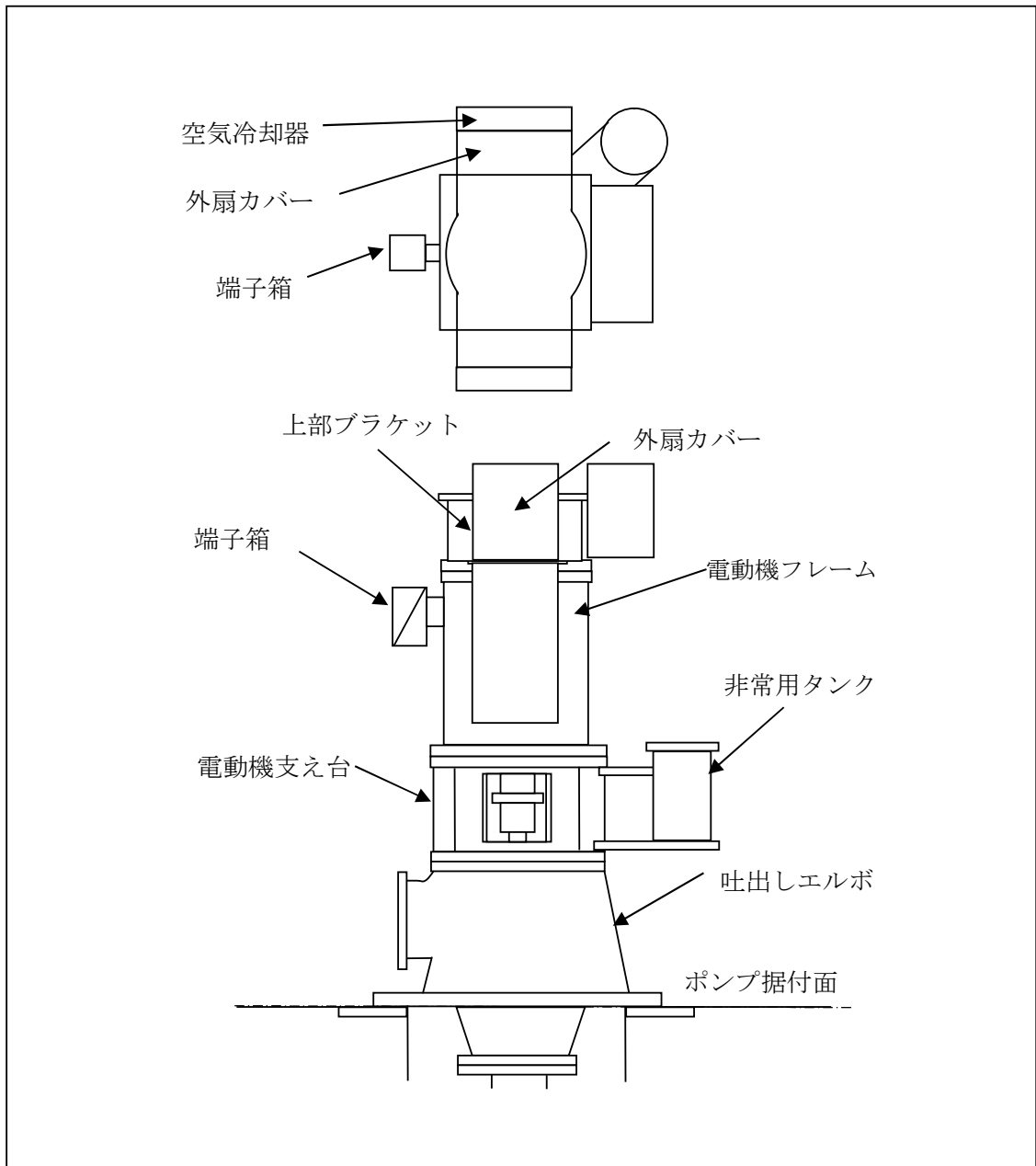
海水ポンプの設置位置は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、屋外の海水ポンプ室に設置している。

2.2 構造概要

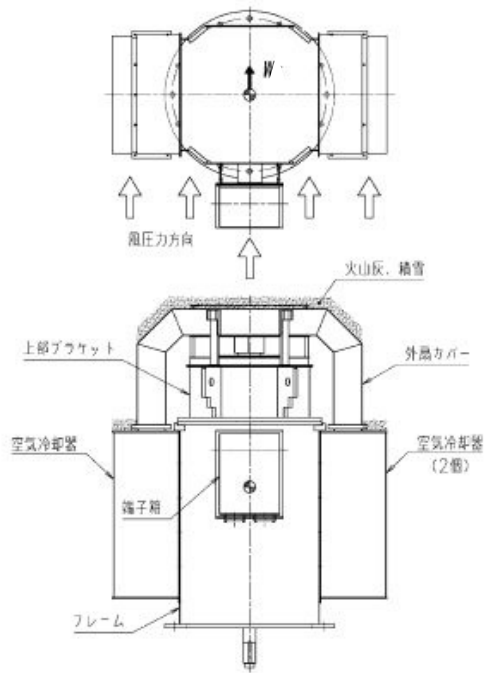
海水ポンプの構造は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」にて設定している構造計画を踏まえて、構造を設定している。

海水ポンプは、ポンプ据付面から電動機支え台までのポンプ部と、電動機支え台より上部のモータ部からなる立形ポンプであり、同一設計の海水ポンプを 3 台設置している。降下火砕物等堆積による鉛直荷重及び風による水平荷重の影響を直接受ける据付位置より上部の海水ポンプの概要図を第 2-1 図に示す。

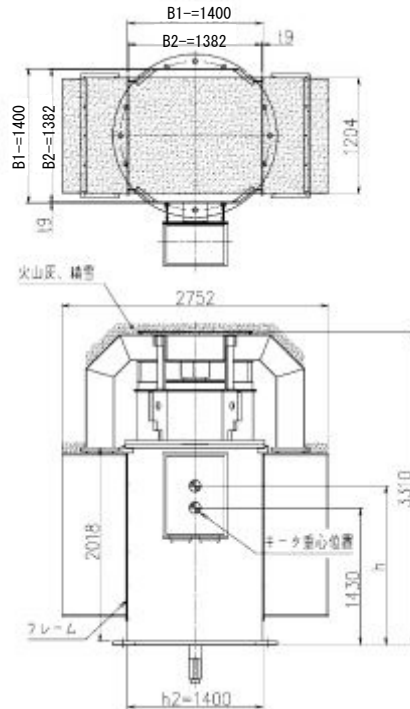
海水ポンプモータの形状は四角形を基本としたフレームに四角形の空気冷却器、上部ブラケット、外扇カバー等が付加された形態、ポンプのスラストはすべて電動機フレーム部に作用する構造とする。第 2-2 図に風圧力を最も多く受ける面の概要図を示し、第 2-3 図に降下火砕物及び雪が海水ポンプに最も多く堆積することが想定される状態図を示す。



第 2-1 図 海水ポンプの概要図



第2-2図 風圧力を受ける面の概要図



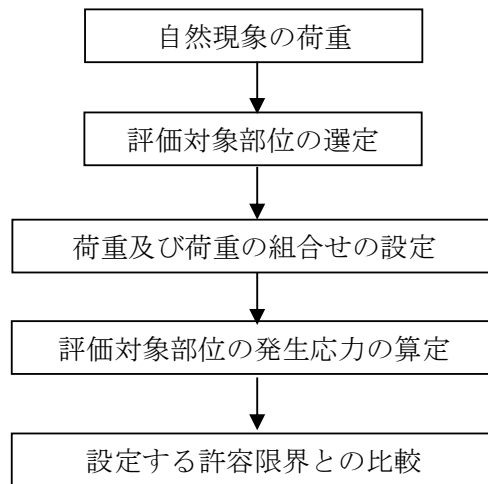
(単位：mm)

第2-3図 降下火砕物及び雪の堆積状態図

2.3 評価方針

海水ポンプの強度評価は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」にて設定している、荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、海水ポンプの評価対象部位に作用する応力が、許容限界に収まることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

海水ポンプの強度評価フローを第 2-4 図に示す。海水ポンプの強度評価においては、その構造を踏まえて、降下火砕物等堆積による鉛直荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。強度評価では、風荷重は水平方向に作用する外荷重という観点で地震荷重と同様なものと考え、評価上高さの 1/2 より高い重心高さを風荷重の作用点として「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」（（社）日本電気協会）、「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601-補 1984」（（社）日本電気協会）及び「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」（（社）日本電気協会）（以下「JEAG4601」という）における 1 質点系モデルによる評価方法を準用し、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に示す立形ポンプの評価式を用いる。海水ポンプの許容限界は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に示す許容限界である、JEAG4601 の許容応力状態Ⅲ_AS とする。「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（（社）日本機械学会）（以下「JSME」という）付録材料図表 Part5 の表にて許容応力を評価する際は、評価対象部位の周囲環境温度に応じた値をとるものとするが、温度が JSME 付録材料図表記載の中間の値の場合は、比例法を用いて評価する。



第 2-4 図 強度評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格、規準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 福井県建築基準法施行細則（昭和 47 年 4 月 25 日福井県規則第 41 号）
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」（社）日本建築学会（2004）
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編JEAG 4601-補 1984」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版」（社）日本電気協会
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（社）日本機械学会

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

海水ポンプの強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 海水ポンプの強度評価に用いる記号(1/2)

記号	単位	定義
A_{1i}	m^2	各部位の風の受圧面積（風向に垂直な面に投影した面積）
A_2	m^2	降下火砕物等の堆積面積
B_1	mm	電動機フレーム外寸
B_2	mm	電動機フレーム内寸
C_i	—	各部位の風力係数
E'	—	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
E_r	—	建設省告示第1454号の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表す係数
F_d	N	モータ自重による軸方向荷重
F_p	N	ポンプスラストによる軸方向荷重
F_v	N	降下火砕物等堆積による鉛直荷重
F_v'	N/m^2	単位面積当たりの降下火砕物等堆積による鉛直荷重
f_b	MPa	JSME S NC1-2005設計・建設規格SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容曲げ応力
f_c	MPa	JSME S NC1-2005設計・建設規格SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容圧縮応力
G	—	ガスト影響係数
g	m/s^2	重力加速度
H_T	m	ポンプ据付面からの全高
H	N	電動機フレームに常時作用するモータ自重及びポンプスラストによる軸方向荷重
h	mm	降下火砕物等堆積を考慮した取付面からのモータ重心高さ
M	$N \cdot mm$	電動機フレームに作用する曲げモーメント
M_1	$N \cdot mm$	風荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント
M_2	$N \cdot mm$	降下火砕物等堆積による鉛直荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント
m	kg	モータの質量
P	kg	ポンプスラストの質量
q	N/m^2	速度圧
S	mm^2	電動機フレームの断面積
V_D	m/s	基準風速
W	N	風荷重による複合荷重

第 3-1 表 海水ポンプの強度評価に用いる記号(2/2)

記号	単位	定義
W_i	N	各部位の風荷重
Z	mm^3	断面係数
Z_b	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
Z_G	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
α	—	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
σ_b	MPa	電動機フレームに生じる曲げ応力
σ_c	MPa	電動機フレームに生じる圧縮応力

3.2 評価対象部位

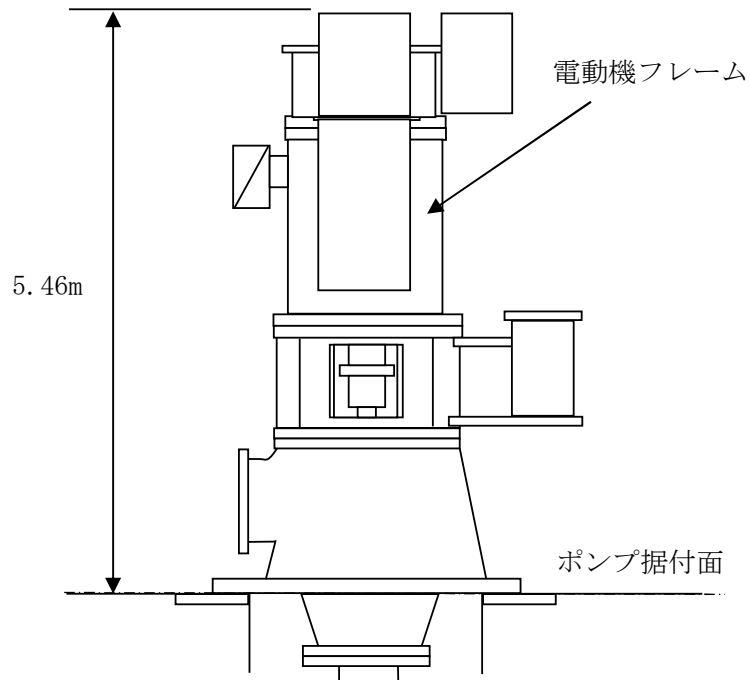
海水ポンプの評価対象部位は、別添 1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位にしたがって、電動フレームとする。

評価対象部位は、「2.2 構造概要」にて設定している構造に基づき、設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定している。

降下火砕物等堆積による鉛直荷重は、最も多く降下火砕物が堆積するモータ上部を介して支持している電動機フレーム下部に作用する。また、風荷重は、電動機フレームを介して電動機支え台に固定されている電動機フレーム下部に作用する。さらに、ポンプのスラスト荷重はすべて電動機フレーム部に作用する。

このことから、電動機フレームを評価対象部位として選定している。

海水ポンプの強度評価における評価対象部位を、第 3-1 図に示す。



第 3-1 図 海水ポンプの評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、別添 1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

(1) 荷重の設定

海水ポンプの強度評価に用いる荷重を以下に示す。

a. 常時作用する荷重(F_d)

常時作用する荷重は、モータの自重を考慮する。

b. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重(F_v)

降下火砕物等堆積による単位面積あたりの鉛直荷重は、 $7,050\text{N/m}^2$ とする。建築基準法施行令第 86 条では、屋根部の勾配が 60 度以下の場合においては、その勾配に応じた屋根形状係数を乗じた数値とし、その勾配が 60 度を超える場合においては、零とすることができるとの記載があるが、保守的に屋根形状係数を 1 とする。

c. 風荷重(W)

風荷重は、基準風速 32m/s に基づき算定する。

風荷重 W は別添 1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1(3)c. 水平荷重」に示す式にしたがい、算出する。全高 H が 5m を超えるため、 H が Z_b を超える以下の場合の式を用いる。

評価に用いる風荷重による複合荷重は電動機フレーム (i=1)、空気冷却器 (i=2)、上部ブラケット (i=3)、外扇カバー (i=4) に風圧力を受けた際の風荷重とする。

それぞれの部位の風荷重 W_i と風荷重による複合荷重 W は以下のようにして求める。

$$W_i = q \cdot C_i \cdot A_{1i}$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

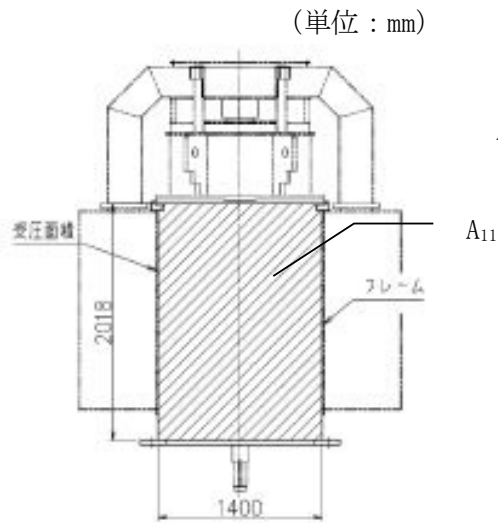
$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H_T / Z_G)^\alpha$$

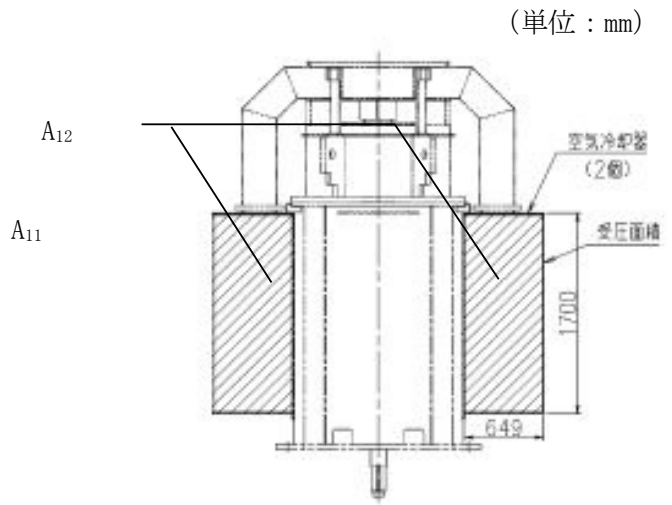
$$W = \sum_{i=1}^4 W_i$$

d. 運転時の状態で作用する荷重 (F_p)

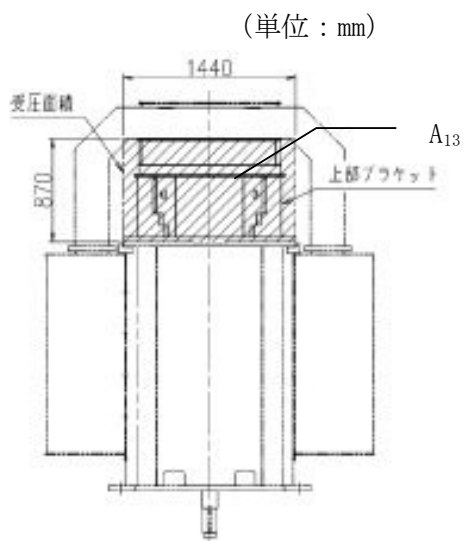
運転時の状態で作用する荷重は、鉛直下向きに働くポンプスラスト荷重を考慮する。



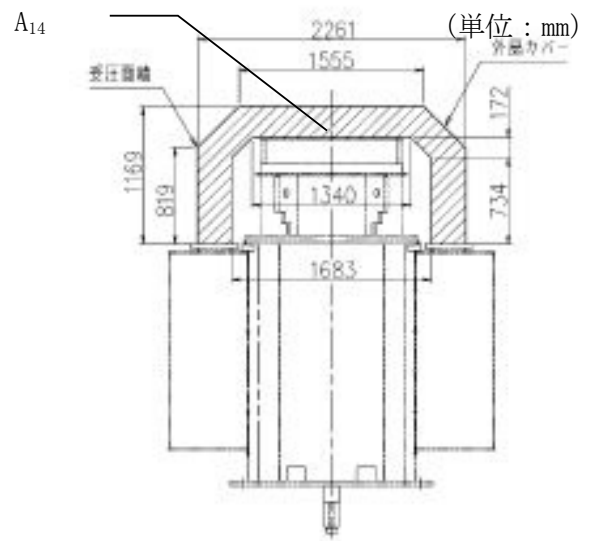
第3-2図 電動機フレーム受圧部図



第3-3図 空気冷却器受圧部図



第3-4図 上部ブラケット受圧部図



第3-5図 外扇カバー受圧部図

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、海水ポンプの評価対象部位ごとに設定する。

海水ポンプの電動機フレームには、自重、降下火砕物等堆積による鉛直荷重、風荷重及びポンプスラスト荷重が作用する。

海水ポンプの強度評価にて考慮する荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

施設分類	施設名称	評価対象部位	荷重
防護対象施設	海水ポンプ	電動機フレーム	① 自重 ② 降下火砕物等堆積による鉛直荷重 ③ 風荷重 ④ ポンプスラスト荷重

3.4 許容限界

海水ポンプの許容限界値は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて設定している許容限界にしたがって、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、機能損傷モードを考慮し、JEAG4601に基づき許容応力状態Ⅲ_{AS}の許容応力を用いる。

海水ポンプの許容限界値は、JEAG4601を準用し、支持構造物の許容限界を適用する。設計荷重に対して、当該施設に要求される安全機能を維持できるように弾性設計とするため、許容応力状態Ⅲ_{AS}から算出した以下の許容応力を許容限界値とする。

海水ポンプの許容限界を第3-3表に示す。

第3-3表 海水ポンプの許容限界

状態	温度条件 (°C)	許容限界	
		一次応力	
		曲げ	圧縮
許容応力 状態Ⅲ _{AS}	40 (注)	1.5f _b	1.5f _c

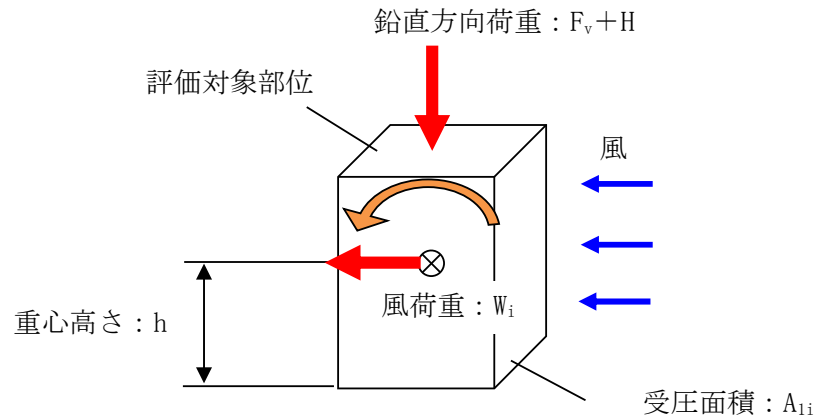
(注) 周囲環境温度

3.5 評価方法

海水ポンプの応力評価は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「5. 強度評価方法」にて設定している立形ポンプの評価式を用いる。

(1) 評価モデル

応力評価において、風荷重は評価上高さの 1/2 より高いモータの重心位置に作用することとする。電動機フレームの応力評価モデル図を第 3-6 図に示す。



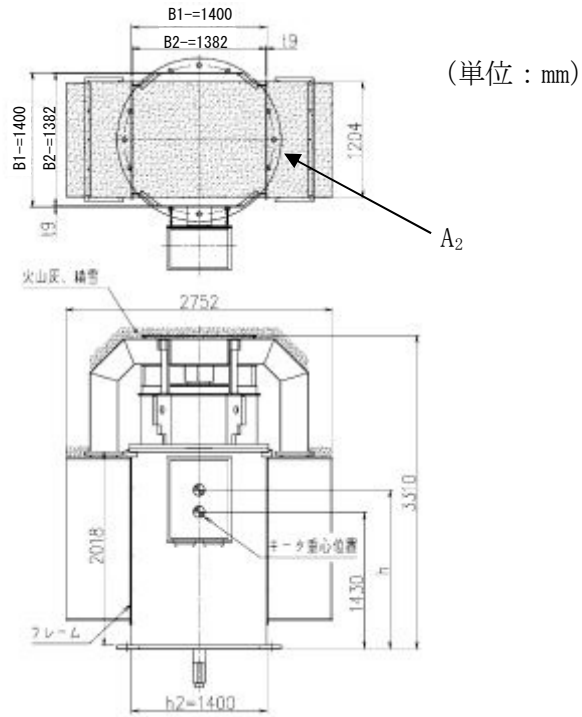
第 3-6 図 電動機フレームモデル図

(2) 評価方法

a. 鉛直方向荷重

(a) 降下火砕物等堆積による鉛直荷重

$$F_v = F_v' \cdot A_2$$



第3-7図 降下火砕物等の堆積面積図

(b) 電動機フレームに常時作用するモータ自重及びポンプスラストによる軸方向荷重

$$H = F_d + F_p$$

ここで、

$$F_d = m \cdot g$$

$$F_p = P \cdot g$$

b. 応力評価

(a) 電動機フレームに生じる曲げ応力

イ. 風荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント M_1

$$M_1 = W \cdot h$$

ロ. 鉛直荷重により電動機フレームに作用する曲げモーメント M_2

$$M_2 = \frac{(F_v + H) \cdot B_1}{2}$$

よって、電動機フレームに作用する曲げモーメントMは、

$$M = M_1 + M_2$$

以上より、電動機フレームに生じる曲げ応力 σ_b は次式より算出される。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

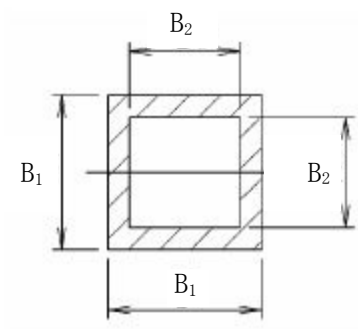
$$Z = \frac{1}{6} \left(\frac{B_1^4 - B_2^4}{B_1} \right)$$

(b) 電動機フレームに生じる圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{F_v + H}{S}$$

ここで、

$$S = B_1^2 - B_2^2$$



第 3-8 図 電動機フレーム断面

4. 評価条件

強度評価に使用する入力条件を第4-1表に示す。

第4-1表 入力条件

評価部位	材質	温度 (°C)	電動機 フレームの 風力係数 C_1 (-)	空気冷却器の 風力係数 C_2 (-)	上部ブラケットの 風力係数 C_3 (-)	外扇カバーの 風力係数 C_4 (-)
電動機 フレーム	SS400 (t9)	40	2.1	2.4	1.2	2.4

G (-)	V_D (m/s)	H_T (m)	Z_b (m)	Z_G (m)	α (-)
2.2	32	5.46	5	350	0.15

h (mm)	g (m/s ²)	F_v' (N/m ²)	m (kg)	P (kg)
1,658	9.80665	7,050	10,800	8,500

電動機 フレームの 受圧面積 A_{11} (m ²)	空気冷却器の 受圧面積 A_{12} (m ² /台)	上部ブラケット の 受圧面積 A_{13} (m ²)	外扇カバーの 受圧面積 A_{14} (m ²)	A_2 (m ²)
2.83	1.10	1.25	1.02	3.31

B_1 (mm)	B_2 (mm)
1,400	1,382

5. 強度評価結果

降下火砕物等堆積時の強度評価結果を第5-1表に示す。

電動機フレームに発生する応力は、許容応力以下である。

第5-1表 強度評価結果

損傷モード	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
曲げ	8	282	35.25
圧縮	5	244	48.80

復水タンクの強度計算書

目 次

	頁
1. 概 要	T4-別添1-3-1
2. 基本方針	T4-別添1-3-1
2.1 位 置	T4-別添1-3-1
2.2 構造概要	T4-別添1-3-1
2.3 評価方針	T4-別添1-3-3
2.4 適用規格	T4-別添1-3-4
3. 強度評価方法	T4-別添1-3-5
3.1 記号の定義	T4-別添1-3-5
3.2 評価対象部位	T4-別添1-3-7
3.3 荷重及び荷重の組合せ	T4-別添1-3-9
3.4 許容限界	T4-別添1-3-10
3.5 評価方法	T4-別添1-3-12
4. 評価条件	T4-別添1-3-21
5. 強度評価結果	T4-別添1-3-22

1. 概要

本資料は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、復水タンクが降下火砕物等堆積時においても、機能維持を考慮して、必要な容量の水源を保有するために、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

復水タンクは、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえ、「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」を設定している。

2.1 位置

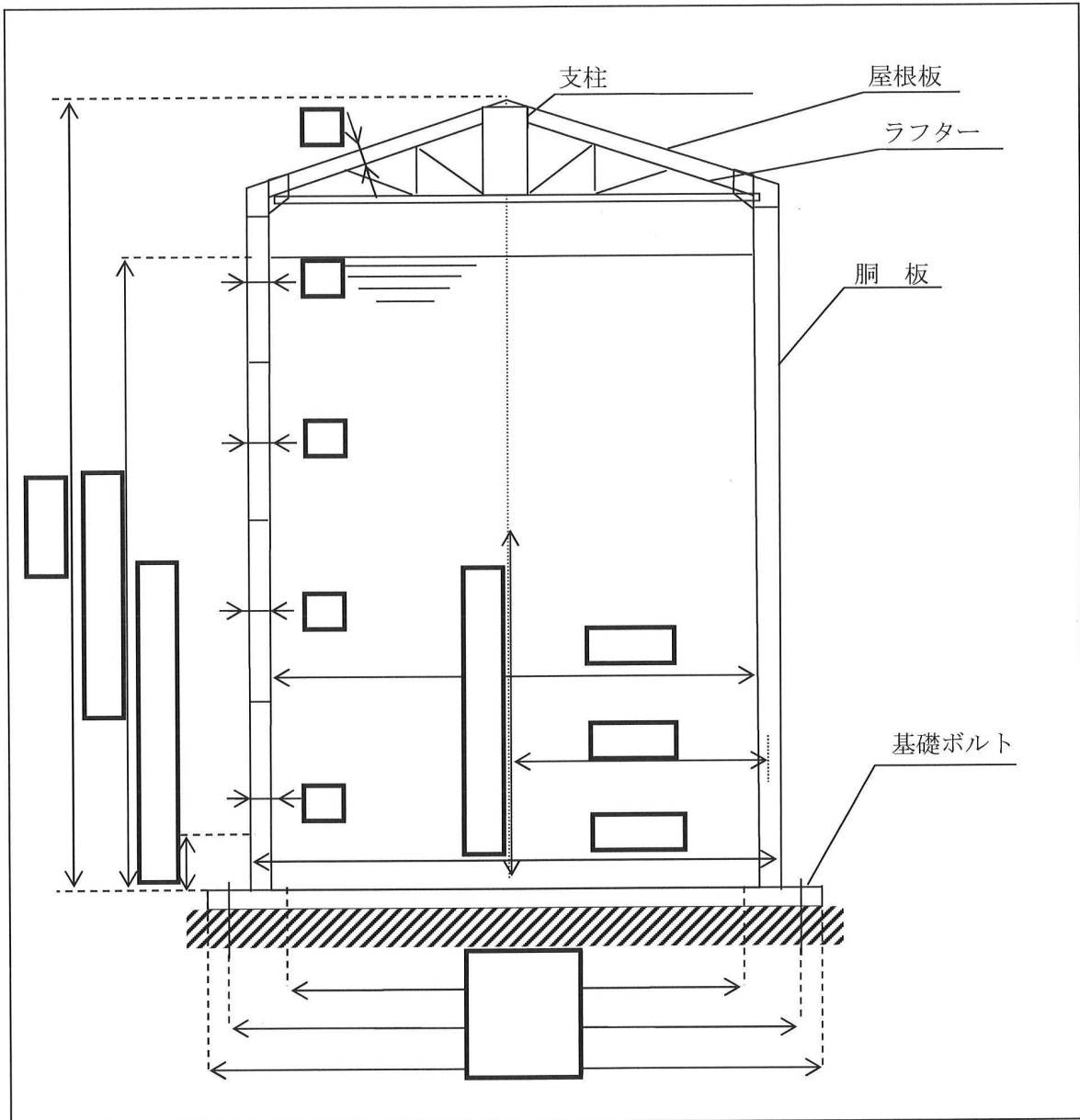
復水タンクは、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示すとおり、屋外の復水タンクエリアに設置している。

2.2 構造概要

復水タンクは、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」にて設定している構造計画を踏まえて、構造を設定している。

復水タンクは、円筒形の胴板と屋根板より構成され、基礎ボルトにより基礎コンクリートに固定された平底たて置円筒形容器である。復水タンクは外気と繋がっているため、タンク内圧は大気圧となっている。復水タンクの概要図を第 2-1 図に示す。

(単位：mm)



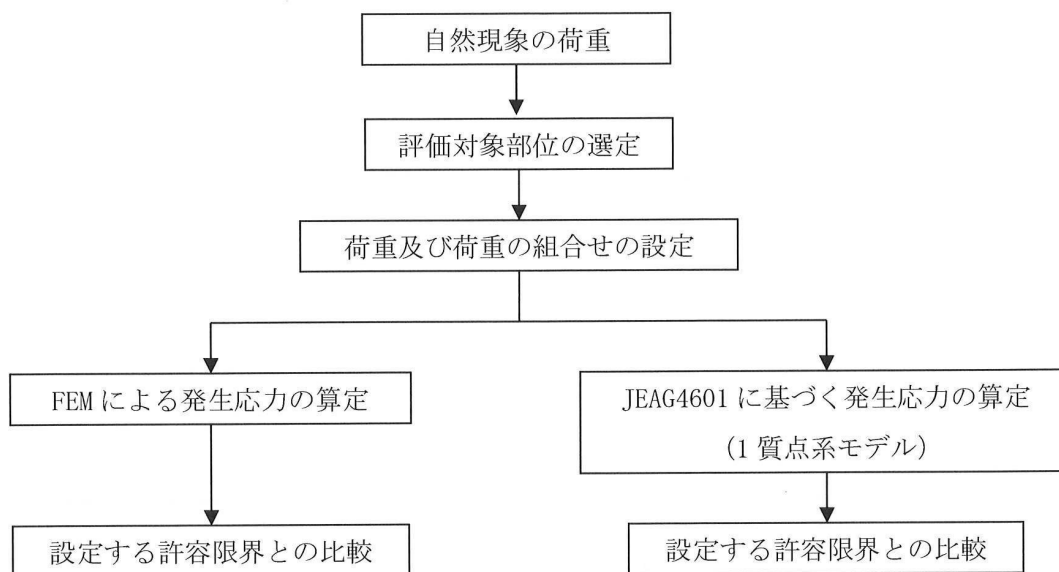
第2-1図 復水タンク概要図

2.3 評価方針

復水タンクの強度評価は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」にて設定している、荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、復水タンクの評価対象部位に作用する応力などが、許容限界に収まることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

復水タンクの強度評価フローを第 2-2 図に示す。復水タンクの強度においては、その構造を踏まえ、降下火砕物等堆積による鉛直荷重とこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を設定する。降下火砕物等堆積による鉛直方向荷重については、建築基準法施行令第 86 条に基づき、屋根の水平投影面積に対し降下火砕物等の層厚より上載質量を算出し、屋根板表面積で除することにより入力荷重を算出し等分布荷重として保守的に設定する。強度評価においては、屋根板及び屋根板に接続する胴板（上部）に対して、FEM による応力解析を用いる。また、胴板（下部）及び基礎ボルトに対して、風荷重は水平方向に作用する外荷重という観点で地震荷重と同様なものであると考へ、胴板高さの 1/2 を風荷重の作用点として「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（（社）日本電気協会）、「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601-補 1984」（（社）日本電気協会）及び「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」（（社）日本電気協会）（以下「JEAG4601」という）の平底たて置円筒形容器の評価方法を準用し、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」に示す平底たて置円筒形容器の評価式を用いる。タンクの要求機能が必要とされるプラント運転時の最低水位である復水タンク水位異常低警報設定値以上の内容量を想定する復水タンクの許容限界は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に示す許容限界である、JEAG4601 の許容応力状態Ⅲ_AS とする。

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（（社）日本機械学会）（以下「JSME」という）付録材料図表 Part5,6 の表にて許容応力を計算する際は、評価対象部位の温度条件に応じた値をとるものとするが、温度が JSME 付録材料図表記載の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。



第2-2図 強度評価のフロー

2.4 適用規格

適用する規格、規準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- ・ 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- ・ 福井県建築基準法施行細則（昭和 47 年 4 月 25 日福井県規則第 41 号）
- ・ 「建築物荷重指針・同解説」（社）日本建築学会（2004）
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601-補 1984」（社）
日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（社）日本電気協会
- ・ 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版」（社）日本電気協会
- ・ 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2005/2007」（社）日本機械学
会

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

復水タンクの強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 復水タンクの強度評価に用いる記号(1/3)

記号	単位	定義
A	m ²	風の受圧面積（風向に垂直な面に投影した面積）
A _b	mm ²	基礎ボルト呼び径断面積
A _r	mm ²	屋根板表面積
C	—	風力係数
C _c	—	基礎ボルト計算における係数
C _t	—	基礎ボルト計算における係数
D ₀	m	胴外径
D _c	mm	基礎ボルトピッチ円直径
D _i	mm	胴内径
D _{b0}	mm	ベースプレート外径
D _{bi}	mm	ベースプレート内径
E	MPa	縦弾性係数
E'	—	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
E _r	—	建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数
e	—	基礎ボルト計算における係数
F	MPa	JSME S NC1 SSB-3121.1(1)により規定される値
F _c	N	基礎に作用する圧縮力
F _d	N	常時作用する荷重
F _t	N	基礎ボルトに作用する引張力
F _v	N	降下火砕物等堆積による鉛直荷重
f _b	MPa	曲げモーメントにより生じる座屈応力
f _c	MPa	軸圧縮荷重により生じる座屈応力
f _s	MPa	JSME S NC1-2005設計・建設規格SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容せん断応力
f _t	MPa	JSME S NC1-2005設計・建設規格SSB-3121.1により規定される供用状態A及びBでの許容引張応力
G	—	ガスト影響係数
g	m/s ²	重力加速度
H	m	全高
H _h	mm	液面高さ
k	—	基礎ボルト計算における荷重係数

第3-1表 復水タンクの強度評価に用いる記号(2/3)

記号	単位	定義
l_g	mm	胴板高さの1/2
M_T	N・mm	風荷重により作用するモーメント
m_e	kg	空質量
m_o	kg	保有水質量を含むタンク質量
m_s	kg	上載質量(降下火砕物等堆積による荷重より算出)
n	—	基礎ボルト本数
q	N/m ²	設計用速度圧
R_B	mm	胴板平均半径
S	MPa	JSME S NC1付録材料図表Part5, 6の表にて規定される許容引張応力
S_y	MPa	JSME S NC1付録材料図表Part5, 6の表にて規定される設計降伏点
S_u	MPa	JSME S NC1付録材料図表Part5, 6の表にて規定される設計引張強さ
s	—	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比
t	mm	胴板厚
t_1	mm	基礎ボルト面積相当板幅
t_2	mm	圧縮側基礎相当幅
V_D	m/s	風の基準風速
W	N	風荷重
Z_b	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号第2項に掲げる数値
Z_G	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号第2項に掲げる数値
z	—	基礎ボルト計算における係数
α	—	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号第2項に掲げる数値
α_1	—	安全率
α_2	rad	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度
η_B	—	R_B/t
η_1	—	$1,200 \times g/F$
η_2	—	$8,000 \times g/F$
η_3	—	$9,600 \times g/F$
ν	—	ポアソン比
ρ_w	—	保有水の比重

第3-1表 復水タンクの強度評価に用いる記号(3/3)

記号	単位	定義
σ_0	MPa	胴に生じる組合せ一次一般膜応力
σ_1	MPa	胴に生じる組合せ一次応力
σ_b	MPa	基礎ボルトに生じる引張応力
σ_c	MPa	基礎に生じる圧縮応力
σ_x	MPa	胴に生じる軸方向応力の和
σ_{x2}	MPa	自重（空質量）により胴に生じる軸方向応力
σ_{x4}	MPa	風荷重により胴に生じる軸方向応力
σ_{xb}	MPa	曲げモーメントにより生じる圧縮応力
σ_{xc}	MPa	軸圧縮荷重により生じる圧縮応力
σ_ϕ	MPa	胴に生じる周方向応力の和
$\sigma_{\phi 1}$	MPa	静水頭により胴に生じる周方向応力
τ	MPa	風荷重により胴に生じるせん断応力
τ_b	MPa	基礎ボルトに生じるせん断応力
π	—	円周率

3.2 評価対象部位

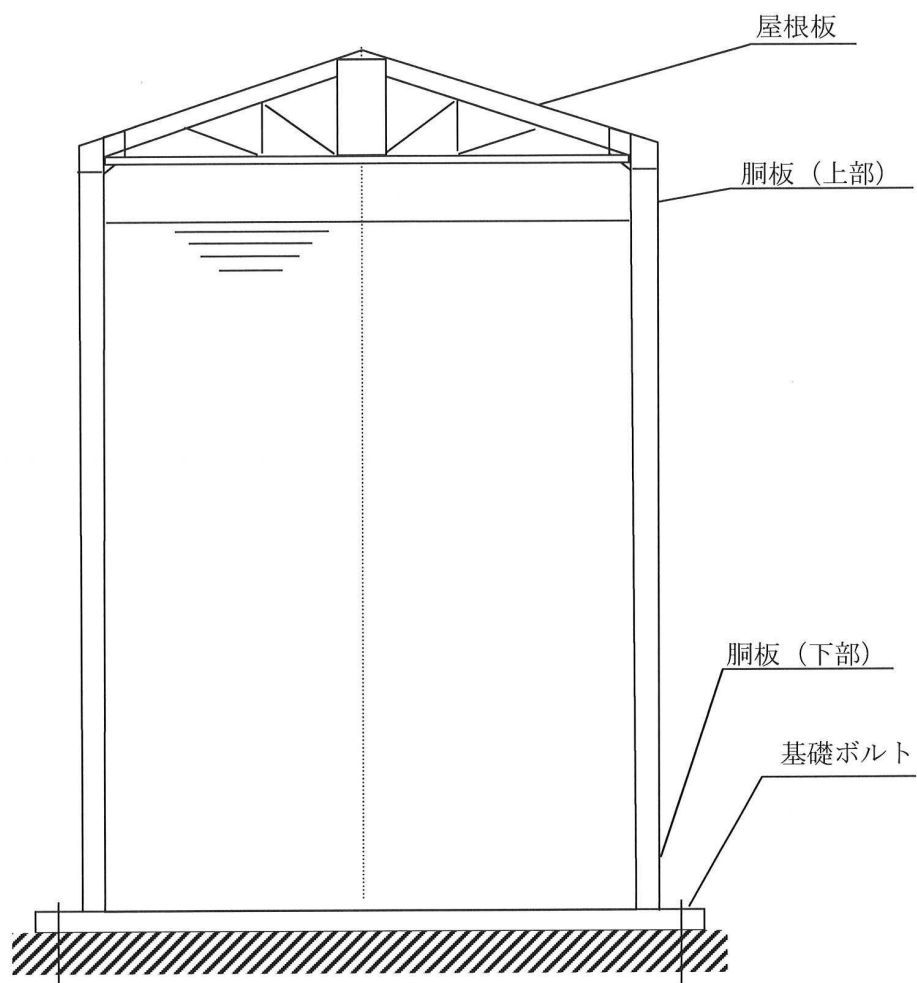
復水タンクの評価対象部位は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位にしたがって、屋根板、胴板（上部）、胴板（下部）及び基礎ボルトとする。

評価対象部位は「2.2 構造概要」にて設定している構造に基づき、設計荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

降下火砕物等堆積による鉛直荷重は、降下火砕物が堆積する屋根板及び屋根板に接続する胴板（上部）に作用する。また、風荷重は、胴板を介して胴板（下部）及び基礎ボルトに作用する。

このことから、屋根板、胴板（上部）、胴板（下部）及び基礎ボルトを評価対象部位として設定している。

復水タンクの強度評価における評価対象部位を、第3-1図に示す。



第3-1図 復水タンクの評価対象部位

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

(1) 荷重の設定

復水タンクの強度評価に用いる荷重を以下に示す。

a. 常時作用する荷重(F_d)

常時作用する荷重は、自重及び水頭圧を考慮する。

b. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重(F_v)

降下火砕物等堆積による単位面積あたりの鉛直荷重は、 $7,050\text{N/m}^2$ とする。建築基準法施行令第 86 条では、屋根部の勾配が 60 度以下の場合においては、その勾配に応じた屋根形状係数を乗じた数値とし、その勾配が 60 度を超える場合においては、零とすることができるとの記載があるが、保守的に屋根形状係数を 1 とする。

c. 風荷重(W)

風荷重は、基準風速 32m/s に基づき算定する。

(a) 風荷重

別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4.1(3)c. 水平荷重」に示す式にしたがい、算出する。全高 H が 5m を超えるため、 H が Z_0 を超える場合の式を用いる。

$$W=q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$A=H \cdot D_0$$

$$q=0.6 \cdot E' \cdot V_b^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r=1.7 \cdot (H/Z_0)^\alpha$$

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、復水タンクの評価対象部位ごとに設定する。

復水タンクの屋根板及び胴板（上部）については、水頭圧は作用しないため考慮しない。また、水平方向の風荷重が作用すると、屋根板及び胴板（上部）に対し、鉛直上向きの荷重が働き、鉛直下向き荷重が低減されるため、保守的に風荷重は考慮しない。そのため、復水タンクの屋根板及び胴板（上部）には、自重及び降下火砕物等堆積による鉛直荷重が作用する。

復水タンクの胴板（下部）及び基礎ボルトには、水頭圧、自重、降下火砕物等堆積による鉛直荷重及び風荷重が作用する。

復水タンクの評価にて考慮する荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

施設分類	施設名称	評価対象部位	荷重
防護対象施設	復水タンク	屋根板	① 自重 ② 降下火砕物等堆積による鉛直荷重
		胴板（上部）	① 自重 ② 降下火砕物等堆積による鉛直荷重
		胴板（下部）	① 自重、水頭圧 ② 降下火砕物等堆積による鉛直荷重 ③ 風荷重
		基礎ボルト	① 自重、水頭圧 ② 降下火砕物等堆積による鉛直荷重 ③ 風荷重

3.4 許容限界

復水タンクの許容限界値は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて設定している許容限界にしたがって、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、機能損傷モードを考慮し、JEAG4601に基づき許容応力状態Ⅲ_ASの許容応力を用いる。

復水タンクの許容限界値は、JEAG4601を準用し、胴板及び屋根板については「クラス2, 3容器」、基礎ボルトについては支持構造物の許容限界を適用する。設計荷重に対して、当該施設に要求される安全機能を維持できるように弾性設計とするため、JEAG4601に基づき許容応力状態Ⅲ_ASから算出した以下の許容応力を許容限界値とする。

復水タンクの許容限界について、胴板及び屋根板の許容限界を第3-3表、基礎ボルトの許容限界を第3-4表に示す。

第3-3表 胴板及び屋根板の許容限界

状態	温度条件 (°C)	許容限界	
		一次一般膜応力	一次膜応力+一次曲げ応力
許容応力 状態Ⅲ _A S	40 (注1)	S _y と 0.6S _u の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	左欄の 1.5 倍

(注1) 復水タンクの最高使用温度

第3-4表 基礎ボルトの許容限界

状態	温度条件 (°C)	許容限界	
		一次応力	
		引張	せん断
許容応力 状態Ⅲ _A S		1.5f _t	1.5f _s

(注2) 周囲環境温度

引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 f_{ts} に対する評価を行う。

ここで

$$\begin{cases} f_{ts} = 1.4(1.5f_t) - 1.6\tau_b \\ f_{ts} \leq 1.5f_t \end{cases}$$

許容引張応力 f_{ts} は上記2式の smaller 値をとるものとする。

3.5 評価方法

FEM 解析による評価と 1 質点系モデルによる評価を行う。

(1) FEM 解析による評価

屋根板及び胴板（上部）は FEM 解析にて評価を行う。

FEM 解析に使用するコードは「MSC NASTRAN Ver. 2018. 2. 1」である。

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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

a. 荷重条件

復水タンクの荷重条件を第 3-5 表に示す。

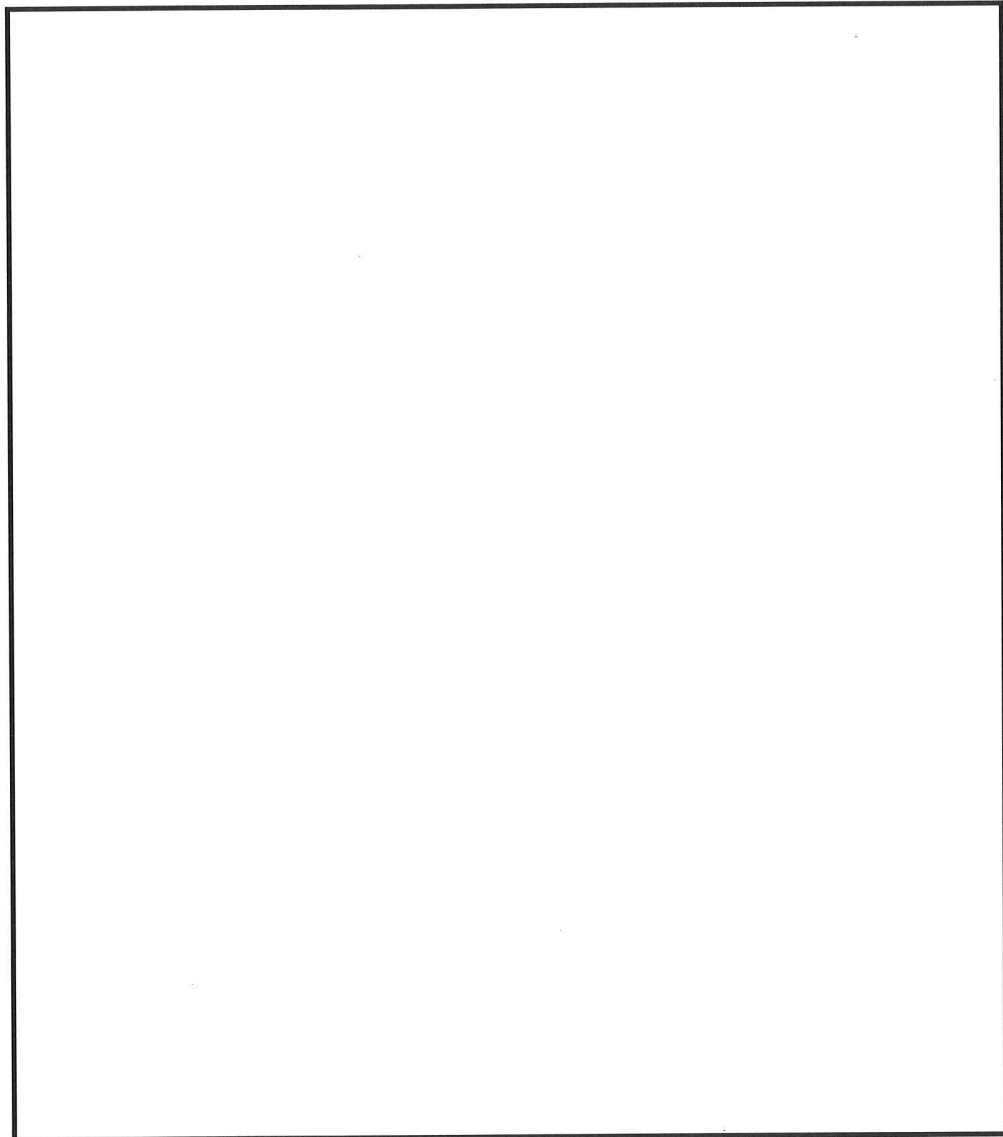
水平方向の風荷重が作用した場合、屋根に対し鉛直上向きの荷重が働き下向き荷重は低減されるため、保守的に水平方向の風荷重による上向き荷重は考慮しない。

第 3-5 表 復水タンクの荷重条件

荷重条件	入力荷重 (N/m ²)
降下火砕物等堆積 による鉛直荷重	

b. 計算モデル及び諸元

拘束部位はタンク基部であることから、タンク胴板（上部）に構造上有意な応力増加はないため、屋根部に作用する鉛直荷重に対し厳しい部位である屋根板及び胴板（上部）について、屋根、胴及び支柱等の板部材を板要素で、ラフター及びラチスを梁要素でモデル化して評価を行う。復水タンクの FEM 解析に用いるモデル図を第 3-2 図に、諸元を第 3-6 表に示す。



第3-2図 FEM解析に用いるモデル

第3-6表 復水タンクの諸元

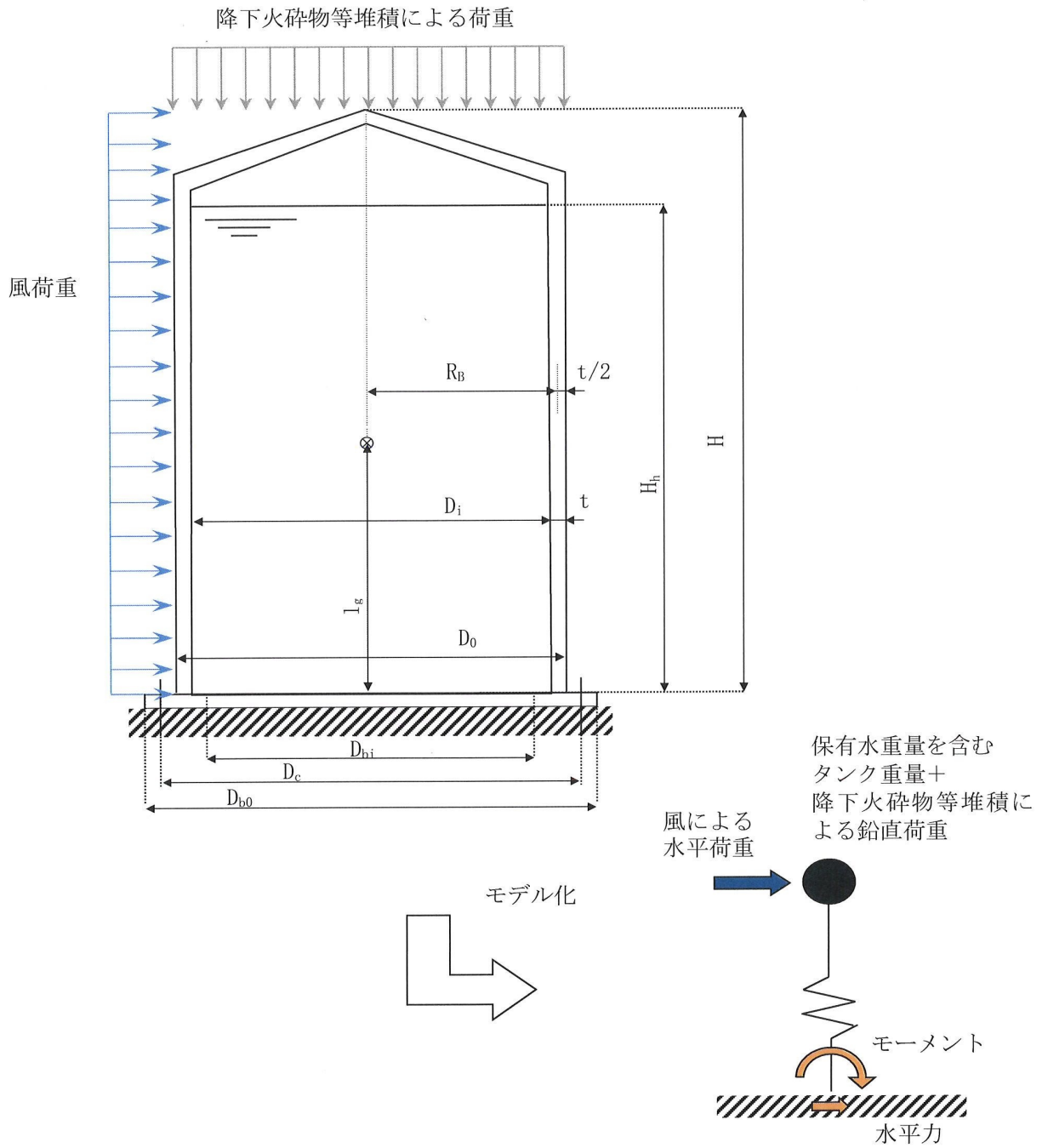
部 材	材 料	温度条件 (°C)	縦弾性係数 E (MPa)	ポアソン比 ν (-)
屋根板、胴板	SM400B	40		
ブラケット、ラフター、 ラチス		40		
支柱		40		

(2) 1 質点系モデルによる評価

1 質点系モデルによる強度評価は、別添 1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価方法」にて設定している平底たて置円筒容器の評価式を用いる。

a. 計算モデル

降下火砕物等堆積による鉛直荷重、水頭圧及び自重（鉛直荷重）並びに風荷重（水平荷重）により作用する水平力及びモーメントに対し、厳しい部位である胴板（下部）及び基礎ボルトの構造健全性を 1 質点系モデルとして評価を行う。ここで、荷重の作用点となる重心高さは胴板高さの $1/2$ とする。復水タンクの 1 質点系モデルによる評価に用いるモデル図を第 3-3 図に示す。



第 3-3 図 1 質点系モデルによる復水タンクモデル図

b. 1 質点系モデルによる評価における計算方法

内容水量は胴板及び基礎ボルトの各評価対象部位に対して応力が大きくなるように設定する。具体的には、胴板（下部）計算時は満水量、基礎ボルト計算時は保守的な評価となるように水位を0にて計算する。

風荷重により作用するモーメント M_T は以下のとおりである。

$$M_T = W \cdot l_g$$

(a) 風荷重を考慮した胴に生じる応力

イ. 静水頭により胴に生じる周方向応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{10^{-6} \cdot g \cdot \rho_w \cdot H_h \cdot D_i}{2t}$$

ロ. 胴の自重（空質量）により胴に生じる軸方向応力

$$\sigma_{x2} = \frac{(m_e + m_s) g}{\pi (D_i + t) t}$$

ハ. 風荷重により生じる応力

風荷重により胴に生じる軸方向応力

$$\sigma_{x4} = \frac{4M_T}{\pi (D_i + t)^2 t}$$

風荷重により胴に生じるせん断応力

$$\tau = \frac{2W}{\pi (D_i + t) t}$$

ニ. 胴に生じる組合せ一次応力

胴に生じる周方向応力の和

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1}$$

胴に生じる軸方向応力の和

$$\sigma_x = \sigma_{x2} + \sigma_{x4}$$

胴に生じる組合せ一次応力

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_x + \sigma_{\phi} + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_{\phi})^2 + 4\tau^2} \right\}$$

ホ. 軸圧縮荷重及び曲げモーメントにより生じる圧縮応力

軸圧縮荷重により生じる圧縮応力

$$\sigma_{xc} = \sigma_{x2}$$

曲げモーメントにより生じる圧縮応力

$$\sigma_{xb} = \sigma_{x4}$$

(b) 風荷重を考慮した胴の座屈評価

イ. 軸圧縮荷重により生じる座屈応力 f_c

$$f_c = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{6800 \times g} \{F - \phi_c(\eta_2)\}(\eta_B - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ \phi_c(\eta_B) & (\eta_2 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \phi_c(\eta_B) = 0.6 \frac{E}{\eta_B} \left[1 - 0.901 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta_B}\right) \right\} \right]$$

ロ. 曲げモーメントにより生じる座屈応力 f_b

$$f_b = \begin{cases} F & (\eta_B \leq \eta_1) \\ F \left[1 - \frac{1}{8400 \times g} \{F - \phi_b(\eta_3)\}(\eta_B - \eta_1) \right] & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ \phi_b(\eta_B) & (\eta_2 \leq \eta_B \leq 800) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \phi_b(\eta_B) = 0.6 \frac{E}{\eta_B} \left[1 - 0.731 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \sqrt{\eta_B}\right) \right\} \right]$$

ハ. 安全率 α_1

安全率は、各荷重の組合せに対して

$$\alpha_1 = \begin{cases} 1.0 & (\eta_B \leq \eta_1) \\ 1.0 + \frac{F}{13600 \times g} (\eta_B - \eta_1) & (\eta_1 < \eta_B < \eta_2) \\ 1.5 & (\eta_2 \leq \eta_B) \end{cases}$$

$$\text{ここで } \eta_B = \frac{R_B}{t}, \quad \eta_1 = 1200 \cdot g/F,$$

$$\eta_2 = 8000 \cdot g/F, \quad \eta_3 = 9600 \cdot g/F$$

ニ. 座屈評価

以下の式により評価を行う。

$$\frac{\alpha_1 \cdot \sigma_{xc}}{f_c} + \frac{\alpha_1 \cdot \sigma_{xb}}{f_b} \leq 1$$

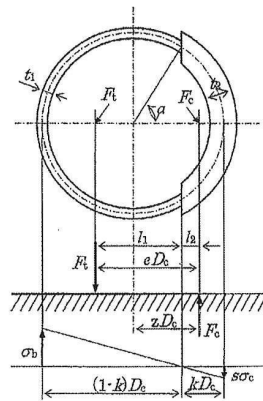
(c) 基礎ボルト評価

イ. 基礎ボルトに生じるせん断応力

$$\tau_b = \frac{W}{n \cdot A_b}$$

ロ. 基礎ボルトに生じる引張応力

風荷重により作用するモーメント M_r が作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量のつり合い条件を考慮することにより求める。



第3-4図 基礎の荷重説明図 (JEAG4601-1987 より抜粋)

(イ) σ_b, σ_c を仮定して係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}}$$

(ロ) α_2 を求める。

$$\alpha_2 = \cos^{-1}(1 - 2k)$$

(ハ) 各定数 e, z, C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha_2) \cos^2 \alpha_2 + \frac{1}{2}(\pi - \alpha_2) + \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2}{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2} \right\}$$

$$+ \frac{1}{2} \left(\frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right)$$

$$z = \frac{1}{2} \left(\cos \alpha_2 + \frac{\frac{1}{2} \alpha_2 - \frac{3}{2} \sin \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2 + \alpha_2 \cdot \cos^2 \alpha_2}{\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2} \right)$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha_2) \cos \alpha_2 + \sin \alpha_2\}}{1 + \cos \alpha_2}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha_2 - \alpha_2 \cdot \cos \alpha_2)}{1 - \cos \alpha_2}$$

(二) 各定数を用いて F_t, F_c を求める。

$$F_t = \frac{M_T - (m_0 + m_s) \cdot g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c}$$

$$F_c = F_t + (m_0 + m_s) \cdot g$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 α が π に等しくなったときであり、 α を π に近づけた場合の値 $e=0.75$ 及び $z=0.25$ を F_t を求める式に代入し、得られる F_t の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力は作用しているので以下の計算を行う。

(ホ) σ_b, σ_c を求め、(イ) にて仮定した値を十分に近似していることを確認する。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) D_c \cdot C_c}$$

$$\text{ここで、 } t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{bo} - D_{bi}) - t_1$$

4. 評価条件

1 質点系モデルによる強度評価に使用する復水タンクの入力条件を第 4-1 表に示す。

第 4-1 表 復水タンクの入力条件

据付場所 及び床面高さ (m)	構造概要	最高使用圧力 (MPa)	温 度 ^(注1) (°C)	ρ_w (-)	g (m/s ²)
屋外 EL. 15.0	平底 たて置円筒形	大気圧	① 40		9.80665

V_D (m/s)	G (-)	C (-)

H (mm)	Z_b (m)	Z_G (m)	α (-)	m_o ^(注1) (kg)

m_e (kg)	m_s (kg)	D_i (mm)	t (mm)	l_g (mm)
		9,670	20	

D_0 (mm)	H_h ^(注1) (mm)	R_B (mm)	胴板の縦弾性係数 E (MPa)	s (-)	n (-)

D_c (mm)	D_{b0} (mm)	D_{bi} (mm)	ボルト サイズ	A_b (mm ²)

(注 1) ①は胴板（下部）評価時、②は基礎ボルト評価時の値

5. 強度評価結果

(1) FEM 解析による評価結果

降下火砕物等堆積時の強度評価結果を第 5-1 表に示す。

屋根板、胴板（上部）に発生する応力は、許容応力以下である。

第 5-1 表 復水タンクの FEM 解析による評価結果

評価部材	材 料	応 力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
屋根板	SM400B	一次一般膜		
		一次膜+一次曲げ		
胴 板 (上部)	SM400B	一次一般膜		
		一次膜+一次曲げ		

(2) 1 質点系モデルによる計算結果

降下火砕物等堆積時の強度評価結果を第 5-2 表に示す。

胴板（下部）、基礎ボルトに発生する応力は許容応力以下であり、また、座屈の評価の条件式を満足している。

第 5-2 表 復水タンクの 1 質点系モデルによる評価結果

評価部材	材 料	応 力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
胴 板 (下部)	SM400B	一次一般膜		
		組合せ一次		
		圧縮と曲げの 組合せ (座屈の評価)		
基礎ボルト		引 張 ^(注1)		
		せん断		

(注 1) $F_t \leq 0$ であるため、引張力は発生しない。

建屋の強度計算書

4号機の建屋の強度計算書については、3号機の建屋の強度計算書に示す建物・構築物の概略図等を4号機の建物・構築物の該当部分に読みかえるものとする。

目 次

	頁
1. 概要	T4-別添1-4-1
2. 基本方針	T4-別添1-4-2
2.1 位置	T4-別添1-4-2
2.2 構造概要	T4-別添1-4-3
2.3 評価方針	T4-別添1-4-12
2.4 適用規格	T4-別添1-4-14
3. 強度評価方法	T4-別添1-4-15
3.1 評価対象部位	T4-別添1-4-15
3.2 荷重及び荷重の組合せ	T4-別添1-4-16
3.3 許容限界	T4-別添1-4-27
3.4 評価方法	T4-別添1-4-33
4. 強度評価結果	T4-別添1-4-55
4.1 屋根	T4-別添1-4-55
4.2 耐震壁	T4-別添1-4-56
4.3 鉄骨架構	T4-別添1-4-61

1. 概要

本資料は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル建屋が降下火砕物及び雪（以下「降下火砕物等」という。）の堆積時において、内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能の維持を考慮して、建屋全体又は建屋の主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

また、上記に加え、外部しゃへい建屋については放射性物質の閉じ込め機能（以下、「気密性」という。）及び放射線の遮蔽機能（以下、「遮蔽性」という。）の維持を、原子炉補助建屋のうち中央制御室遮蔽については遮蔽性の維持を考慮して、建屋全体又は建屋の主要な構造部材が構造健全性を有することを確認するものである。

なお、原子炉補助建屋は3号機及び4号機共用、緊急時対策所建屋は1号機、2号機、3号機及び4号機共用であり、強度評価については、同日付けで申請の高浜発電所3号機の強度に関する説明書のうち別添1-4「建屋の強度計算書」による。

2. 基本方針

評価対象となる建屋の位置及び構造概要を、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえ、「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」に示す。

2.1 位置

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル建屋は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す位置に設置する。外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の配置を第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 配置図

2.2 構造概要

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3.2 機能維持の方針」に示す構造計画を踏まえて、構造を設定する。

外部しゃへい建屋は、基礎底面から最高部の高さ約□mのドーム状の屋根（以下「ドーム部」という。）をもつ外径約□の円筒形の鉄筋コンクリート構造（以下「シリンダー部」という。）である。ドーム部の厚さは約□～約□cm、シリンダー部の厚さは約□～約□cmである。

外周建屋は、5層の主要床面を有する鉄筋コンクリート造の壁式構造の建物である。本建物の平面規模はNS方向で約□m、EW方向で約□mであり、主要屋根面の基礎底面からの高さは□mである。

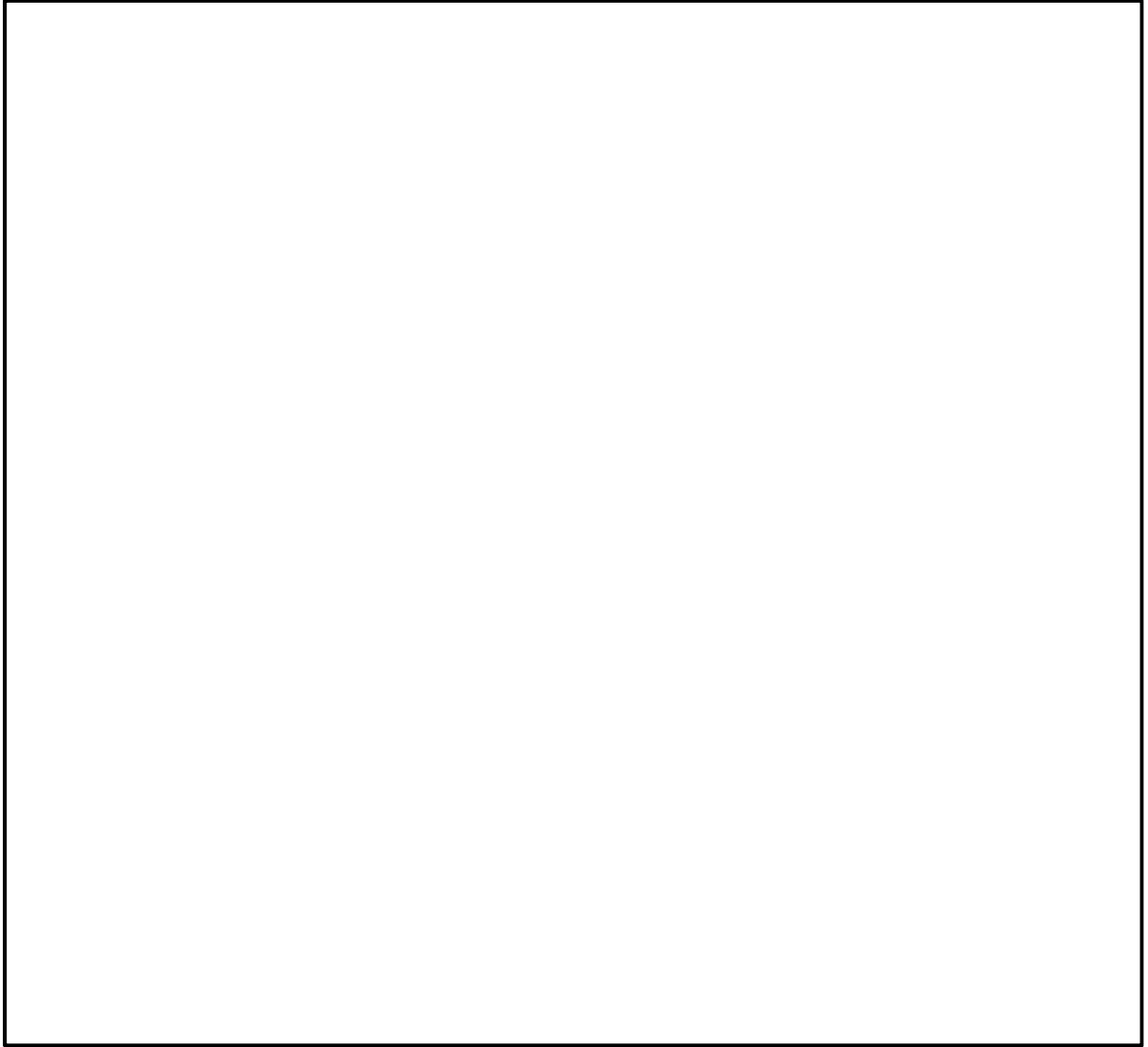
燃料取扱建屋は、E.L. □mの建屋基部からE.L. □mの床面までは鉄筋コンクリート造の壁式構造、E.L. □m柱脚部から上部は中間床を含めて3層の床面を有する鉄骨造の骨組構造とした建物である。本建物の平面規模はNS方向で約□m、EW方向で約□mである。また、鉄骨造の骨組構造部は屋根段差を有しており、柱脚部であるE.L. □mから屋根面までの高さはそれぞれ□m、□mである。

中間建屋は4層の主要床面を有する鉄筋コンクリート造の壁式構造を主体とした構造物である。本建物の平面規模はNS方向で約□m、EW方向で約□mであり、主要屋根面の基礎底面からの高さは□mである。

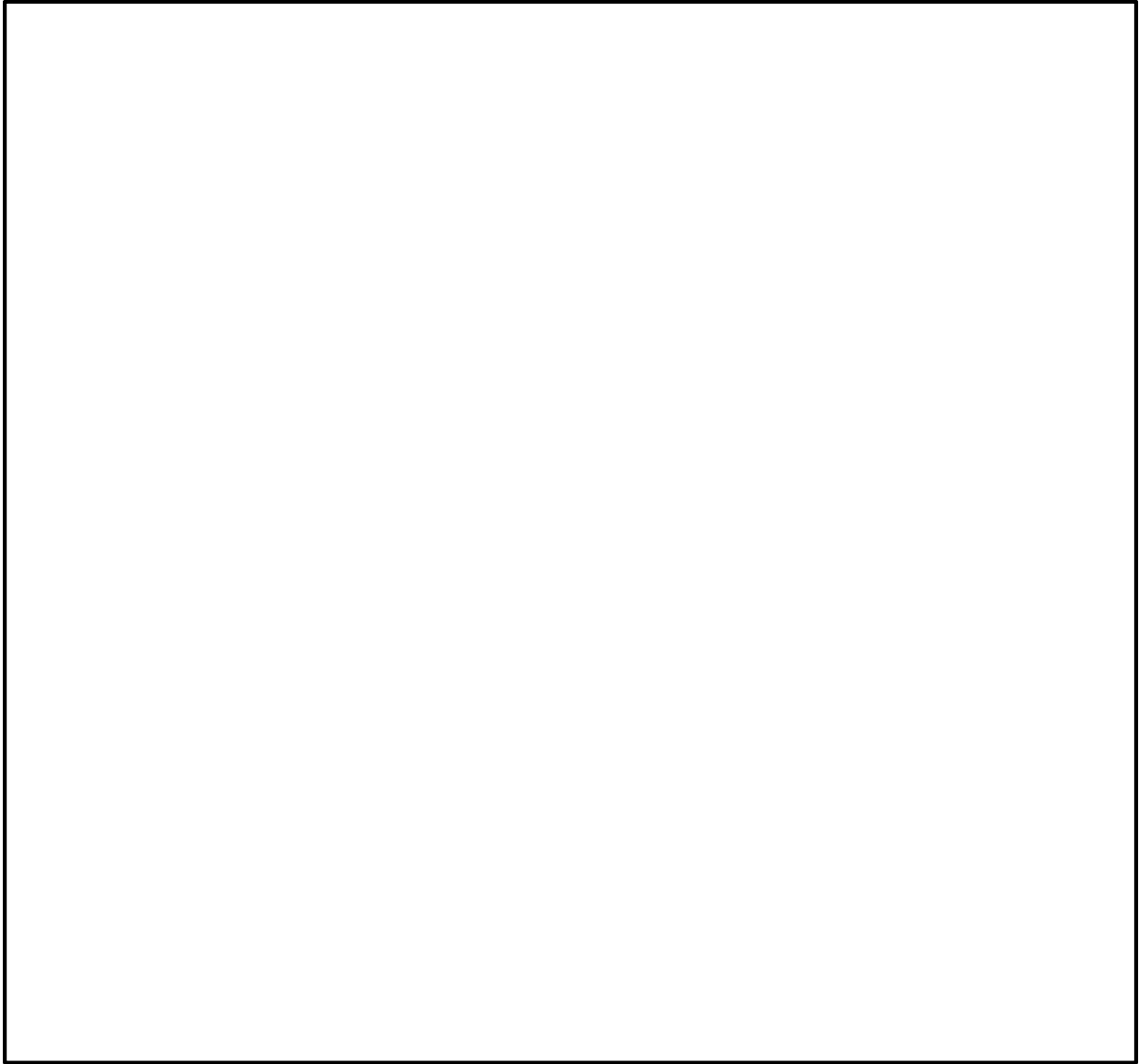
燃料取替用水タンク建屋は、1層からなる鉄筋コンクリート造の壁式構造及び鉄骨造の骨組構造の建物である。本建物の平面規模はNS方向で約□m、EW方向で約□mであり、主要屋根面の基礎底面からの高さは□mである。

ディーゼル発電機建屋は、4層の床面を有する鉄筋コンクリート造の壁式構造の建物である。本建物の平面規模はNS方向で約□m、EW方向で約□mであり、最高屋根面の基礎底面からの高さは□mである。

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の概略平面図及び概略断面図を第2-2図～第2-9図に示す。

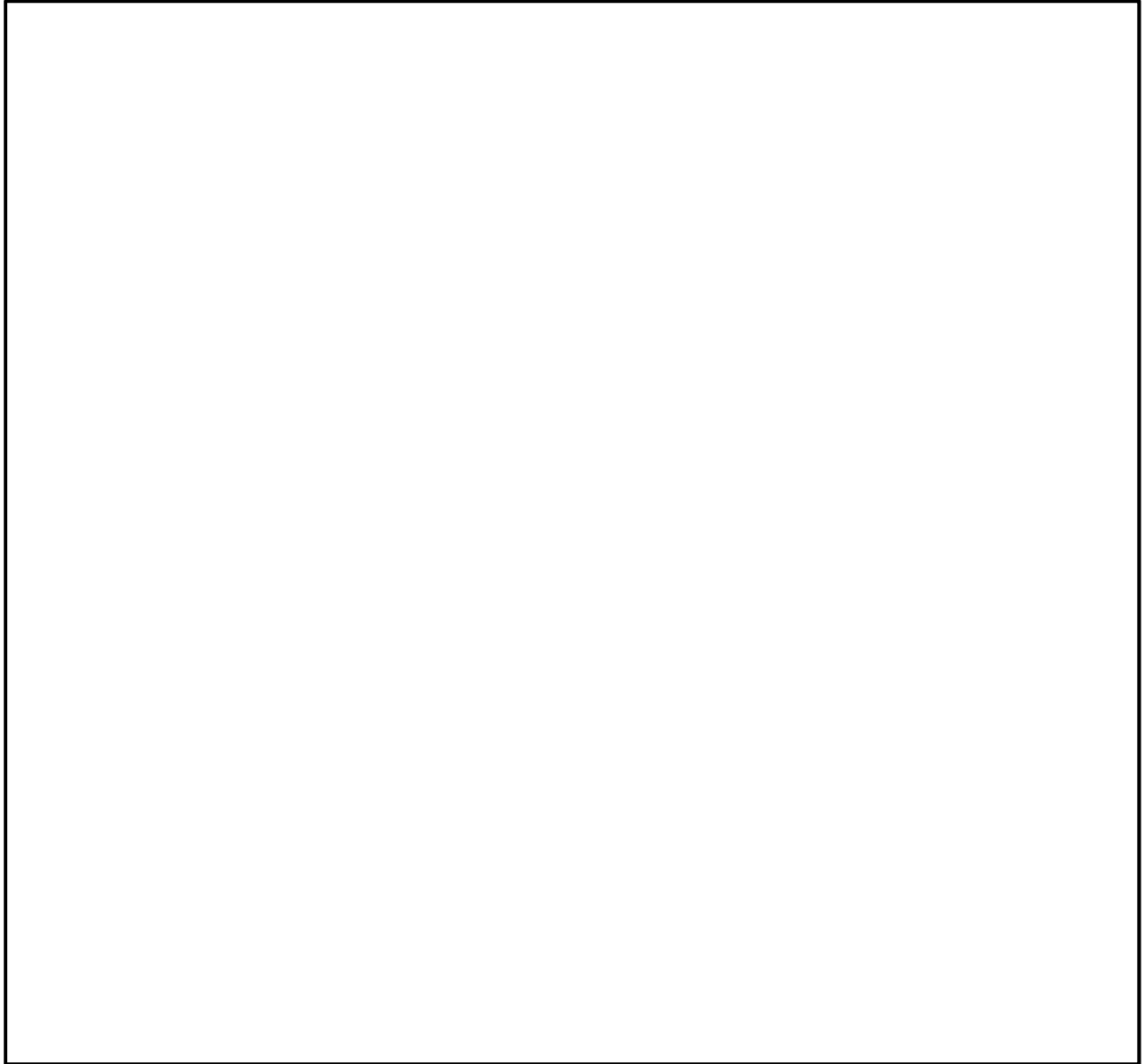


第2-2図 外部しゃへい建屋、外周建屋及び燃料取扱建屋の概略平面図
(E. L. m 付近)



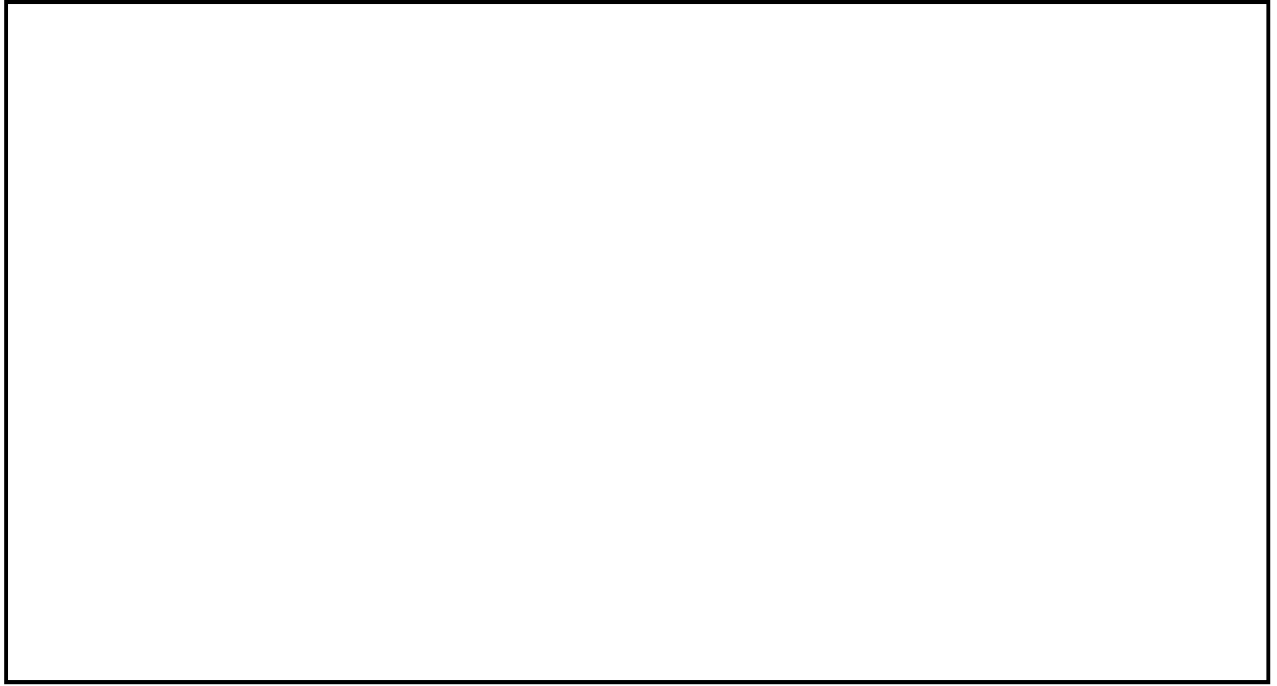
(a) A-A 断面

第 2-3 図 外部しゃへい建屋、外周建屋及び燃料取扱建屋の概略断面図 (1/2)

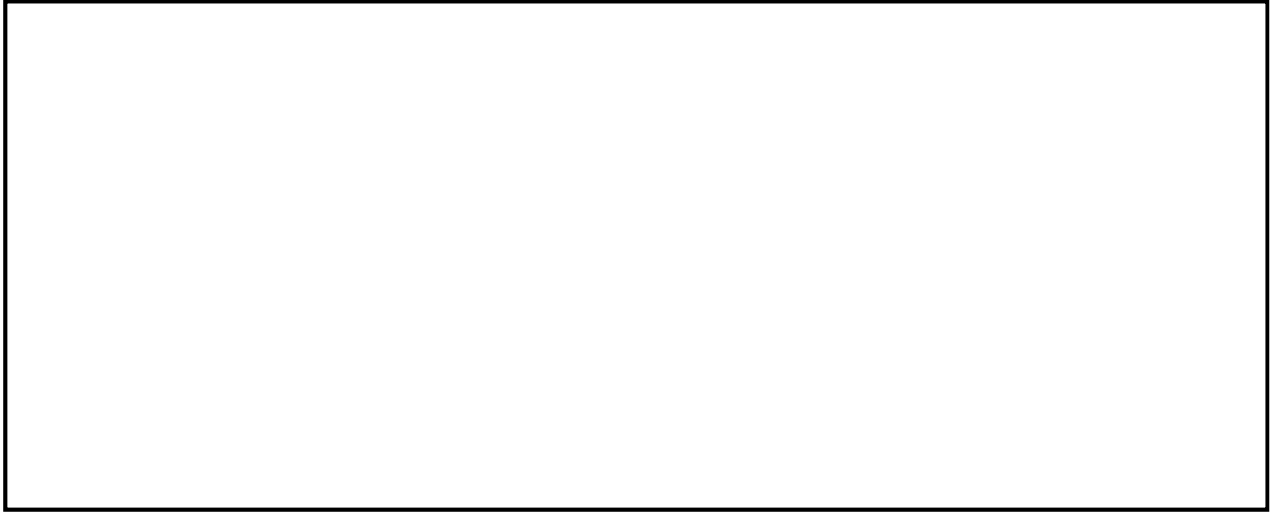


(b) B-B 断面

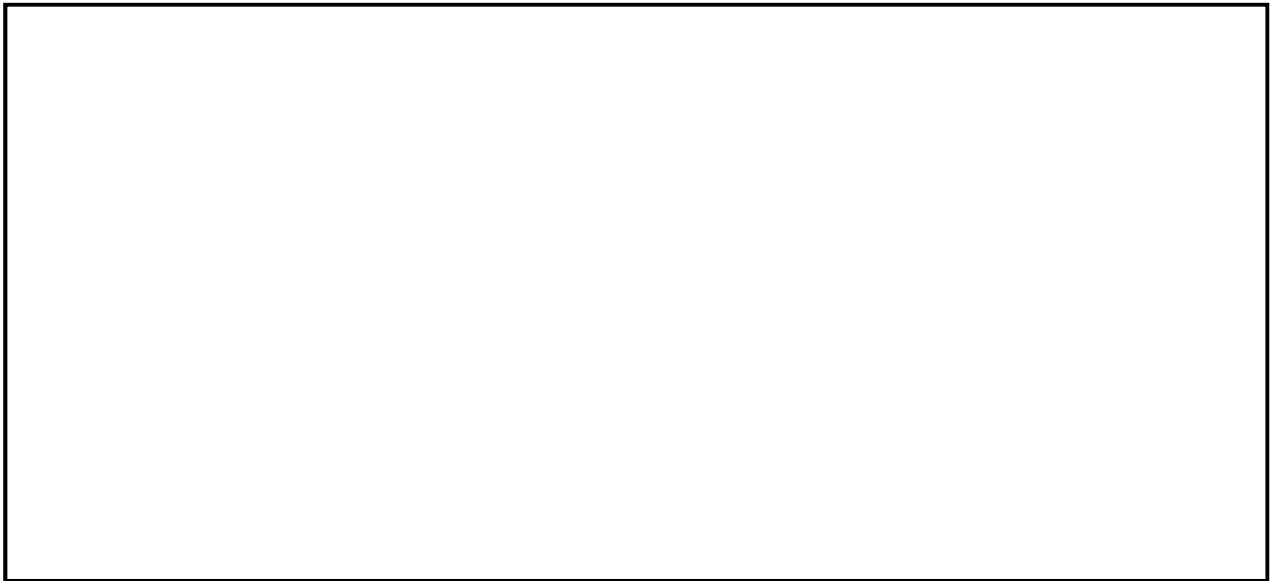
第 2-3 図 外部しゃへい建屋、外周建屋及び燃料取扱建屋の概略断面図 (2/2)



第 2-4 図 中間建屋の概略平面図 (E. L. m)

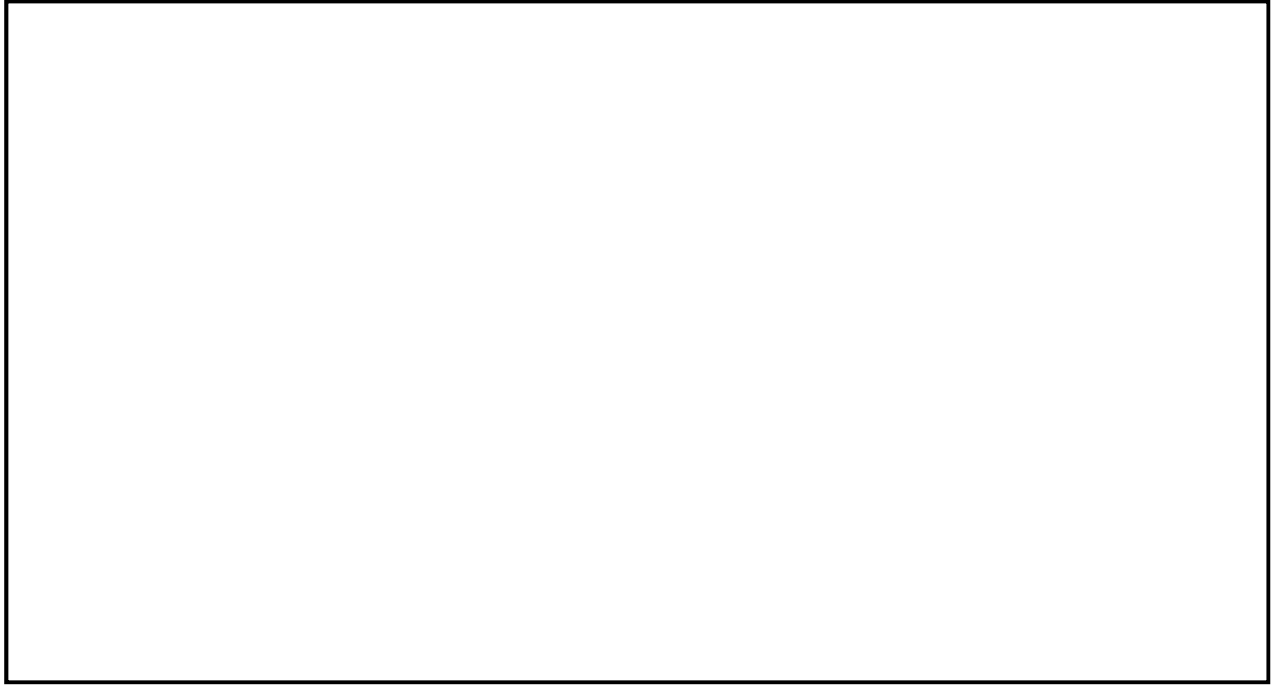


(a) A-A 断面



(b) B-B 断面

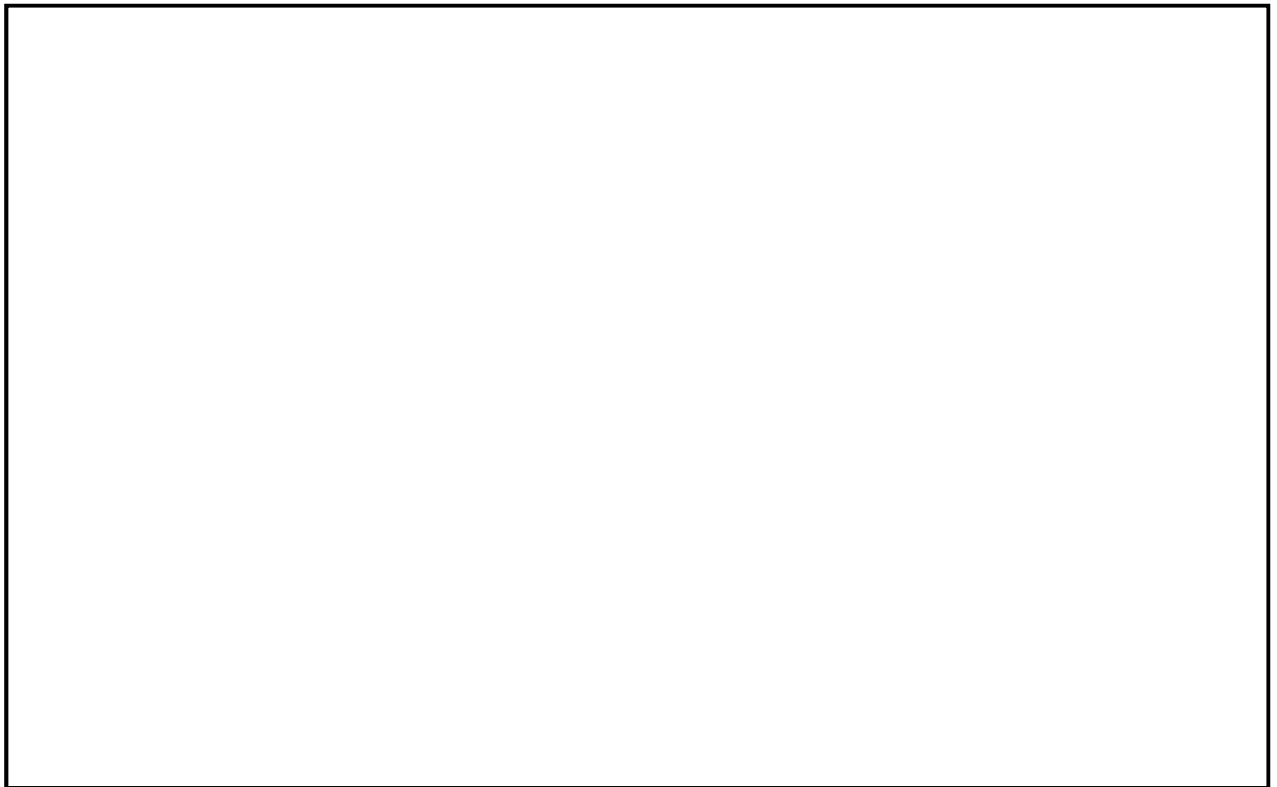
第 2-5 図 中間建屋の概略断面図



第2-6図 燃料取替用水タンク建屋の概略平面図(E. L. m)

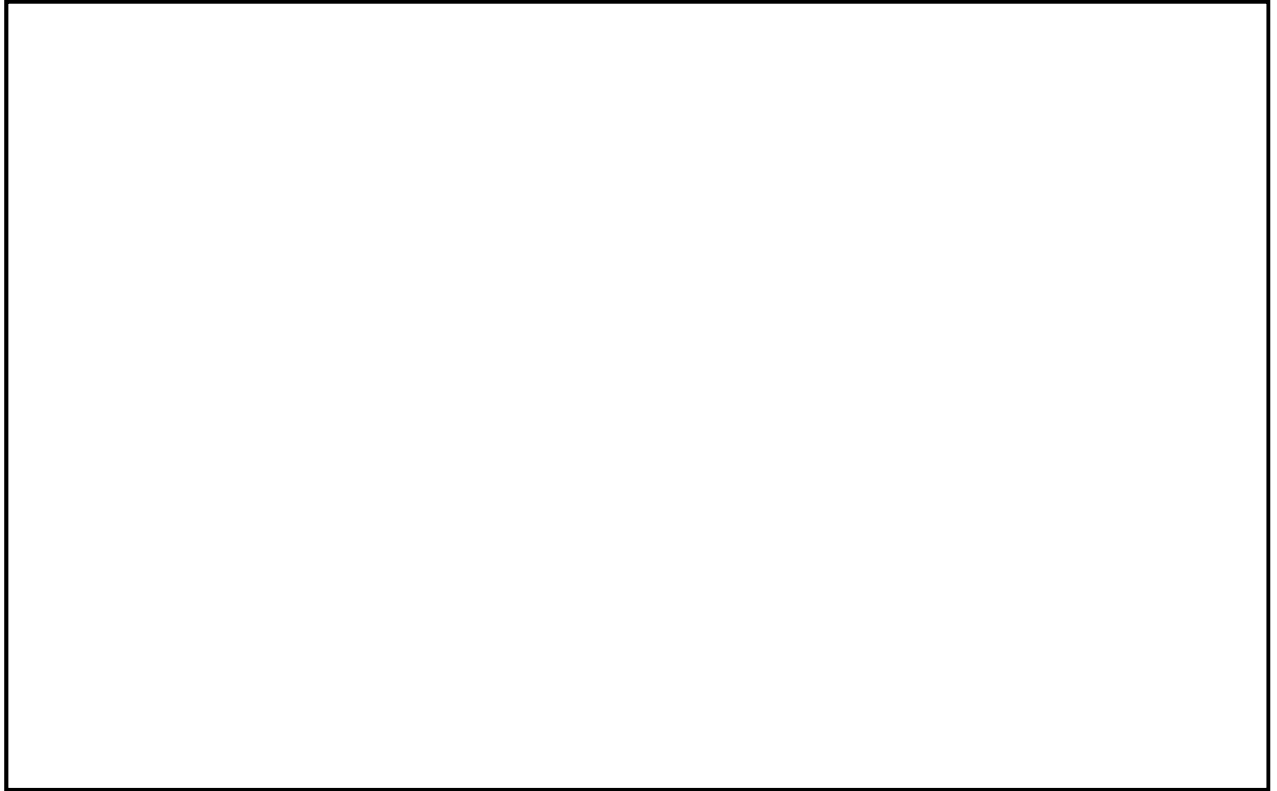


(a) A-A 断面



(b) B-B 断面

第 2-7 図 燃料取替用水タンク建屋の概略断面図



第2-8図 ディーゼル発電機建屋の概略平面図(E.L. □ m)



第2-9図 ディーゼル発電機建屋の概略断面図

2.3 評価方針

建屋の強度評価は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」にて設定している、荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、建屋の評価対象部位に作用する応力等が、許容限界を超えないことを「3. 強度評価方法」に示す方法及び評価条件を用いて計算し、「4. 強度評価結果」にて確認する。

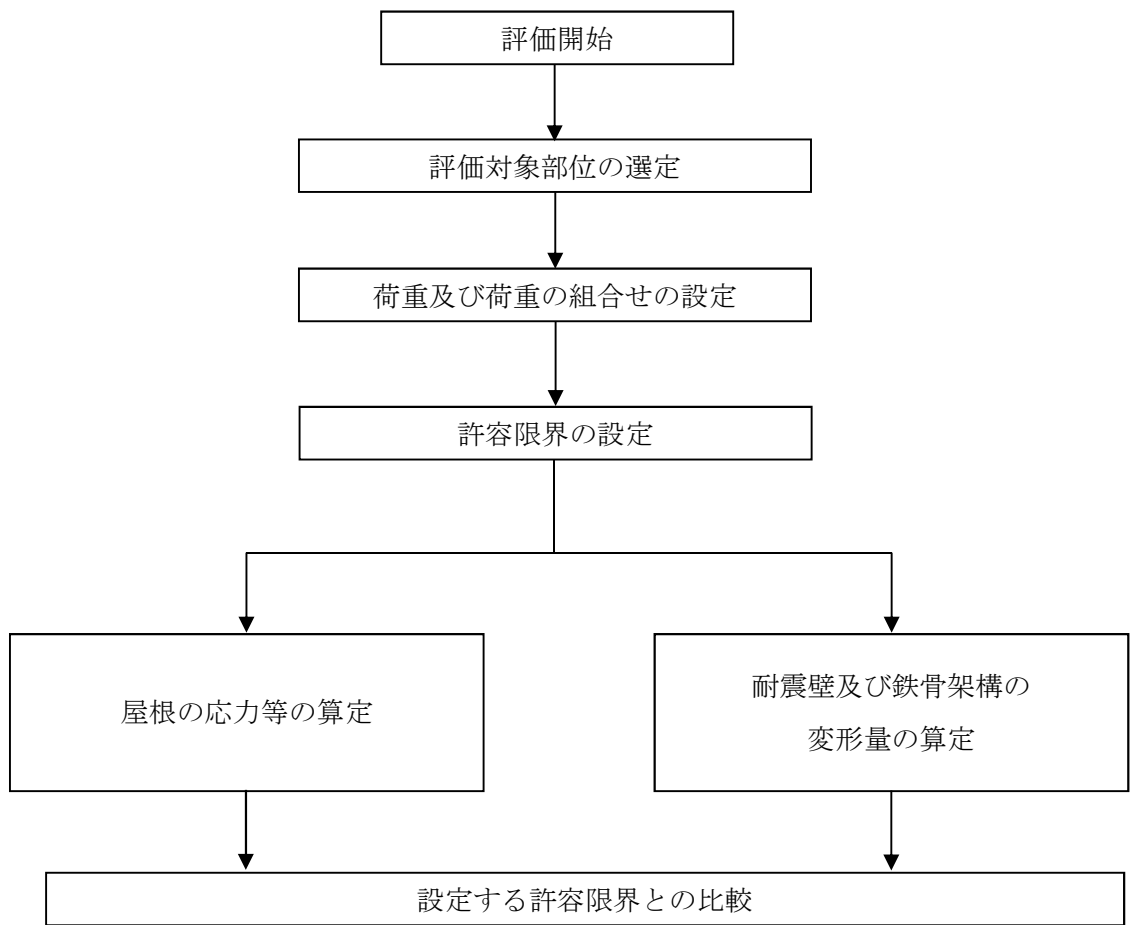
建屋の強度評価のフローを第 2-10 図に示す。

建屋の強度評価においては、その構造を踏まえ降下火砕物等堆積による鉛直荷重及びこれに組み合わせる荷重（以下「設計荷重」という）の作用方向及び伝達過程を考慮し、評価対象部位を選定する。

設計荷重は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に従い設定する。

各建屋の設計荷重に対しては、鉛直荷重に抵抗する評価対象部位として屋根を、水平荷重に抵抗する評価対象部位として耐震壁及び鉄骨架構を選定する。ここで、本資料では外部しゃへい建屋のシリンダー部を含めて「耐震壁」という。

許容限界は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」に従い設定する。



第2-10図 建屋の強度評価のフロー図

2.4 適用規格

適用する規格、規準、指針等を以下に示す。

- 建築基準法（昭和 25 年 5 月 24 日法律第 201 号）
- 建築基準法施行令（昭和 25 年 11 月 16 日政令第 338 号）
- 福井県建築基準法施行細則（昭和 47 年 4 月 25 日福井県規則第 41 号）
- 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会(1999)
- 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（社）日本建築学会(2005)
（以下「RC-N 規準」という）
- 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987」（社）日本電気協会
（以下「JEAG4601-1987」という）
- 「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版」（社）日本電気協会
（以下「JEAG4601-1991」追補版という）
- 「建築物荷重指針・同解説」（社）日本建築学会(2004)
- 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—」（社）日本建築学会(2005)
（以下「S 規準」という）
- 「各種合成構造設計指針・同解説」（社）日本建築学会(2010)

3. 強度評価方法

3.1 評価対象部位

建屋の評価対象部位は、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4.2 許容限界」に従って、屋根、耐震壁及び鉄骨架構とする。

各建屋において、鉛直荷重に抵抗する評価対象部位を以下のとおり選定する。屋根は、屋根スラブ及びそれを受ける梁について評価する。

- ・外部しゃへい建屋 : 屋根（ドーム部）
- ・外周建屋 : 屋根（屋根スラブ・梁）
- ・燃料取扱建屋 : 屋根（屋根スラブ・梁）
- ・中間建屋 : 屋根（屋根スラブ・梁）
- ・燃料取替用水タンク建屋 : 屋根（屋根スラブ・梁）
- ・ディーゼル発電機建屋 : 屋根（屋根スラブ・梁）

また、各建屋において、水平荷重に抵抗する評価対象部位を以下のとおり選定する。

- ・外部しゃへい建屋 : 耐震壁（シリンダー部）
- ・外周建屋 : 耐震壁
- ・燃料取扱建屋 : 耐震壁・鉄骨架構
- ・中間建屋 : 耐震壁・鉄骨架構
- ・燃料取替用水タンク建屋 : 耐震壁・鉄骨架構
- ・ディーゼル発電機建屋 : 耐震壁

3.2 荷重及び荷重の組合せ

強度評価においては、別添1-1「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.2.1 荷重の設定

(1) 常時作用する荷重 (F_d)

常時作用する荷重は、自重及び積載荷重とする。各建屋に対する常時作用する荷重を第3-1表に示す。

第3-1表 常時作用する荷重

		常時作用する荷重(N/m ²)
外部しゃへい建屋	ドーム部	
外周建屋	屋根スラブ	
	梁	
燃料取扱建屋	屋根スラブ	
	梁	
中間建屋	屋根スラブ	
	梁	
燃料取替用水タンク建屋	屋根スラブ	
	梁	
ディーゼル発電機建屋	屋根スラブ	
	梁	

※1：梁の自重は集中荷重、線荷重として別途考慮し、 F_d には含めていない。(第3-13図参照)

※2：梁の自重は面荷重として考慮し、 F_d に含む。

※3：梁の自重のうち、二次部材の梁の自重は面荷重として考慮し、 F_d に含む。一次部材の梁の自重は線荷重として別途考慮し、 F_d には含めていない。(第3-19図参照)

(2) 積雪荷重(F_s)

積雪荷重は、福井県建築基準法等施行細則により定められた大飯郡の垂直積雪量 100cm として設定し、積雪量 1cm ごとに 30N/m^2 の積雪荷重が作用することとし設定する。積雪荷重を第 3-2 表に示す。

第 3-2 表 積雪荷重

積雪荷重 F_s (N/m^2)
3,000

(3) 降下火砕物堆積による鉛直荷重 (F_v)

降下火砕物堆積による鉛直荷重は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4.1 荷重及び荷重の組合せ」に示す降下火砕物による荷重を踏まえて、降下火砕物の堆積量を 27cm とし、堆積量 1cm ごとに 150N/m^2 の鉛直荷重が作用することとし設定する。降下火砕物堆積による単位面積当たりの鉛直荷重を第 3-3 表に示す。

第 3-3 表 降下火砕物堆積による鉛直荷重

降下火砕物堆積による鉛直荷重 F_v (N/m^2)
4,050

(4) 風荷重 (W)

風荷重の算出に用いる記号を第3-4表のとおり定義する。基準風速は32m/sとする。

第3-4表 風荷重の算出に用いる記号

記号	単位	定義
A	m ²	受風面積 (風向に垂直な面に投影した面積)
C	—	風力係数
E'	—	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
E _r	—	建設省告示第1454号の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表わす係数
G	—	ガスト影響係数
H	m	全高
q	N/m ²	速度圧
V _D	m/s	基準風速
W	N	風荷重
Z _b	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
Z _G	m	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値
α	—	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数値

風荷重 W は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1(3)c. 水平荷重」に示す以下の式に従い算出する。全高 H が Z_b (5m) を超えるため、H が Z_b を超える場合の式を用いる。風荷重 W の算出は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数 C 及び受風面積 A に基づき実施し、風荷重 W の算出に用いる受風面積算定において、隣接する建屋の遮断効果は保守的に考慮しない。

$$W = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha$$

風荷重の算出条件を第3-5表に、各建屋の風力係数及び受風面積を第3-6表～第3-11表に示す。

第3-5表 風荷重の算出条件

施設名称	基準風速 V_D (m/s)	全高 H (m)	Z_G (m)	α	ガスト 影響係数 G	設計用 速度圧 q (N/m ²)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部しゃへい建屋 ・ 外周建屋 ・ 燃料取扱建屋 ・ 中間建屋 ・ 燃料取替用水タンク建屋 ・ ディーゼル発電機建屋 	32	<input type="text"/> ※1	350	0.15	2.20※2	2,650

※1：保守的に、評価対象建屋のうち最も高い外部しゃへい建屋の最高高さ（E.L. m）と地面の高さ（E.L. m）の差を、全建物に対する係数として採用

※2：建築基準法施行令第87条第4項の規定及び平成12年5月31日建設省告示第1454号第1第3項の表のうち、該当地表面粗度区分Ⅱにおける最大値を採用

第3-6表 外部しゃへい建屋の風力係数及び受風面積(1/2)

(1)NS 方向

部材 番号※ ¹	高さ E. L. (m)	形状	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
			風 上	風 下	風 上	風 下
OS ³²		球形	0.55	-	11.1	11.1
OS ³¹		球形	0.55	-	32.1	32.1
OS ³⁰		球形	0.55	-	87.9	87.9
OS ²⁹		球形	0.55	-	156.0	156.0
OS ²⁸		球形	0.55	-	220.6	220.6
OS ²⁷		球形	0.55	-	263.5	263.5
OS ²⁶		球形	0.55	-	233.0	233.0
OS ²⁵		円筒形	0.55	-	249.3	249.3
OS ²⁴		円筒形	0.55	-	263.3	263.3
OS ²³		矩形	0.8	-0.4	351.6	351.6
OS ²²		矩形	0.8	-0.4	362.3	362.3
OS ²¹ ※ ²		矩形	0.8	-0.4	255.1	255.1
OS ²⁰ ※ ²		矩形	0.8	-0.4	240.6	240.6
OS ¹⁹ ※ ²		矩形	0.8	-0.4	220.3	115.9
OS ¹⁸ ※ ²		矩形	0.8	-0.4	202.9	0
OS ¹⁷ ※ ²		矩形	0.8	-0.4	504.3	0

※¹ : 「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

※² : 部材 OS¹⁷~²¹については、外周建屋と一体であることから、風荷重をせん断剛性の比率で負担させる。

第3-6表 外部しゃへい建屋の風力係数及び受風面積(2/2)

(2)EW 方向

部材 番号※1	高さ E. L. (m)	形状	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
			風 上	風 下	風 上	風 下
OS32		球形	0.55	-	11.1	11.1
OS31		球形	0.55	-	32.1	32.1
OS30		球形	0.55	-	87.9	87.9
OS29		球形	0.55	-	156.0	156.0
OS28		球形	0.55	-	220.6	220.6
OS27		球形	0.55	-	263.5	263.5
OS26		球形	0.55	-	233.0	233.0
OS25		円筒形	0.55	-	249.3	249.3
OS24		円筒形	0.55	-	263.3	263.3
OS23		矩形	0.8	-0.4	295.9	295.9
OS22		矩形	0.8	-0.4	308.1	308.1
OS21※2		矩形	0.8	-0.4	230.9	168.1
OS20※2		矩形	0.8	-0.4	217.8	97.5
OS19※2		矩形	0.8	-0.4	199.4	89.3
OS18※2		矩形	0.8	-0.4	183.6	56.0
OS17※2		矩形	0.8	-0.4	456.5	139.2

※1：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

※2：部材 OS17～21については、外周建屋と一体であることから、風荷重をせん断剛性の比率で負担させる。

第3-7表 外周建屋の風力係数及び受風面積

(1)NS 方向

部材 番号 ^{※1}	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
EB ³⁷ ^{※2}		0.8	-0.4	255.1	255.1
EB ³⁶ ^{※2}		0.8	-0.4	240.6	240.6
EB ³⁵ ^{※2}		0.8	-0.4	220.3	115.9
EB ³⁴ ^{※2}		0.8	-0.4	202.9	0
EB ³³ ^{※2}		0.8	-0.4	504.3	0

※1:「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

※2:部材 EB³³~³⁷については、外部しゃへい建屋と一体であることから、
風荷重をせん断剛性の比率で負担させる。

(2)EW 方向

部材 番号 ^{※1}	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
EB ³⁷ ^{※2}		0.8	-0.4	230.9	168.1
EB ³⁶ ^{※2}		0.8	-0.4	217.8	97.5
EB ³⁵ ^{※2}		0.8	-0.4	199.4	89.3
EB ³⁴ ^{※2}		0.8	-0.4	183.6	56.0
EB ³³ ^{※2}		0.8	-0.4	456.5	139.2

※1:「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

※2:部材 EB³³~³⁷については、外部しゃへい建屋と一体であることから、
風荷重をせん断剛性の比率で負担させる。

第3-8表 燃料取扱建屋の風力係数及び受風面積

(1)NS 方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
FHB43(S)		0.8	-0.4	82.08	82.08
FHB42(S)		0.8	-0.4	316.78	316.78
FHB41(S)		0.8	-0.4	416.15	416.15
FHB40		0.8	-0.4	683.64	223.86

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW 方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
FHB43(S)		0.8	-0.4	92.22	92.22
FHB42(S)		0.8	-0.4	140.53	140.53
FHB41(S)		0.8	-0.4	133.18	133.18
FHB40		0.8	-0.4	214.79	173.59

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第3-9表 中間建屋の風力係数及び受風面積

(1)NS 方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
IB7(S)		0.8	-0.4	125.30	125.30
IB6		0.8	-0.4	210.37	210.37
IB4		0.8	-0.4	26.28	26.28
IB3		0.8	-0.4	52.87	52.87
IB2		0.8	-0.4	343.46	343.46
IB1		0.8	-0.4	458.78	283.29

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-23図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW 方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
IB4		0.8	-0.4	196.49	196.49
IB3		0.8	-0.4	147.37	147.37
IB2		0.8	-0.4	192.28	192.28
IB1		0.8	-0.4	256.84	256.84

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-23図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第3-10表 燃料取替用水タンク建屋の風力係数及び受風面積

(1)EW方向※¹

部材 番号※ ²	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
RWSTB ³ (S)		0.8	-0.4	89.60	89.60
RWSTB ²		0.8	-0.4	142.55	142.55
RWSTB ¹		0.8	-0.4	189.22	189.22

※¹：燃料取替用水タンク建屋は、NS、EW 方向の復元力特性が同じであることから、受風面積の大きな EW 方向で代表する。

※²：「3.4.2 耐震壁」の第3-24図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第3-11表 ディーゼル発電機建屋の風力係数及び受風面積

(1)NS方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
DGB ⁴		0.8	-0.4	19.04	19.04
DGB ³		0.8	-0.4	38.25	38.25
DGB ²		0.8	-0.4	143.21	143.21

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-25図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW方向

部材 番号※	高さ E. L. (m)	風力係数 C		受風面積 A (m ²)	
		風 上	風 下	風 上	風 下
DGB ⁴		0.8	-0.4	49.50	49.50
DGB ³		0.8	-0.4	99.45	99.45
DGB ²		0.8	-0.4	182.91	182.91

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-25図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

3.2.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、建屋の評価対象部位ごとに設定する。

建屋に水平方向の風荷重が作用すると、屋根に対し、鉛直上向きの荷重が働き、鉛直下向きの荷重が低減されるため、保守的に、風による鉛直方向の荷重は考慮しない。

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の評価に用いる荷重の組合せを第3-12表に示す。

第3-12表 荷重の組合せ

施設分類	施設名称	評価対象部位	荷 重
建 屋	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部しゃへい建屋 ・ 外周建屋 ・ 燃料取扱建屋 ・ 中間建屋 ・ 燃料取替用水タンク建屋 ・ ディーゼル発電機建屋 	屋根 (ドーム部 屋根スラブ 梁)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 F_d ・ 積雪荷重 F_s ・ 降下火砕物堆積による鉛直荷重 F_v
		耐震壁 (シリンダー部を含む) 鉄骨架構	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時作用する荷重 F_d ・ 積雪荷重 F_s ・ 降下火砕物堆積による鉛直荷重 F_v ・ 風荷重 W

3.3 許容限界

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の許容限界は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「4.2 許容限界」に従って、「3.1 評価対象部位」にて設定している建屋の評価対象部位ごとに設定する。

建屋の評価対象部位の許容限界及び評価基準値を第 3-13 表～第 3-18 表に、使用材料の許容応力度を第 3-19 表～第 3-21 表に示す。

第3-13表 外部しゃへい建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位	機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	ドーム部	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1
遮蔽性	遮蔽体の損傷により遮蔽性を損なわないこと	ドーム部	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが遮蔽性を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※2
気密性	換気性能とあいまって気密性を維持すること	耐震壁 (シリンダー部)	最大せん断ひずみが気密性を維持するための許容限界を超えないことを確認	概ね弾性 (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持するための評価基準値をせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみとすることから、評価基準値としてせん断スケルトンカーブの第1折点のひずみを適用する。

第3-14表 外周建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			RC 梁		「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

第3-15表 燃料取扱建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第82条の2に規定された値を採用する。

第3-16表 中間建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
—	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものとして設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第82条の2に規定された値を採用する。

第3-17表 燃料取替用水タンク建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
-	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			S 梁		「S 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1
		鉄骨架構		層間変形角が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大層間変形角 1/30 (1/200) ※1※2

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

※2：建築基準法施行令第82条の2に規定された値を採用する。

第3-18表 ディーゼル発電機建屋の許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	部位		機能維持のための考え方	許容限界 (評価基準値)
-	内包する防護すべき施設に降下火砕物を堆積させない機能を維持すること	屋根	屋根スラブ	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
			RC 梁		「RC-N 規準」等における終局耐力 (短期許容応力度) ※1
		耐震壁		最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} (せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ) ※1

※1：許容限界は終局強度に対し妥当な安全余裕を有したものと設定することとし、評価基準値はさらなる安全余裕を考慮して短期許容応力度等とする。

第3-19表 鋼材の許容応力

建屋	種類	F 値 (N/mm ²)	短期		
			引張 (N/mm ²)	圧縮・曲げ (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
燃料取扱建屋	SS41 (SS400 相当)	235	235	235	135
中間建屋	SM50A (SM490A 相当)	325	325	325	187
燃料取替用水 タンク建屋	SM50A (SM490A 相当)	325	325	325	187

第3-20表 コンクリートの許容応力

建屋	設計基準強度 (N/mm ²)	短期	
		圧縮 (N/mm ²)	せん断 (N/mm ²)
外部しゃへい建屋	24.5	16.3	1.10
外周建屋	24.5	16.3	1.10
燃料取扱建屋	24.5	16.3	1.10
中間建屋	24.5	16.3	1.10
燃料取替用水 タンク建屋	24.5	16.3	1.10
ディーゼル発電機建屋	24.5	16.3	1.10

第3-21表 鉄筋の許容応力

建屋	種類	短期	
		引張・圧縮 (N/mm ²)	面外せん断補強 (N/mm ²)
外部しゃへい建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345
外周建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345
燃料取扱建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345
中間建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345
燃料取替用水 タンク建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345
ディーゼル発電機建屋	SD35 (SD345 相当)	345	345

3.4 評価方法

3.4.1 屋根

(1) ドーム部

外部しゃへい建屋のドーム部の応力評価は、別添 1-1 「火山への配慮が必要な施設の強度計算の方針」のうち「5. 強度評価方法」に基づき、応力解析モデルを用いて弾性応力解析を実施する。

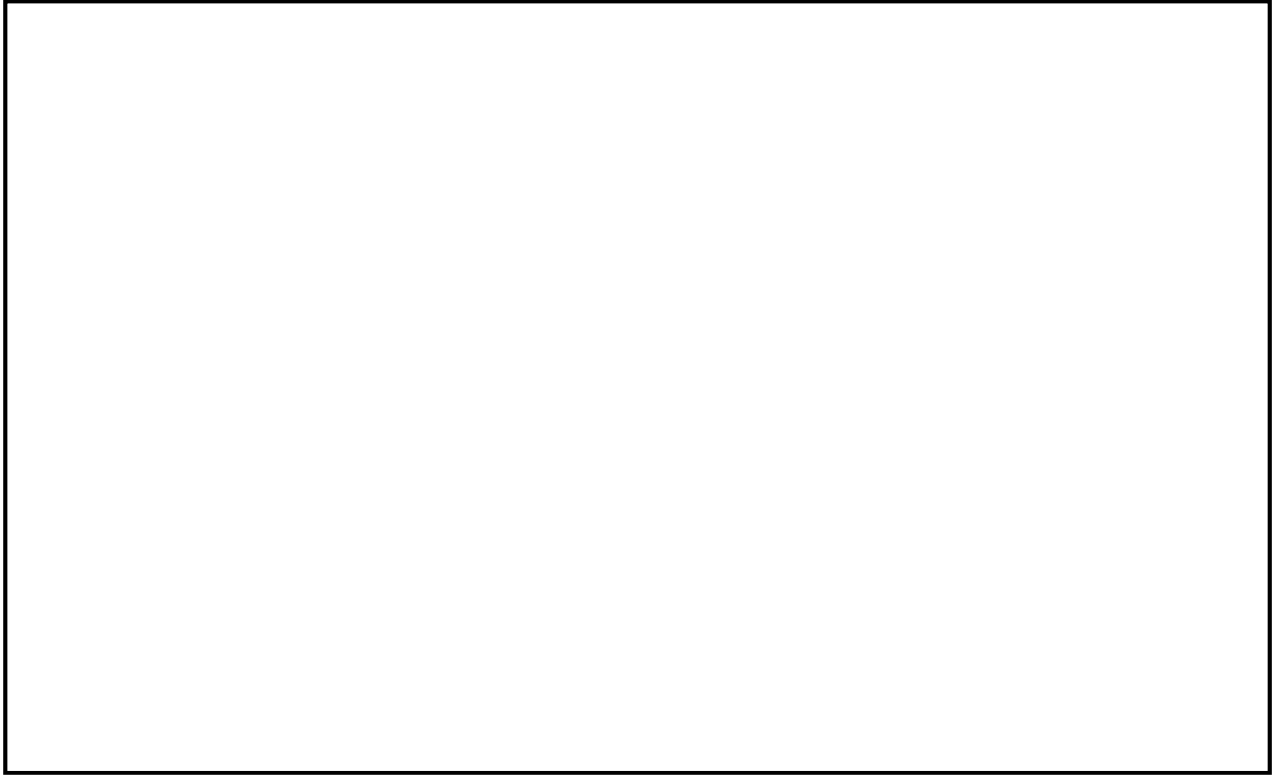
応力解析モデルについては、平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可された高浜発電所第 4 号機工事計画の資料 1 3-1 7-7-5 「外部しゃへい建屋の耐震計算書」で用いた 3 次元 FEM モデルと同一とする。応力解析モデルの概要図を第 3-1 図に示す。

軸力、曲げモーメント及び面内せん断力については、必要鉄筋量が配筋量を超えないことを確認する。必要鉄筋量(A)は、「RC-N 規準」に基づき、各要素の縦方向と横方向の軸力と曲げモーメントに対して必要となる片側鉄筋量 (A_t) を柱の許容応力度設計式を用いて算定し、これと面内せん断力に対して必要となる全鉄筋量 (A_s) (面内せん断力はすべて鉄筋で負担) より、下式によって算定する。

$$A = (2A_t + A_s) / 2$$

面外せん断力については、「RC-N 規準」に基づいて求めた短期許容せん断力を超えないことを確認する。

ドームの応力評価には解析コード「MIDAS Ver. 800」を、ドームの断面算定には解析コード「DSGN_RCMNINT Ver. 1.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。



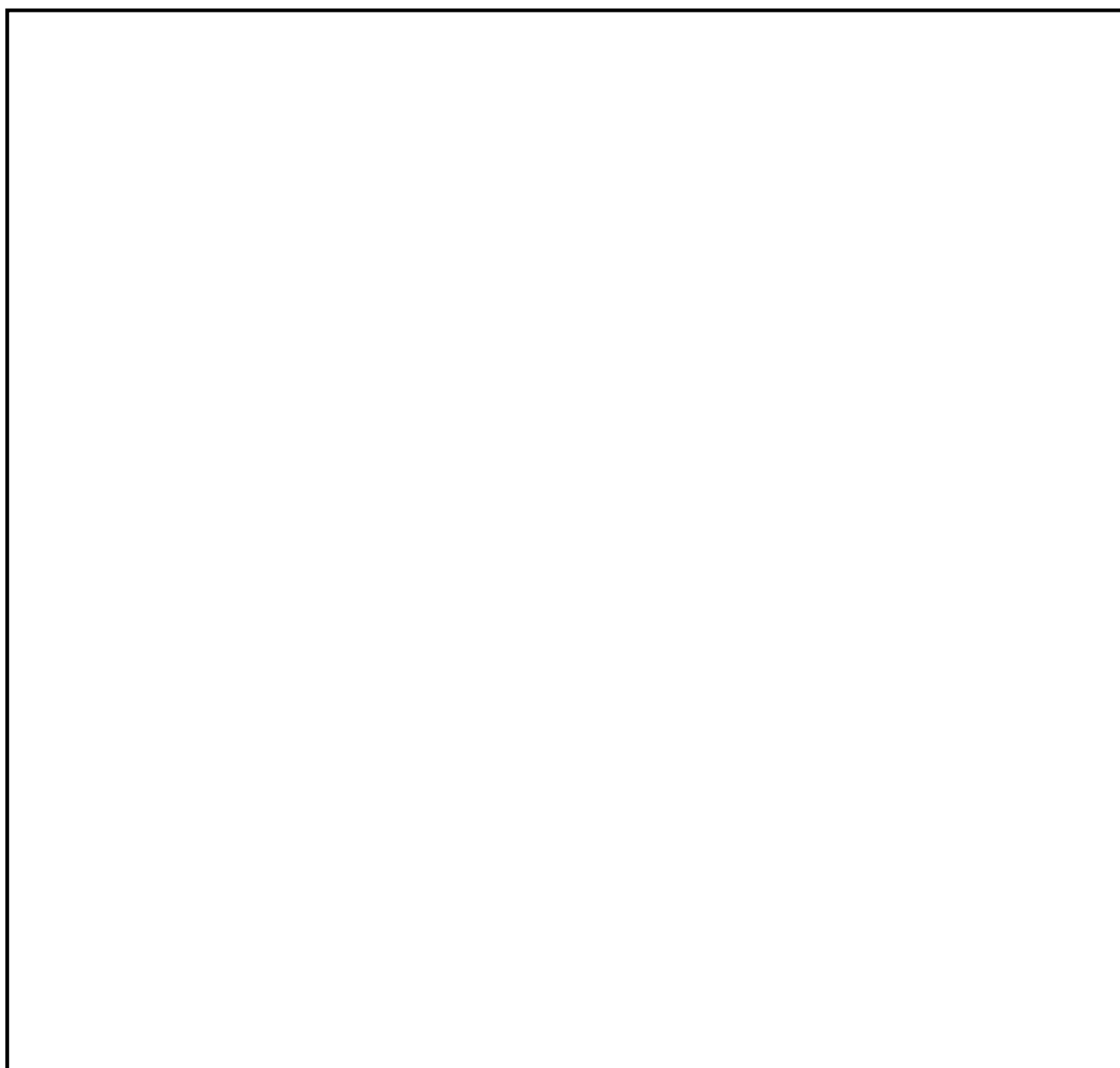
第3-1図 外部しゃへい建屋の応力解析モデルの概要図

(2) 屋根スラブ及び梁

曲げモーメント及び面外せん断力を算定し、部材に生じる応力が第 3-14 表～第 3-18 表の評価基準値（短期許容応力度）を超えないことを確認する。

a. 評価部材

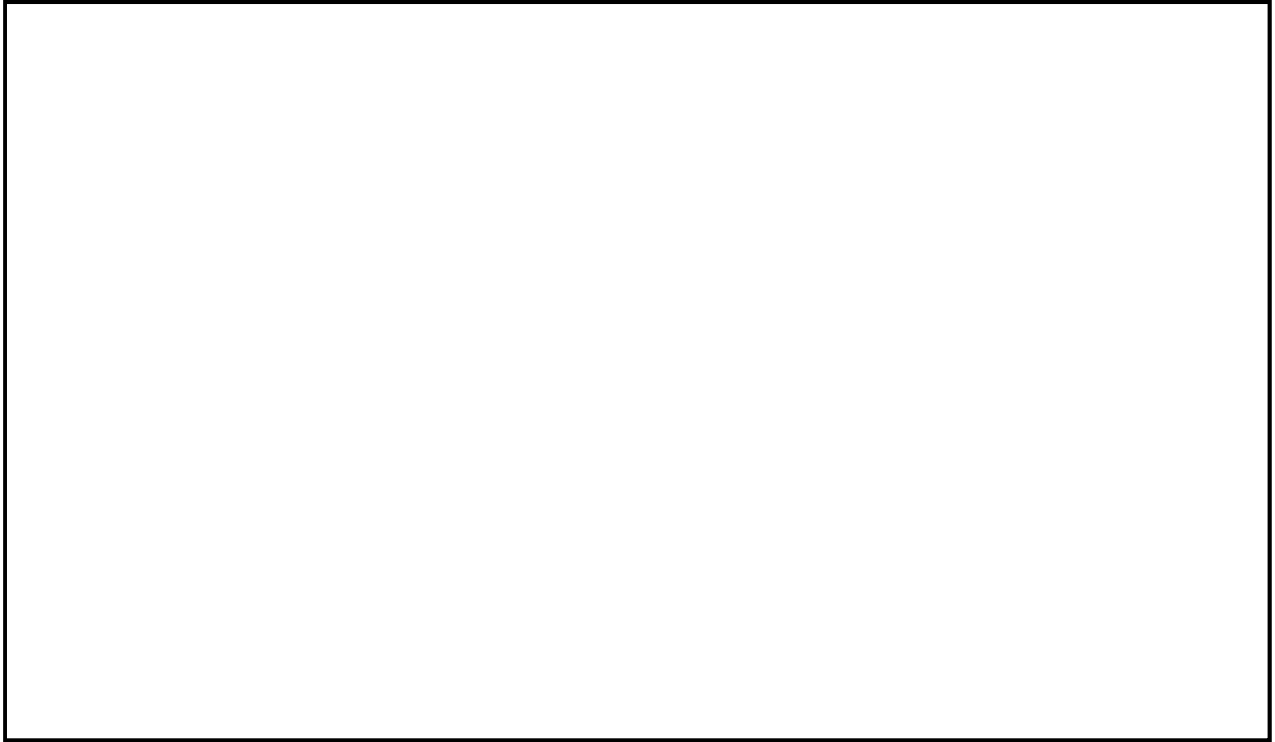
外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の屋根の評価結果については、降下火砕物等堆積時に発生する応力を考慮した際に、屋根スラブ及び梁の全ての部材のうち、評価基準値に対して発生する応力等の割合が最も大きくなる部材について、それぞれ記載する。記載する部材の位置を第 3-2 図～第 3-11 図に示す。



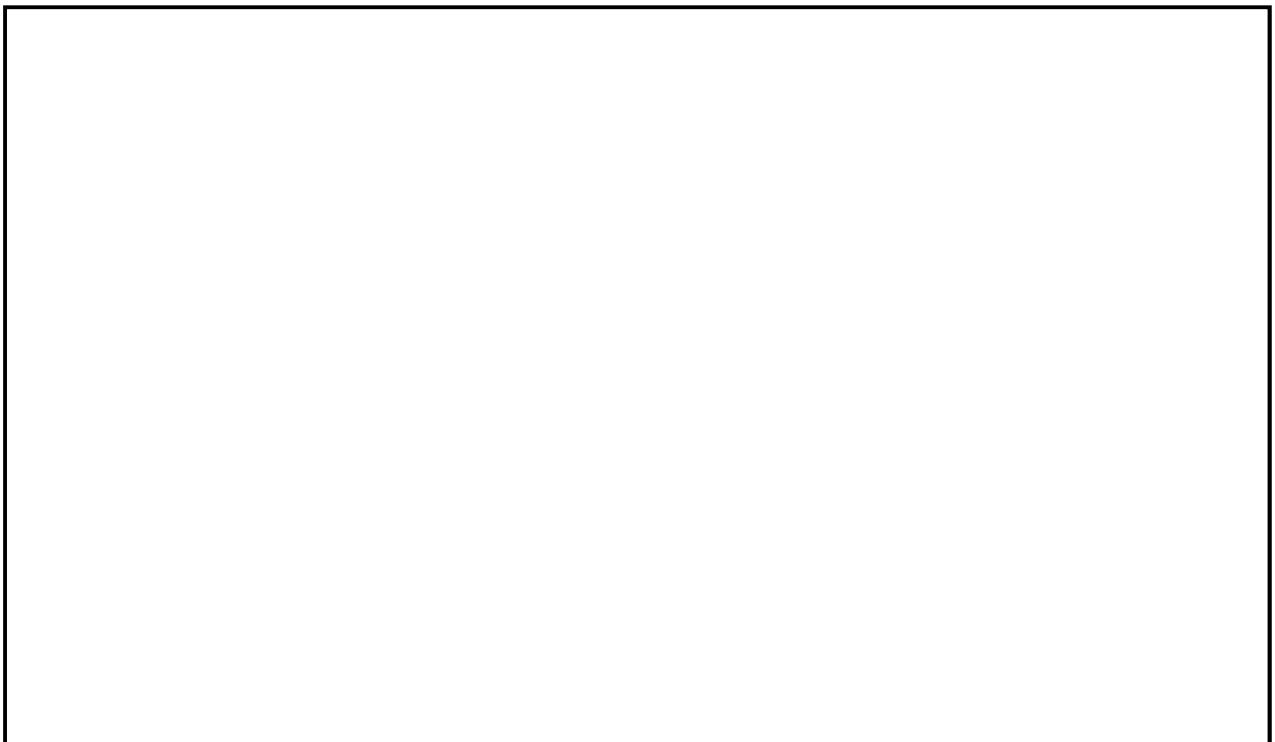
第 3-2 図 外周建屋 屋根スラブの評価を記載する部材の位置



第 3-3 図 外周建屋 梁の評価を記載する部材の位置



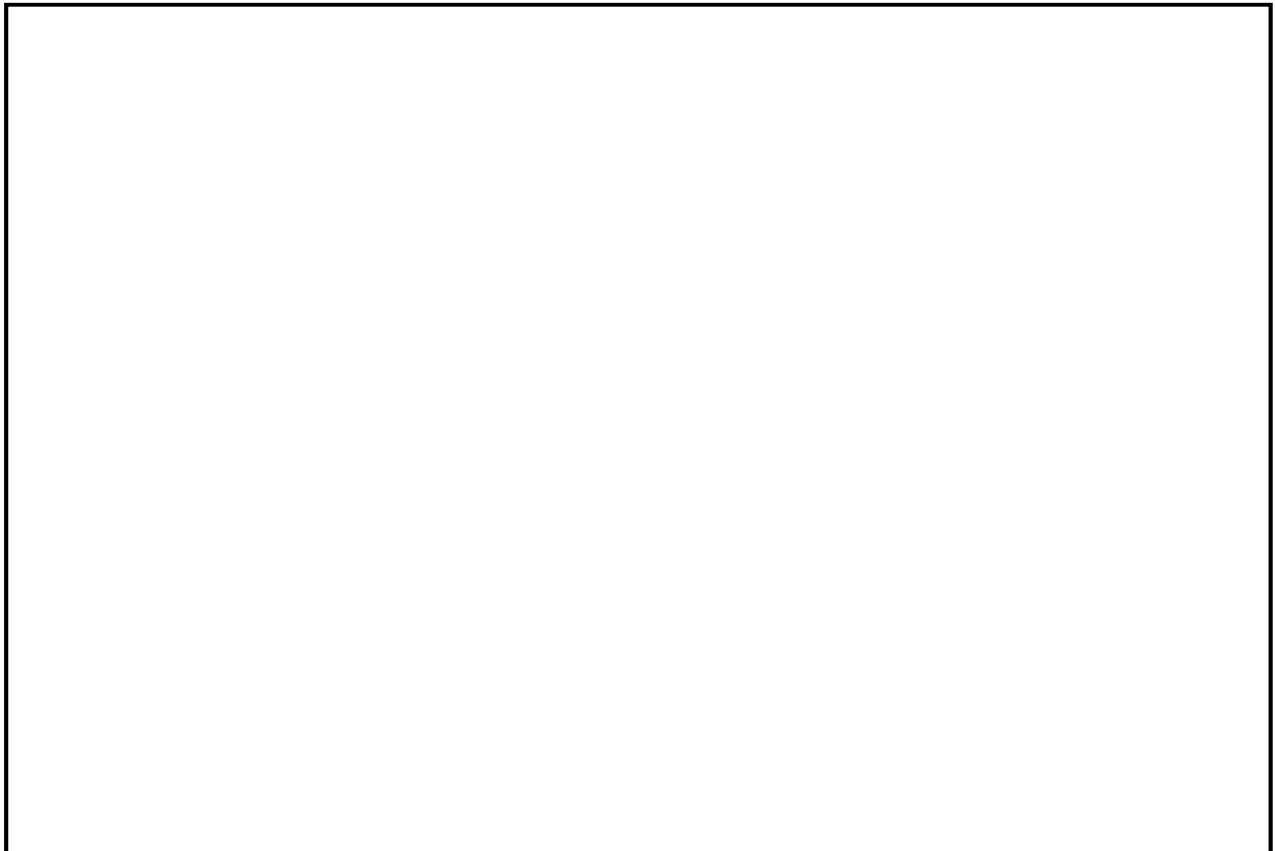
第3-4図 燃料取扱建屋 屋根スラブの評価を記載する部材の位置



第3-5図 燃料取扱建屋 梁の評価を記載する部材の位置



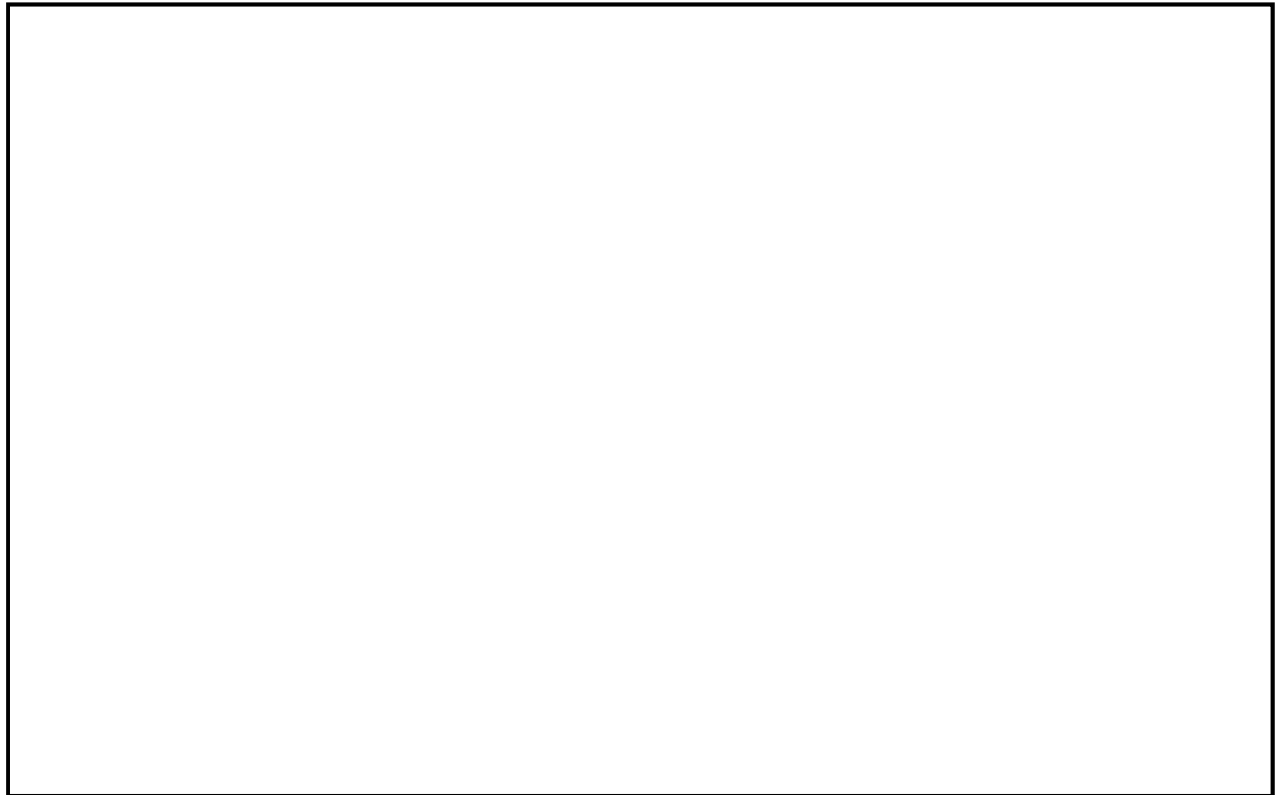
第3-6図 中間建屋 屋根スラブの評価を記載する部材の位置



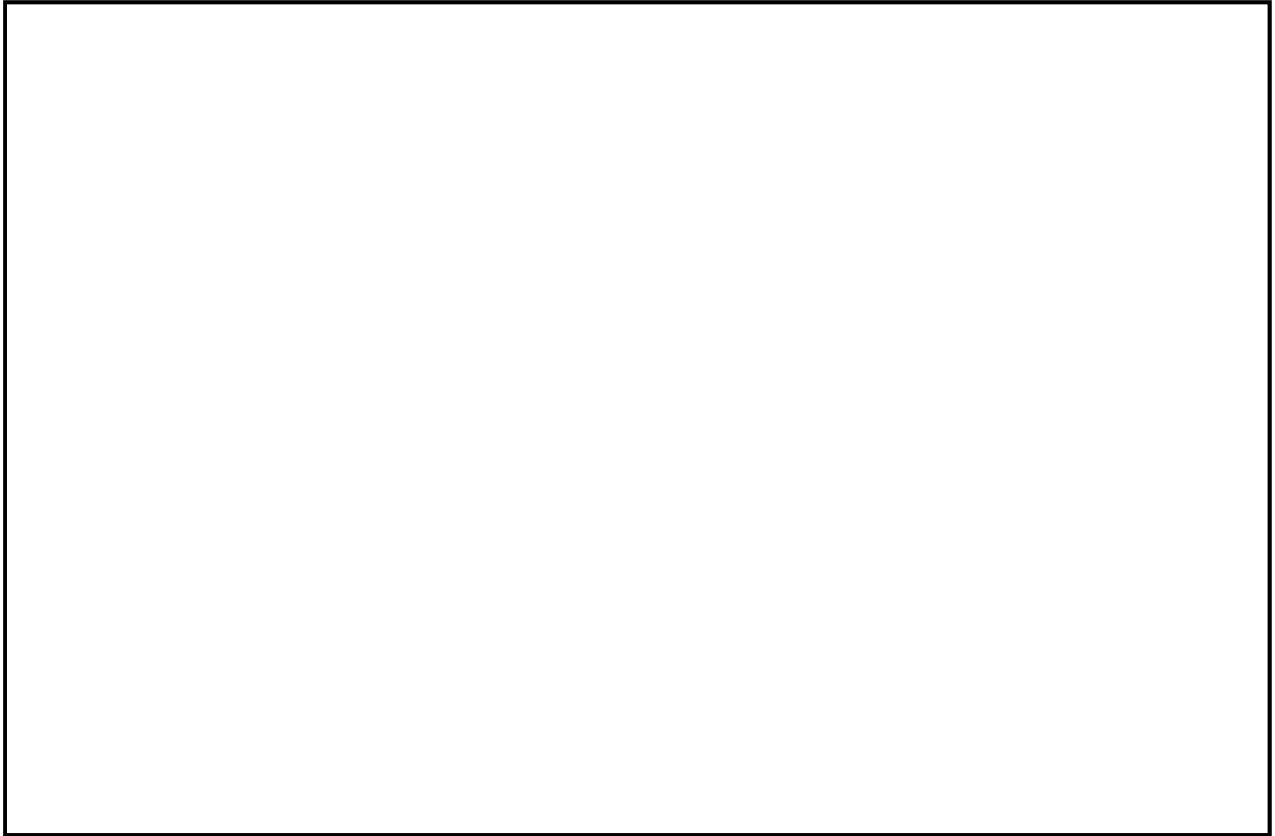
第3-7図 中間建屋 梁の評価を記載する部材の位置



第3-8図 燃料取替用水タンク建屋 屋根スラブの評価を記載する部材の位置



第3-9図 燃料取替用水タンク建屋 梁の評価を記載する部材の位置



第3-10図 ディーゼル発電機建屋 屋根スラブの評価を記載する部材の位置

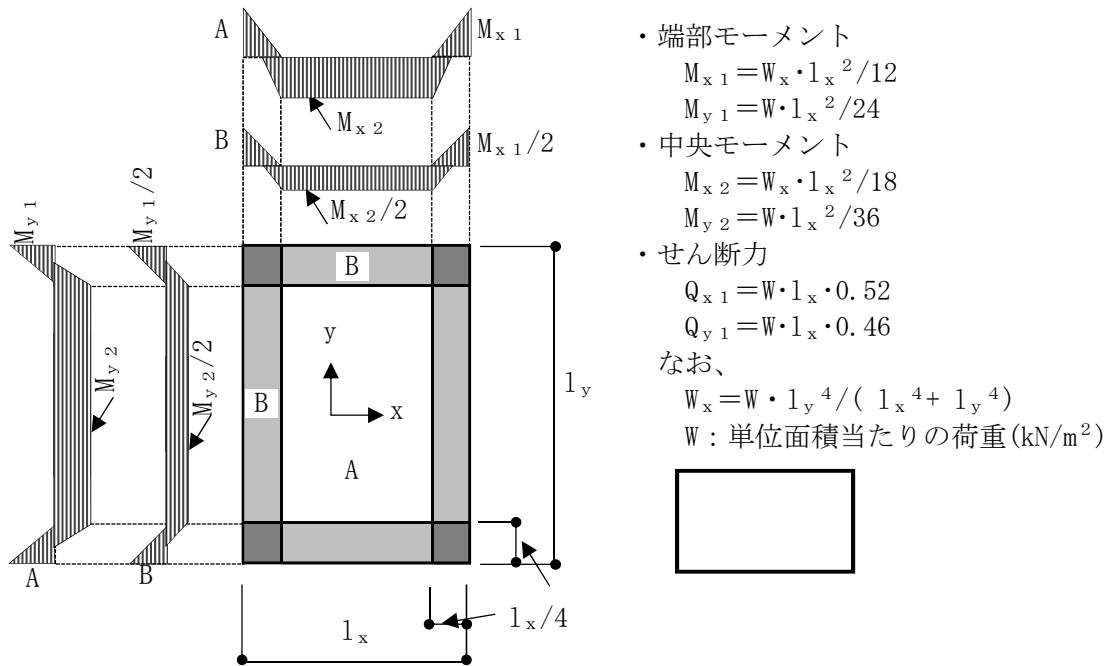


第3-11図 ディーゼル発電機建屋 梁の評価を記載する部材の位置

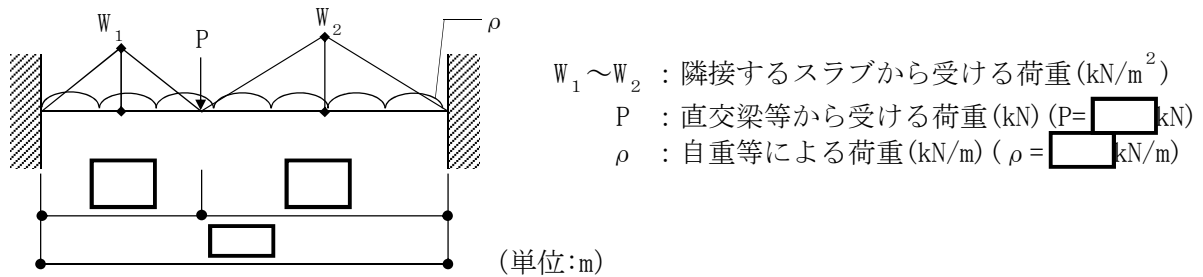
b. 応力評価モデル

前項において、評価結果を記載する部材として選定した各建屋の屋根スラブ及び梁の応力評価モデル図を第3-12図～第3-21図に示す。また、部材の評価条件を第3-22表～第3-31表に示す。

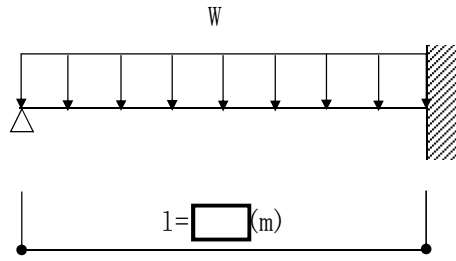
なお、外周建屋の梁の応力評価には解析コード「MIDAS Ver. 800」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



第3-12図 外周建屋 屋根スラブの評価モデル図



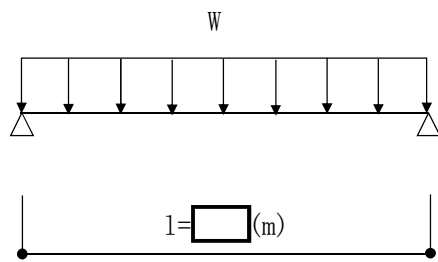
第3-13図 外周建屋 梁の評価モデル図



- ・端部モーメント
 $M_E = (W \cdot l^2) / 8$
- ・端部せん断力
 $Q_E = (W \cdot l) \cdot 5/8$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)

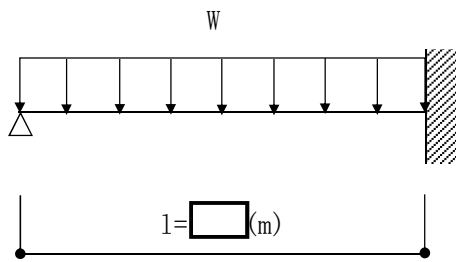
第 3-14 図 燃料取扱建屋 屋根スラブの評価モデル図



- ・中央モーメント
 $M_C = (W \cdot a \cdot l^2) / 8$
- ・端部せん断力
 $Q_E = (W \cdot a \cdot l) / 2$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)
 a : 支配幅 (m)

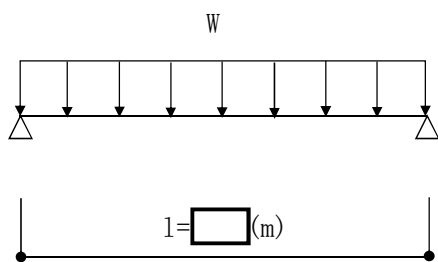
第 3-15 図 燃料取扱建屋 梁の評価モデル図



- ・端部モーメント
 $M_E = (W \cdot l^2) / 8$
- ・端部せん断力
 $Q_E = (W \cdot l) \cdot 5/8$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)

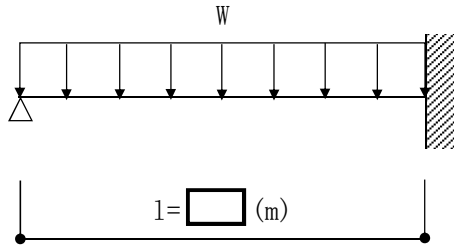
第 3-16 図 中間建屋 屋根スラブの評価モデル図



- ・中央モーメント
 $M_C = (W \cdot a \cdot l^2) / 8$
- ・端部せん断力
 $Q_E = (W \cdot a \cdot l) / 2$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)
 a : 支配幅 (m)

第 3-17 図 中間建屋 梁の評価モデル



- ・ 端部モーメント

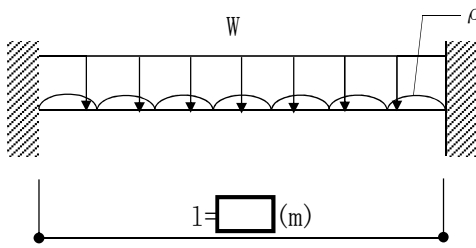
$$M_E = (W \cdot l^2) / 8$$

- ・ 端部せん断力

$$Q_E = (W \cdot l) \cdot 5/8$$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)

第 3-18 図 燃料取替用水タンク建屋 屋根スラブの評価モデル図



- ・ 中央部モーメント

$$M_C = \{(W \cdot a + \rho) \cdot l^2\} \cdot \alpha / 8$$

- ・ 端部せん断力

$$Q_E = \{(W \cdot a + \rho) \cdot l\} / 2$$

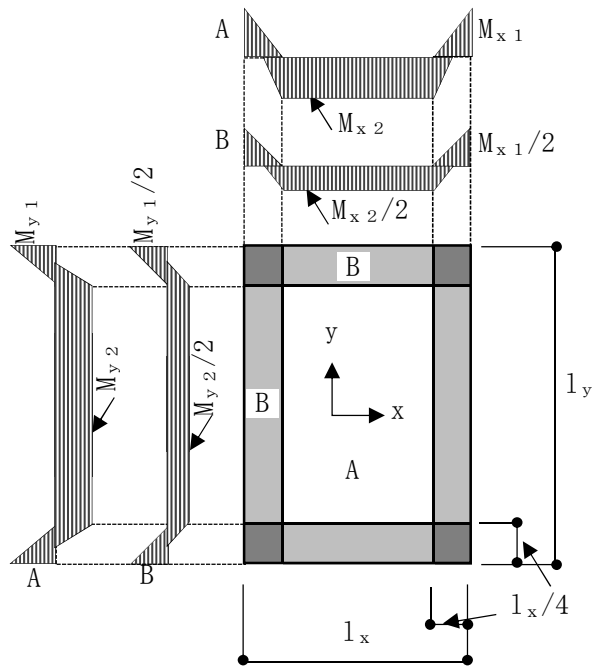
W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)

a : 支配幅 (m)

ρ : 自重等による荷重 (kN/m) (ρ = kN/m)

α : 設計時長期荷重作用時の
曲げモーメント分担率 (α =)

第 3-19 図 燃料取替用水タンク建屋 梁の評価モデル図



・ 端部モーメント

$$M_{x1} = W_x \cdot l_x^2 / 12$$

$$M_{y1} = W \cdot l_x^2 / 24$$

・ 中央モーメント

$$M_{x2} = W_x \cdot l_x^2 / 18$$

$$M_{y2} = W \cdot l_x^2 / 36$$

・ せん断力

$$Q_{x1} = W \cdot l_x \cdot 0.52$$

$$Q_{y1} = W \cdot l_x \cdot 0.46$$

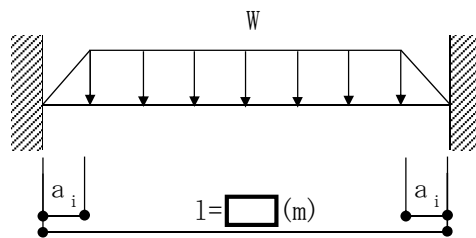
なお、

$$W_x = W \cdot l_y^4 / (l_x^4 + l_y^4)$$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)



第 3-20 図 ディーゼル発電機建屋 屋根スラブの評価モデル図



・ 端部モーメント

$$M_E = \sum_{i=1}^2 \{W \cdot a_i \cdot (3l^2 - 4a_i^2) \cdot \alpha / 24\}$$

・ 端部せん断力

$$Q_E = \sum_{i=1}^2 \{W \cdot a_i \cdot (1 - a_i) / 2\}$$

W : 単位面積当たりの荷重 (kN/m²)

a_i : 片側支配幅 (m)

i : 梁に隣接する部材の番号 (i=1, 2)

α : 設計時長期荷重作用時の

曲げモーメント分担率 (α =)

第 3-21 図 ディーゼル発電機建屋 梁の評価モデル図

第3-22表 外周建屋 屋根スラブ 評価条件

評価対象 部位	スラブ厚 (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D13@200	635

第3-23表 外周建屋 梁 評価条件

評価対象 部位	梁せい (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ²)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	5-D29	3,210

第3-24表 燃料取扱建屋 屋根スラブ 評価条件

評価対象 部位	スラブ厚 (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D10, D13@200	495

第3-25表 燃料取扱建屋 梁 評価条件

評価対象部位		支配幅 (m)	支持スパン (m)	断面係数 (cm ³)	せん断断面積 (mm ²)
E. L. <input type="text"/> m	H-450×200 ×9×14	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1,490	3,006

第3-26表 中間建屋 屋根スラブ 評価条件

評価対象部位	スラブ厚 (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D13@200	635

第3-27表 中間建屋 梁 評価条件

評価対象部位		支配幅 (m)	支持スパン (m)	合成梁としての 断面係数 (cm ³)	せん断断面積 (mm ²)
E. L. <input type="text"/> m	H-500×200 ×10×16	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3,281	3,480
スラブ協力幅 (m)		スラブ有効長さ (m)	スラブ厚さ (mm)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	D13@200	635

第3-28表 燃料取替用水タンク建屋 屋根スラブ 評価条件

評価対象部位	スラブ厚 (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D10, 13@200	495

第3-29表 燃料取替用水タンク建屋 梁 評価条件

評価対象部位		支配幅 (m)	支持スパン (m)	断面係数 (cm ³)	せん断断面積 (mm ²)
E. L. <input type="text"/> m	H-800×300 ×14×26	<input type="text"/>	<input type="text"/>	7,064	10,472

第3-30表 ディーゼル発電機建屋 屋根スラブ 評価条件

評価対象部位	スラブ厚 (mm)	有効せい (mm)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ² /m)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	D13@200	635

第3-31表 ディーゼル発電機建屋 梁 評価条件

評価対象部位	梁せい (mm)	有効せい (mm)	片側支配幅 (m)	支持スパン (m)	配筋	配筋量 (片側) (mm ²)
E. L. <input type="text"/> m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3-D25	1,521

c. 断面の評価

前項の応力評価モデルにより算出した曲げモーメント及びせん断力を用いて、以下のとおり断面を評価する。

なお、中間建屋の梁については、「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会(2010)）」に基づき、スラブと一体となって曲げに抵抗する合成梁として評価する。

(a) 曲げモーメントに対する屋根スラブ断面の評価方法

曲げモーメントに対する断面の評価は、「RC-N 規準」に基づき、次式を基に計算した評価対象部位に必要な引張鉄筋断面積が、配筋量を超えないことを確認する。

$$a_t = \frac{M}{\sigma_t \cdot j}$$

ここで、

a_t : 必要引張鉄筋断面積 (mm^2)

M : 曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)

σ_t : 鉄筋の短期許容引張応力度 (N/mm^2)

j : 断面の応力中心距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

(b) 面外せん断力に対する屋根スラブ断面の評価方法

面外せん断に対する断面の評価は、「RC-N 規準」に基づき、評価対象部位に生じる面外せん断力が次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot f_s$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm) (1000mm とする。)

j : 断面の応力中心距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm^2)

(c) 曲げモーメントに対する S 梁断面の評価方法（合成梁ではない場合）

曲げモーメントに対する S 梁断面の評価は、評価対象部位に生じる曲げモーメントが次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$M_s = \sigma_b \cdot Z$$

ここで、

M_s : 短期許容曲げモーメント (N・mm)

σ_b : 鋼材の短期許容曲げ応力度 (N/mm²)

Z : 断面係数(mm³)

(d) 曲げモーメントに対する S 梁断面の評価方法（合成梁の場合）

曲げモーメントに対する S 梁断面の評価は、評価対象部位に生じる曲げモーメントが次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$M_s = \sigma_b \cdot Z_c$$

ここで、

M_s : 短期許容曲げモーメント (N・mm)

σ_b : 鋼材の短期許容曲げ応力度 (N/mm²)

Z_c : 合成梁としての断面係数(mm³)

(e) 曲げモーメントに対する RC 梁断面の評価方法

曲げモーメントに対する RC 梁断面の評価は、評価対象部位に生じる曲げモーメントが次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$M_s = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

M_s : 短期許容曲げモーメント (N・mm)

a_t : 片側引張鉄筋の断面積 (mm²)

f_t : 鉄筋の短期引張許容応力度 (N/mm²)

j : 断面の応力中心距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

(f) せん断力に対する S 梁断面の評価方法

せん断力に対する S 梁断面の評価は、評価対象部位に生じるせん断力が次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$Q_s = \tau_s \cdot A_s$$

ここで、

Q_s : 短期許容せん断力 (N)

τ_s : 鋼材の短期許容せん断応力度 (N/mm²)

A_s : せん断断面積 (mm²)

(g) せん断力に対する RC 梁断面の評価方法

せん断力に対する RC 梁断面の評価は、評価対象部位に生じるせん断力が次式を基に計算した評価基準値を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5_w f_t \cdot (p_w - 0.002) \}$$

ただし、 $\alpha = 4 / (M / (Q \cdot d) + 1)$ かつ $1.0 \leq \alpha \leq 2.0$

ここで、

Q_A : 短期許容せん断力 (N)

b : 梁幅

j : 応力中心間距離で有効せい d の (7/8) 倍

d : 有効せい

p_w : せん断補強筋比 (p_w が 1.2% を超える場合は、1.2% とする)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度

$_w f_t$: せん断補強筋用の短期許容引張応力度

α : せん断スパン比 $M / (Q \cdot d)$ による割増係数

M : 降下火碎物等堆積時の最大曲げモーメント

Q : 降下火碎物等堆積時の最大せん断力

3.4.2 耐震壁

外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋について、建屋の質点系モデルを用いて、設計風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみを評価し、耐震壁のせん断ひずみの評価基準値（せん断スケルトンカーブの第1折点のひずみ）を超えないことを確認する。なお、各質点系モデルの復元力特性の設定においては、降下火砕物等堆積による軸力を考慮すると第1折点の増大が見込まれるため、本評価では保守的に降下火砕物等堆積による鉛直荷重を考慮しない。

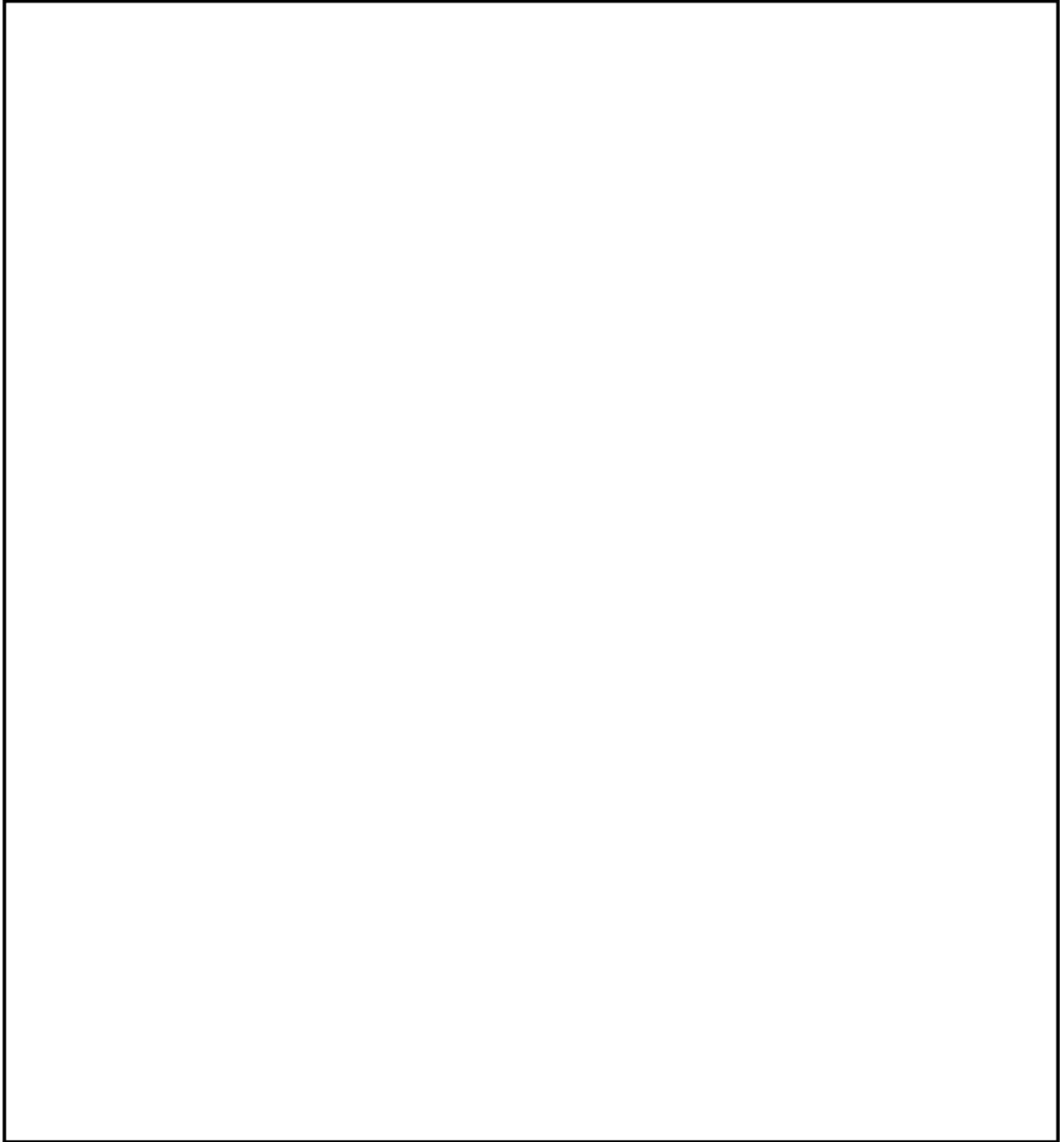
外部しゃへい建屋、外周建屋、燃料取扱建屋の質点系モデル図は、原子炉格納施設として第3-22図に、中間建屋、燃料取替用水タンク建屋及びディーゼル発電機建屋の質点系モデル図をそれぞれ第3-23図～第3-25図に示す。質点系モデルの詳細は、それぞれ平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された高浜発電所第4号機工事計画の資料13-17-7-2「原子炉格納施設の地震応答解析」、資料13-16-8「中間建屋の地震応答解析」、資料13-16-12「燃料取替用水タンク建屋の地震応答解析」及び資料13-16-10「ディーゼル建屋の地震応答解析」による。なお、評価条件及び評価方法については、同工事計画の資料14 別添2-4「建屋の強度計算書」と同一である。

3.4.3 鉄骨架構

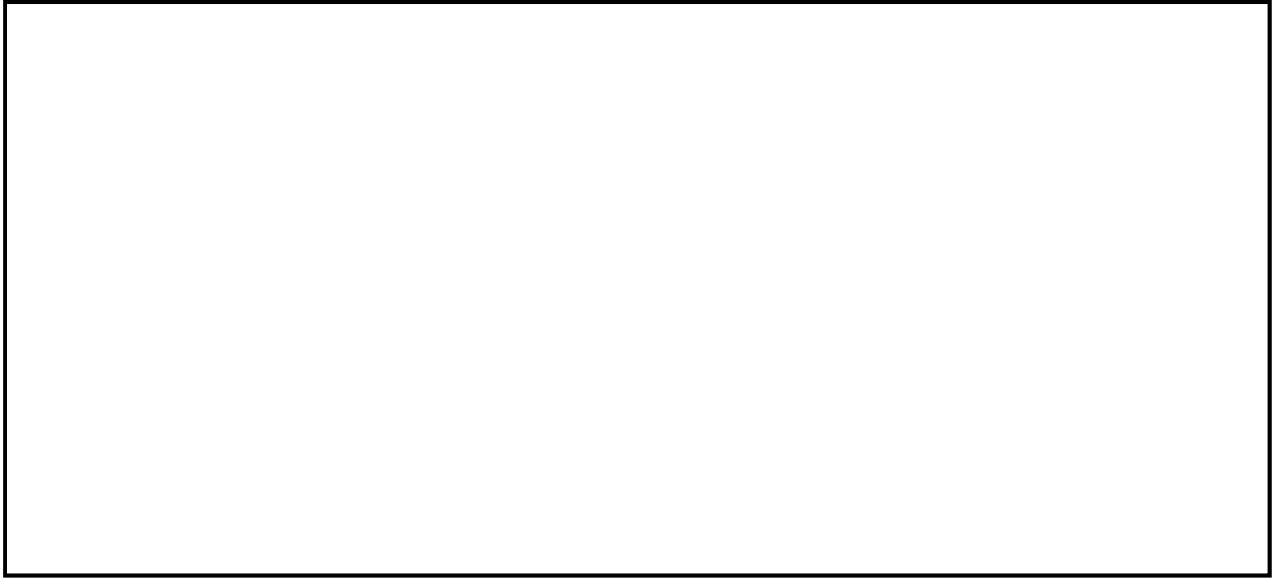
燃料取扱建屋、中間建屋及び燃料取替用水タンク建屋について、建屋の質点系モデルを用いて、設計風荷重により鉄骨架構に発生する層間変形角を評価し、鉄骨架構の最大層間変形角の評価基準値（1/200）を超えないことを確認する。

質点系モデルは「3.4.2 耐震壁」で用いるモデルと同一とする。なお、降下火砕物堆積による軸力を考慮すると各質点系モデルの復元力特性に差異が見込まれるが、評価結果に有意な差はないことから、本評価では降下火砕物堆積による鉛直荷重を考慮しない。

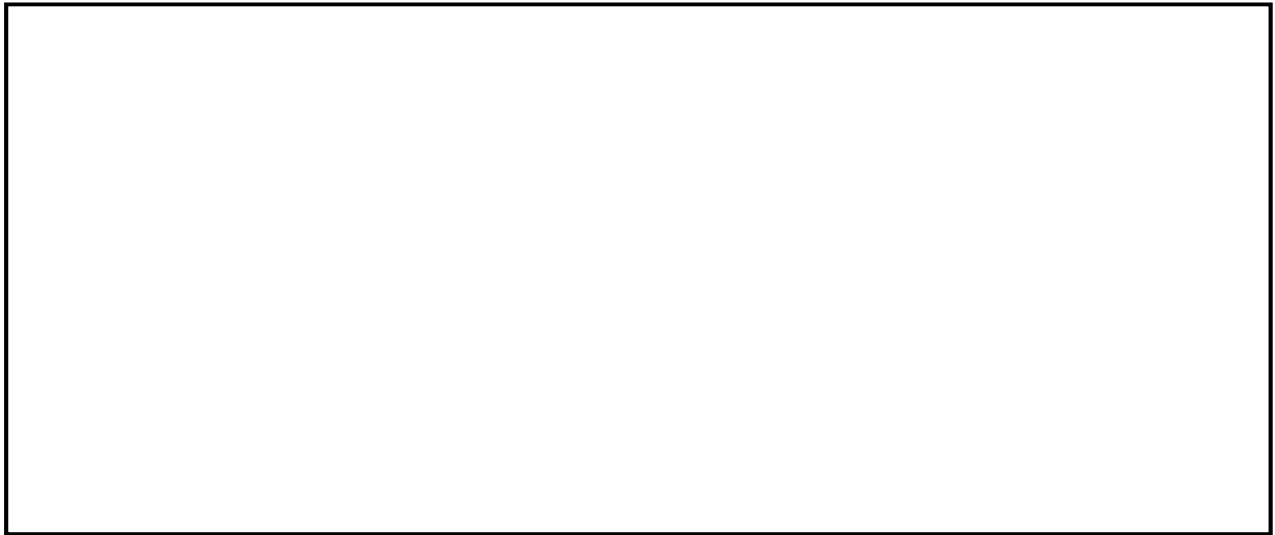
なお、評価条件及び評価方法については、平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された高浜発電所第4号機工事計画の資料14 別添2-4「建屋の強度計算書」と同一である。



第3-22 図 原子炉格納施設の質点系モデル図



(a) NS 方向

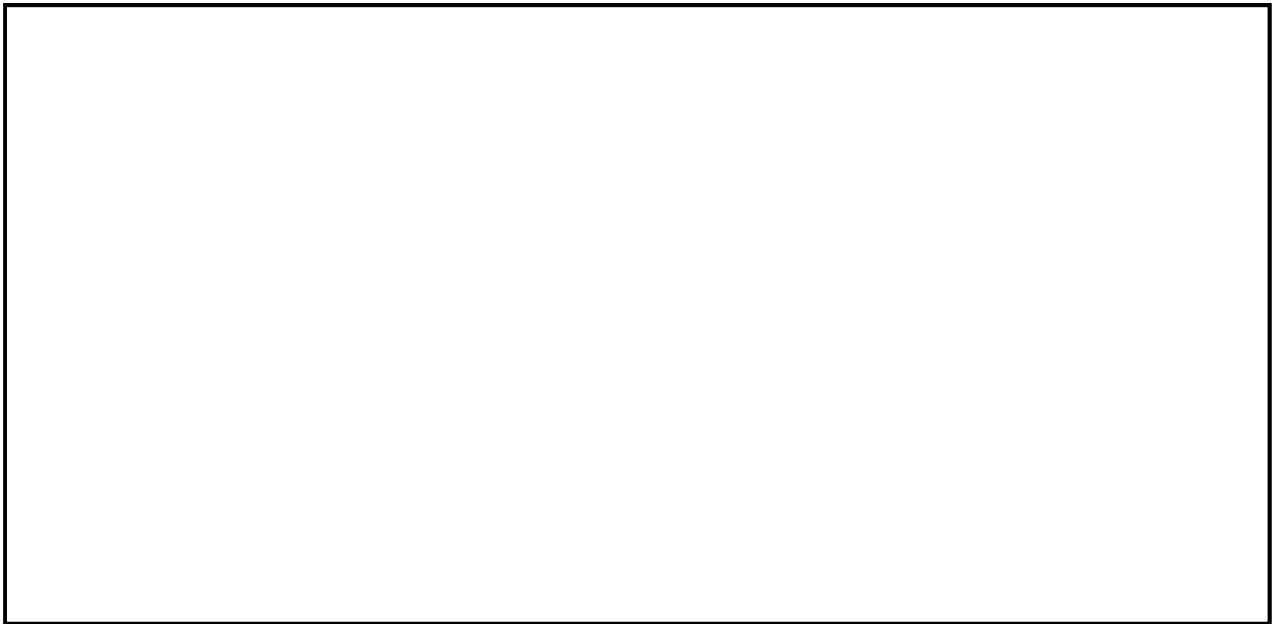


(b) EW 方向

第 3-23 図 中間建屋の質点系モデル図



第3-24 図 燃料取替用水タンク建屋の質点系モデル図



第3-25 図 ディーゼル発電機建屋の質点系モデル図

4. 強度評価結果

4.1 屋根

降下火砕物等堆積時の屋根の強度評価結果を第4-1表に示す。第4-1表より、降下火砕物等堆積による鉛直荷重を考慮した際に各部材に発生する応力等が評価基準値を超えないことを確認した。

第4-1表 屋根の評価結果

		検討項目		解析結果	評価基準値	検定比
外部 しゃへい 建屋	ドーム部	軸力+ 曲げモーメント +面内せん断力	鉄筋量[mm ² /m]*	432	4,420	0.0977
		面外せん断力	面外せん断力 [kN/m]	8.52	800	0.0107
外周建屋	屋根スラブ	曲げモーメント	鉄筋量[mm ² /m]*	472	635	0.743
		面外せん断力	せん断力[kN/m]	35.6	86.5	0.412
	RC梁	曲げモーメント	曲げモーメント[kN・m]	599	712	0.841
		せん断力	せん断力[kN]	414	480	0.863
燃料取扱 建屋	屋根スラブ	曲げモーメント	鉄筋量[mm ² /m]*	429	495	0.867
		面外せん断力	せん断力[kN/m]	24.2	96.2	0.252
	S梁	曲げモーメント	曲げモーメント[kN・m]	291	350	0.831
		せん断力	せん断力[kN]	155	405	0.383
中間建屋	屋根スラブ	曲げモーメント	鉄筋量[mm ² /m]*	195	635	0.307
		面外せん断力	せん断力[kN/m]	17.3	105	0.165
	S梁	曲げモーメント	曲げモーメント[kN・m]	207	1,060	0.195
		せん断力	せん断力[kN]	111	650	0.171
燃料取替用水 タンク建屋	屋根スラブ	曲げモーメント	鉄筋量[mm ² /m]*	194	495	0.392
		面外せん断力	せん断力[kN/m]	16.3	96.2	0.169
	S梁	曲げモーメント	曲げモーメント[kN・m]	1,890	2,290	0.825
		せん断力	せん断力[kN]	637	1,950	0.327
ディーゼル 発電機建屋	屋根スラブ	曲げモーメント	鉄筋量[mm ² /m]*	520	635	0.819
		面外せん断力	せん断力[kN/m]	28.5	92.4	0.308
	RC梁	曲げモーメント	曲げモーメント[kN・m]	243	289	0.841
		せん断力	せん断力[kN]	179	352	0.509

※：鉄筋量については、解析結果に必要な鉄筋量、評価基準値に配筋量を示す。

4.2 耐震壁

降下火砕物等堆積時の耐震壁の評価結果を第4-2表～第4-7表に示す。

第4-2表～第4-7表により、耐震壁に発生するせん断ひずみが、評価基準値を超えないことを確認した。

第4-2表 耐震壁の評価結果（外部しゃへい建屋）（1/2）

(1)NS方向

部材番号※	高さ E.L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
OS32	[Redacted]	0.0006	0.1720	0.00349
OS31		0.0007	0.1720	0.00407
OS30		0.0008	0.1720	0.00465
OS29		0.0008	0.1720	0.00465
OS28		0.0010	0.1770	0.00565
OS27		0.0021	0.1840	0.0114
OS26		0.0019	0.1850	0.0103
OS25		0.0022	0.1890	0.0116
OS24		0.0025	0.1930	0.0130
OS23		0.0038	0.2000	0.0190
OS22		0.0050	0.2060	0.0243
OS21		0.0033	0.2220	0.0149
OS20		0.0037	0.2260	0.0164
OS19		0.0037	0.2300	0.0161
OS18		0.0038	0.2290	0.0166
OS17		0.0020	0.1870	0.0107

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-2表 耐震壁の評価結果（外部しゃへい建屋）（2/2）

(2)EW 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
OS32		0.0006	0.1720	0.00349
OS31		0.0007	0.1720	0.00407
OS30		0.0008	0.1720	0.00465
OS29		0.0008	0.1720	0.00465
OS28		0.0010	0.1770	0.00565
OS27		0.0021	0.1840	0.0114
OS26		0.0019	0.1850	0.0103
OS25		0.0022	0.1890	0.0116
OS24		0.0025	0.1930	0.0130
OS23		0.0036	0.2000	0.0180
OS22		0.0047	0.2060	0.0228
OS21		0.0025	0.2220	0.0113
OS20		0.0027	0.2260	0.0119
OS19		0.0029	0.2300	0.0126
OS18		0.0032	0.2290	0.0140
OS17		0.0017	0.1870	0.00909

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-3表 耐震壁の評価結果（外周建屋）

(1)NS 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
EB37		0.0033	0.1790	0.0184
EB36		0.0037	0.1880	0.0197
EB35		0.0037	0.1940	0.0191
EB34		0.0038	0.2030	0.0187
EB33		0.0020	0.2210	0.00905

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
EB37		0.0025	0.1790	0.0140
EB36		0.0027	0.1880	0.0144
EB35		0.0029	0.1940	0.0149
EB34		0.0032	0.2030	0.0158
EB33		0.0017	0.2210	0.00769

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-4表 耐震壁の評価結果（燃料取扱建屋）

(1)NS 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
FHB40		0.0034	0.1750	0.0194

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

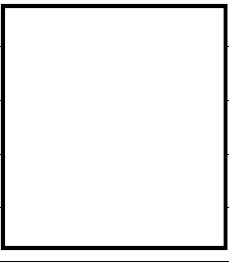
(2)EW 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
FHB40		0.0010	0.1750	0.00571

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。


第4-5表 耐震壁の評価結果（中間建屋）

(1)NS 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
IB6		0.0028	0.1760	0.0159
IB4		0.0023	0.1710	0.0135
IB3		0.0019	0.1760	0.0108
IB2		0.0037	0.1900	0.0195
IB1		0.0054	0.2020	0.0267

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-23図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW 方向

部材番号※	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
IB4		0.0008	0.1710	0.00468
IB3		0.0011	0.1760	0.00625
IB2		0.0018	0.1900	0.00947
IB1		0.0021	0.2020	0.0104

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-23図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-6表 耐震壁の評価結果（燃料取替用水タンク建屋）（EW方向^{※1}）

部材番号 ^{※2}	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
RWSTB ²		0.0024	0.1710	0.0140
RWSTB ¹		0.0042	0.1790	0.0235

※1：復元力特性がNS、EW方向ともに同じであるので、受風面積の大きいEW方向で検討する。

※2：「3.4.2 耐震壁」の第3-24図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-7表 耐震壁の評価結果（ディーゼル発電機建屋）

(1)NS方向

部材番号 [※]	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
DGB ⁴		0.0012	0.1730	0.00694
DGB ³		0.0008	0.1740	0.00460
DGB ²		0.0031	0.1870	0.0166

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-25図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW方向

部材番号 [※]	高さ E. L. (m)	せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	評価基準値 ($\times 10^{-3}$)	検定比
DGB ⁴		0.0035	0.1730	0.0202
DGB ³		0.0065	0.1740	0.0374
DGB ²		0.0021	0.1870	0.0112

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-25図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

4.3 鉄骨架構

降下火砕物等堆積時の鉄骨架構の評価結果を第4-8表～第4-10表に示す。第4-8表～第4-10表により、鉄骨架構に発生する層間変形角が、評価基準値を超えないことを確認した。

第4-8表 鉄骨架構の評価結果（燃料取扱建屋）

(1)NS 方向

部材番号*	高さ E. L. (m)	層間変形角	評価基準値	検定比
FHB43(S)		1/1085	1/200	0.184
FHB42(S)		1/1720		0.116
FHB41(S)		1/2159		0.0926

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

(2)EW 方向

部材番号*	高さ E. L. (m)	層間変形角	評価基準値	検定比
FHB43(S)		1/16404	1/200	0.0122
FHB42(S)		1/31521		0.00634
FHB41(S)		1/16132		0.0124

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-22図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-9表 鉄骨架構の評価結果（中間建屋）（NS 方向）

部材番号*	高さ E. L. (m)	層間変形角	評価基準値	検定比
IB7(S)		1/57237	1/200	0.00349

※：「3.4.2 耐震壁」の第3-23図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

第4-10表 鉄骨架構の評価結果（燃料取替用水タンク建屋）（EW 方向※¹）

部材番号※ ²	高さ E. L. (m)	層間変形角	評価基準値	検定比
RWSTB3(S)		1/12916	1/200	0.0155

※¹：復元力特性がNS、EW方向ともに同じであるので、受風面積の大きいEW方向で検討する。

※²：「3.4.2 耐震壁」の第3-24図に示す質点系モデルの部材番号を示す。

火山への配慮が必要な特定重大事故等対処施設の強度に関する説明書

目 次

別添 2 - 1 の強度計算書

の強度計算書

3・4号機共用の[]のうち、4号機の[]の強度計算書については、3号機の強度に関する説明書のうち別添2-1「[]の強度計算書」による。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

	頁
1. はじめに	T4-別紙-1
2. 解析コードの概要	T4-別紙-2
2.1 DSGN_RCMNINT Ver. 1.0	T4-別紙-2
2.2 MIDAS Ver. 800	T4-別紙-4
2.3 MSC NASTRAN Ver. 2018.2.1	T4-別紙-6

1. はじめに

本資料は、資料4「強度に関する説明書」において使用した解析コードについて説明するものである。

2. 解析コードの概要

2.1 DSGN_RCMNINT Ver. 1.0

2.1.1 DSGN_RCMNINT Ver. 1.0の概要

対象：外部しゃへい建屋

項目 \ コード名	DSGN_RCMNINT
開発機関	株式会社竹中工務店
開発時期	2009年
使用したバージョン	Ver. 1.0
使用目的	断面算定（外部しゃへい建屋）
コードの概要	<p>株式会社竹中工務店が独自に開発したコードである。</p> <p>軸力と曲げモーメントを考慮した「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—」（(社)日本建築学会、1999改定）（以下「RC規準」という。）の柱断面算定式に基づく必要鉄筋量を算定することができる。</p>
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>DSGN_RCMNINT Ver. 1.0（以下「本解析コード」という。）は、外部しゃへい建屋の断面算定に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 本解析コードで断面算定を行った解析解と、RC規準の理論式による理論解を比較し、解析解と理論解が概ね一致することを確認している。 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 本設計及び工事の計画で実施する解析と同等のものとして、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所3号機 工事計画認可申請書の添付資料13「耐震性に関する説明書」において、外部しゃへい建屋等の応力解析に使用された実績がある。 検証の体系と本設計及び工事の計画で使用する体系が同等であることから、解析解と理論解の一致をもって、解析機能の妥当性

	<p>も確認できる。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 本設計及び工事の計画において使用するバージョンは、自プラントの既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。・ 本設計及び工事の計画における構造に対し使用する要素、断面算定の使用目的に対し、使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	--

2.2 MIDAS Ver.800

2.2.1 MIDAS Ver.800 の概要

対象：外部しゃへい建屋、外周建屋

項目	コード名	MIDAS
開発機関		MIDAS（製鉄企業（Poscoグループ））
開発時期		1989年（一般商業用リリース）
使用したバージョン		Ver.800
使用目的		3次元有限要素法による応力解析
コードの概要		<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般に広く使われている汎用コードである。 ・ 3次元有限要素法による汎用構造解析プログラムである。3次元構造物をケーブル、トラス、ビーム、シェル、ソリッド等の要素によりモデル化することができる。 ・ 静的荷重による応力解析、幾何学的非線形解析、動的時刻歴応答解析、周波数応答解析、温度分布解析（熱伝導解析）等を行うことができる。
検証(Verification)及び 妥当性確認(Validation)		<p>MIDAS Ver.800（以下「本解析コード」という。）は、外部しゃへい建屋及び外周建屋の3次元有限要素法による応力解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 等分布面荷重を作用させた平板の最大変位について、本解析コードで応力解析を行った解析解と、S.Timoshenkoの理論式による理論解を比較し、解析解と理論解が概ね一致していることを確認している。 ・ 本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般産業界において、全世界40ヶ国、約4,000件の多数のプロジェクトの解析に本解析コードが使用されており、十分な使用実績があるため、信頼性がある。 ・ 本設計及び工事の計画で実施する解析と同等のものとして、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所

	<p>3号機 工事計画認可申請書の添付資料13「耐震性に関する説明書」において、外部しゃへい建屋等の応力解析に使用された実績がある。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 応力解析に対して、原子力業界において使用実績のある MSC NASTRAN を用いた解析解と、本解析コードによる解析解を比較したベンチマーキングを行った結果、双方の解が概ね一致していることを確認した。・ 本設計及び工事の計画において使用するバージョンは、自プラントの既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。・ 本設計及び工事の計画における構造に対し使用する要素、3次元有限要素法による応力解析の使用目的に対し、使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	--

2.3 MSC NASTRAN Ver. 2018. 2. 1

2.3.1 MSC NASTRAN Ver. 2018. 2. 1の概要

対象：復水タンク

項目	コード名
	MSC NASTRAN
開発機関	MSC Software Corporation
開発時期	1971年（一般商業用リリース）
使用したバージョン	Ver. 2018. 2. 1
使用目的	3次元有限要素法（シェル又ははり要素）による応力解析
コードの概要	<p>有限要素法を用いたMSC NASTRANは、世界で圧倒的シェアを持つ汎用構造解析プログラムのスタンダードである。その誕生は1965年、現在の米国MSC Software Corporationの前身である米国The MacNeal-Schwendler Corporationの創設者、マクニール博士とシュウエンドラー博士が、当時NASA（The National Aeronautics and Space Administration）で行われていた、航空機の機体強度をコンピュータ上で解析することをテーマとした「有限要素法プログラム作成プロジェクト」に参画したことに始まる。そこで作成されたプログラムはNASTRAN（NASA Structural Analysis Program）と命名され、1971年にThe MacNeal-Schwendler CorporationからMSC NASTRANとして一般商業用にリリースされた。</p> <p>以来、数多くの研究機関や企業において、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木などの様々な分野の構造解析に広く利用されている。また各分野からの高度な技術的要求とコンピュータの発展に対応するために、常にプログラムの改善と機能拡張を続けている。</p>
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>MSC NASTRAN Ver. 2018. 2. 1は、耐震Sクラス、JSMEクラス2又はノンクラスの復水タンクの3次元有限要素法（シェル又ははり要素）による応力解析に使用している。</p> <p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 材料力学分野における一般的な知見により理論解を求めることができる簡素な体系について、3次元有限要素法（シェル又ははり要素）による固有値解析及び応力解析（固有振動数、荷重及び応力）について理論モデルによる理論解と解析解との比

<p style="text-align: center;"> 検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation) </p>	<p> 較を行い、解析解が理論解と一致することを確認している。 </p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p> 【妥当性確認(Validation)】 </p> <p> 本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。 </p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本解析コードは、航空宇宙、自動車、造船、機械、建築、土木などの様々な分野における使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。 ・ 本設計及び工事の計画で行う解析と類似するものとして、日本原子力研究開発機構（旧日本原子力研究所）が実施したプルトニウム用グローブボックスの固有値解析、応力解析の事例がある（JAERI-M 92-206）。 ・ 開発機関が提示するマニュアルにより、本設計及び工事の計画で使用する3次元有限要素法（シェル又ははり要素）による応力解析に本解析コードが適用できることを確認している。 ・ 異種要素を混成させることについては、異種要素境界でのデータ伝達が適正に行われるように接続していることを確認している。 ・ 本設計及び工事の計画において使用するバージョンは、既工事計画において使用されているものと異なるが、バージョンの変更において解析機能に影響のある変更が行われていないことを確認している。 ・ 本設計及び工事の計画における構造に対し使用する要素、応力解析の使用目的に対し使用用途及び使用方法に関する適用範囲が、上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	---

資料5 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

目 次

- 資料 5 - 1 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書
- 資料 5 - 2 本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

資料 5 - 1 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書

目 次

	頁
1. 概要	T4-添5-1-1
2. 基本方針	T4-添5-1-1
3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等	T4-添5-1-3
3.1 設計、工事及び検査に係る組織 (組織内外の相互関係及び情報伝達含む。)	T4-添5-1-3
3.1.1 設計に係る組織	T4-添5-1-4
3.1.2 工事及び検査に係る組織	T4-添5-1-4
3.1.3 調達に係る組織	T4-添5-1-4
3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査	T4-添5-1-7
3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用	T4-添5-1-7
3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査	T4-添5-1-7
3.3 設計に係る品質管理の方法	T4-添5-1-10
3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	T4-添5-1-10
3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	T4-添5-1-10
3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証	T4-添5-1-12
3.3.4 設計における変更	T4-添5-1-22
3.4 工事に係る品質管理の方法	T4-添5-1-22
3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施 (設計3)	T4-添5-1-22
3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施	T4-添5-1-23
3.5 使用前事業者検査の方法	T4-添5-1-24
3.5.1 使用前事業者検査での確認事項	T4-添5-1-24
3.5.2 使用前事業者検査の計画	T4-添5-1-25
3.5.3 検査計画の管理	T4-添5-1-28
3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	T4-添5-1-28
3.5.5 使用前事業者検査の実施	T4-添5-1-28
3.6 設工認における調達管理の方法	T4-添5-1-33
3.6.1 供給者の技術的評価	T4-添5-1-33
3.6.2 供給者の選定	T4-添5-1-33
3.6.3 調達製品の調達管理	T4-添5-1-33
3.6.4 請負会社他品質監査	T4-添5-1-37
3.6.5 設工認における調達管理の特例	T4-添5-1-37
3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ	T4-添5-1-38

3.7.1	文書及び記録の管理	.....	T4-添5-1-38
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ	.....	T4-添5-1-42
3.8	不適合管理	.....	T4-添5-1-42
4.	適合性確認対象設備の施設管理	.....	T4-添5-1-43
4.1	使用開始前の適合性確認対象設備の保全	.....	T4-添5-1-43
4.1.1	工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備	.....	T4-添5-1-43
4.1.2	設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設 又は可搬の設備	.....	T4-添5-1-43
4.2	使用開始後の適合性確認対象設備の保全	.....	T4-添5-1-43
様式-1	本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画 (例)	.....	T4-添5-1-45
様式-2(1/2)	設備リスト (例) (設計基準対象施設)	.....	T4-添5-1-46
様式-2(2/2)	設備リスト (例) (重大事故等対処設備)	.....	T4-添5-1-47
様式-3	技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方 (例)	.....	T4-添5-1-48
様式-4(1/2)	施設と条文の対比一覧表 (例) (設計基準対象施設)	.....	T4-添5-1-49
様式-4(2/2)	施設と条文の対比一覧表 (例) (重大事故等対処設備)	.....	T4-添5-1-50
様式-5	設工認添付書類星取表 (例)	.....	T4-添5-1-51
様式-6	各条文の設計の考え方 (例)	.....	T4-添5-1-52
様式-7	要求事項との対比表 (例)	.....	T4-添5-1-53
様式-8	基準適合性を確保するための設計結果 と適合性確認状況一覧表 (例)	.....	T4-添5-1-54
様式-9	適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード 及び実績 (設備関係) (例)	.....	T4-添5-1-55
添付1	当社におけるグレード分けの考え方	.....	T4-添5-1-56
添付2	技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての 基本的な考え方	.....	T4-添5-1-65
添付3	設工認における解析管理について	.....	T4-添5-1-67
添付4	当社における設計管理・調達管理について	.....	T4-添5-1-74

1. 概要

本資料は、設計及び工事の計画（以下「設工認」という。）の「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」（以下「設工認品質管理計画」という。）に基づき、設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画、並びに、工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を記載する。

2. 基本方針

本資料では、設工認における、「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」及び「工事に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」を、以下のとおり説明する。

(1) 設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画

「設計に係る品質管理の方法により行った管理の実績又は行おうとしている管理の計画」として、以下に示す2つの段階を経て実施した設計の管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.3 設計に係る品質管理の方法」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また、これらの方法により行った管理の具体的な実績を、様式-1「本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）」（以下「様式-1」という。）に取りまとめる。

- a. 実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認対象設備に対する技術基準規則の条文ごとの基本設計方針の作成
- b. 前項 a で作成した条文ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則の別表第二に示された事項に対して必要な設計を含む技術基準規則等への適合に必要な設備の設計（作成した条文ごとの基本設計方針に対し、工事を継続又は完了している設備の設計実績等を用いた技術基準規則等への適合に必要な設備の設計を含む。）

これらの設計に係る記載事項には、設計の要求事項として明確にしている事項及びその審査に関する事項、設計の体制として組織内外の相互関係、設計・開発の各段階における審査等に関する事項並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(2) 工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画

「工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画」として、設工認申請（届出）時点で設置されている設備、工事を継続又は完了している設備を含めた設工認対象設備の工事及び検査に係る品質管理の方法を「3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等」に記載する。

具体的には、組織について「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」に、実施する各段階について「3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査」に、品質管理の方法について「3.4 工事に係る品質管理の方法」及び「3.5 使用前事業者検査の方法」に、調達管理の方法について「3.6 設工認における調達管理の方法」に、文書管理、識別管理、トレーサビリティについて「3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ」に、不適合管理の方法について「3.8 不適合管理」に記載する。

また、これらの工事及び検査に係る品質管理の方法、組織等についての具体的な計画を、様式-1に取りまとめる。

工事及び検査に係る記載事項には、工事及び検査に係る要求事項として明確にする事項及びその審査に関する事項、工事及び検査の体制として組織内外の相互関係（使用前事業者検査の独立性、資源管理及び物品の状態保持に関する事項を含む。）、工事及び検査に必要なプロセスを踏まえた全体の工程及び各段階における監視測定、妥当性確認及び検査等に関する事項（記録、識別管理、トレーサビリティ等に関する事項を含む。）並びに組織の外部の者との情報伝達に関する事項等を含めて記載する。

(3) 設工認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備は、必要な機能・性能を発揮できる状態に維持されていることが不可欠であり、その維持の管理の方法について「4. 適合性確認対象設備の施設管理」で記載する。

(4) 設工認で記載する設計、工事及び検査以外の品質保証活動

設工認に必要な設計、工事及び検査は、設工認品質管理計画に基づく品質マネジメントシステム体制のもとで実施するため、上記以外の責任と権限、原子力の安全の確保の重視、必要な要員の力量管理を含む資源の管理及び不適合管理を含む評価及び改善については、「高浜発電所原子炉施設保安規定」（以下「保安規定」という。）の品質マネジメントシステム計画（以下「保安規定品質マネジメントシステム計画」という。）に従った管理を実施する。

また、当社の品質保証活動は、健全な安全文化を育成し及び維持するための活動と一体

となった活動を実施している。

3. 設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理の方法等

設工認における設計、工事及び検査に係る品質管理は、品質マネジメントシステム及び保安規定品質マネジメントシステム計画に基づき実施する。

また、特定重大事故等対処施設にかかわる秘匿性を保持する必要がある情報については以下の管理を実施する。

(1) 秘密情報の管理

「実用発電用原子炉に係る特定重大事故等対処施設に関する審査ガイドにおける航空機等の特性等」（平成26年9月18日原子力規制委員会）及び同ガイドを用いて作成した情報を含む文書（以下「秘密情報」という。）については、秘密情報の管理に係る管理責任者を指定し、秘密情報を扱う者（以下「取扱者」という。）の名簿での登録管理を実施する。また、秘密情報を含んだ電子データは取扱者以外の者のアクセスを遮断するためパスワードの設定等を実施する。

(2) セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理

上記(1)以外の特定重大事故等対処施設に関する情報を含む文書については、業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理する。また、特定重大事故等対処施設に係る調達の際、当該情報を含む文書等について業務上知る必要のある者以外の者がみだりに閲覧できない状態で管理することを要求する。

以下に、設計、工事及び検査、調達管理等のプロセスを示す。

3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）

設工認に基づく設計、工事及び検査は、第3.1-1図に示す本店組織及び発電所組織に係る体制で実施する。

また、設計（「3.3 設計に係る品質管理の方法」）、工事（「3.4 工事に係る品質管理の方法」）、検査（「3.5 使用前事業者検査の方法」）並びに調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」）の各プロセスを主管する箇所を第3.1-1表に示す。

第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、担当する設備に関する設計、工事及び検査並びに調達について、責任と権限を持つ。

各主任技術者は、それぞれの職務に応じた監督を行うとともに、相互の職務について適宜情報提供を行い、意思疎通を図る。

設計から工事及び検査への設計結果の伝達、当社から供給者への情報伝達など、組織

内外や組織間の情報伝達については、設工認に従い確実に実施する。

3.1.1 設計に係る組織

設工認に基づく設計は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.3 設計に係る品質管理の方法」に係る箇所が設計を主管する組織として実施する。

この設計に必要な資料の作成を行うため、第3.1-1図に示す体制を定めて設計に係る活動を実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

3.1.2 工事及び検査に係る組織

設工認に基づく工事は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.4 工事に係る品質管理の方法」に係る箇所が工事を主管する組織として実施する。

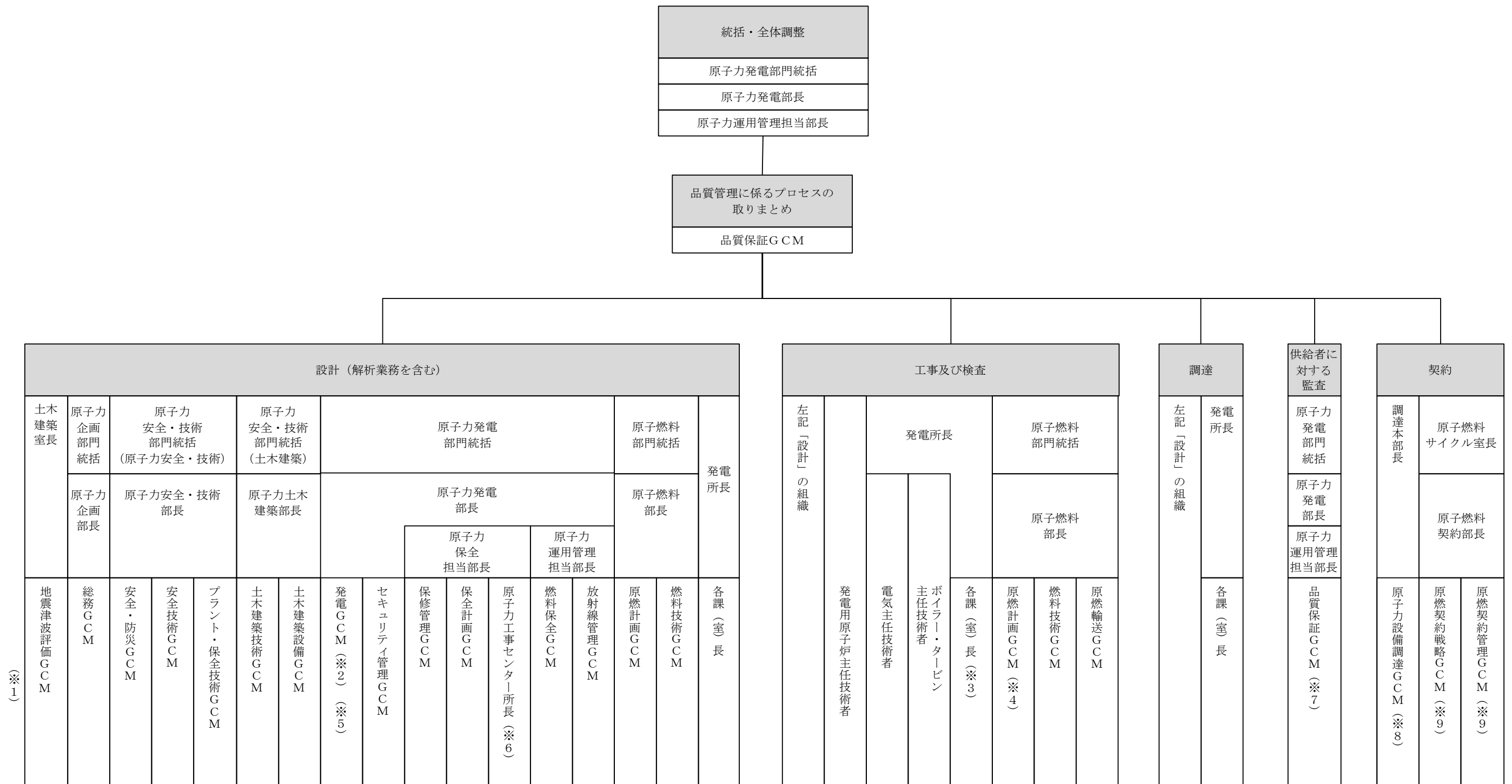
設工認に基づく検査は、第3.1-1表に示す主管箇所のうち、「3.5 使用前事業者検査の方法」に係る箇所が検査を担当する組織として実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。

3.1.3 調達に係る組織

設工認に基づく調達は、第3.1-1表に示す本店組織及び発電所組織の調達を主管する箇所で実施する。

また、設工認に基づき実施した施設ごとの具体的な体制について、設工認に示す設計、工事及び検査の段階ごとに様式-1に取りまとめる。



※1：「G」は「グループ」、「CM」は「チーフマネジャー」をいう。
 ※2：検査（主要な耐圧部の溶接部、燃料体を除く。）に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長（発電所組織においては、技術課長とする。）
 ※3：主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
 ※4：燃料体検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長
 ※5：設工認申請（届出）書の提出手続きを主管する箇所の長
 ※6：設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長（設計における変更において原子力工事センター所長が設計を主管する箇所とならない場合は、当該変更に係る設計を主管する箇所の長の代表者とする。）
 ※7：定期的な請負会社品質監査以外の監査においては、各GCM、センター所長又は各課（室）長
 ※8：これ以外の箇所で行う契約においては、各GCM、センター所長又は各課（室）長
 ※9：原子燃料関係の契約

第3.1-1図 適合性確認に関する体制表

第3.1-1表 設計及び工事の実施の体制

プロセス		主管箇所
3.3	設計に係る品質管理の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 保全計画課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ
3.4 3.5	工事に係る品質管理の方法 使用前事業者検査の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 品質保証室 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 第一発電室 発電所 第二発電室 発電所 保全計画課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ
3.6	設工認における調達管理の方法	本店 土木建築室 本店 原子力企画部門 本店 原子力安全・技術部門 本店 原子力発電部門 本店 原子燃料部門 発電所 安全・防災室 発電所 所長室 発電所 技術課 発電所 原子燃料課 発電所 放射線管理課 発電所 電気保修課 発電所 計装保修課 発電所 原子炉保修課 発電所 タービン保修課 発電所 土木建築課 発電所 電気工事グループ 発電所 機械工事グループ 発電所 土木建築工事グループ

3.2 設工認における設計、工事及び検査の各段階とその審査

3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用

設工認における設計は、設工認申請（届出）時点で設置されている設備を含めた設工認対象設備に対し、第3.2-1表に示す「設工認における設計、工事及び検査の各段階」に従って技術基準規則等の要求事項への適合性を確保するために実施する工事の設計である。

この設計は、設工認品質管理計画「3.2.1 設計及び工事のグレード分けの適用」（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に示すグレード分けに従い管理を実施する。

3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査

設工認における設計、工事及び検査の各段階と保安規定品質マネジメントシステム計画との関係を第3.2-1表に示す。

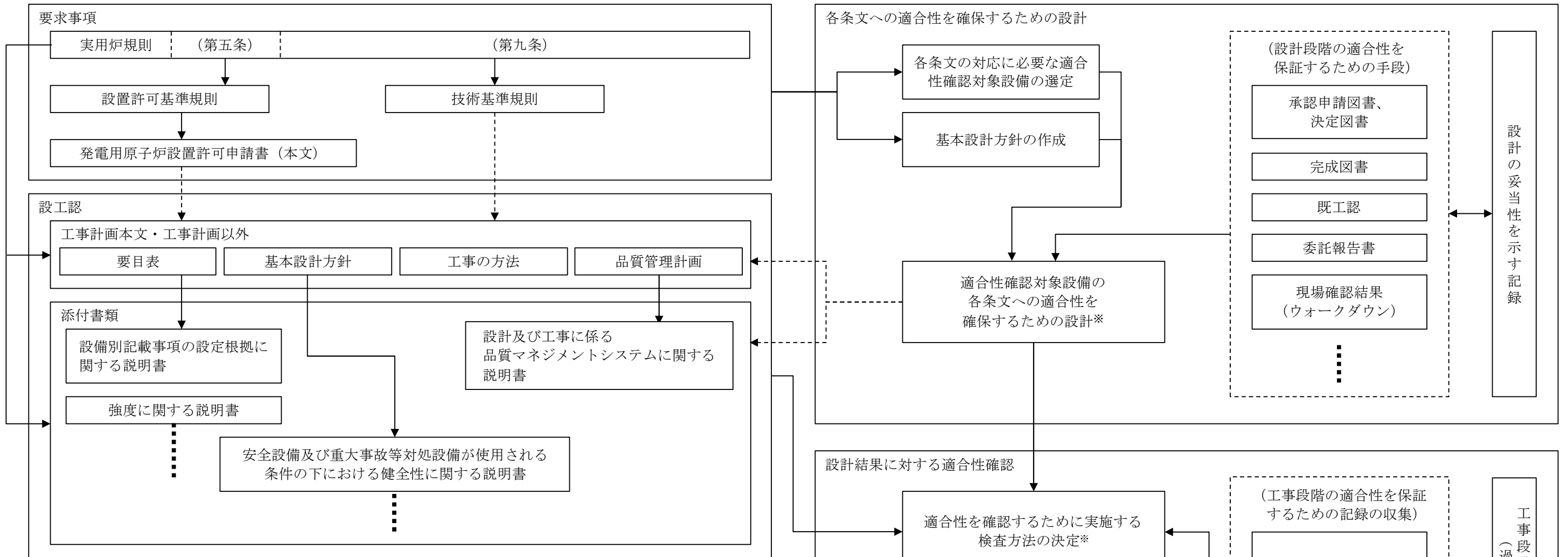
また、適合性確認に必要な作業と検査の繋がりを第3.2-1図に示す。

なお、実用炉規則別表第二対象設備のうち、設工認申請（届出）手続きが不要な工事を行う場合は、設工認品質管理計画のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。

設計又は工事を主管する箇所の長並びに検査を担当する箇所の長は、第3.2-1表に示す「保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目」ごとのアウトプットに対する審査（以下「レビュー」という。）を実施するとともに、記録を管理する。

なお、設計の各段階におけるレビューについては、第3.1-1表に示す設計及び工事を主管する組織の中で当該設備の設計に関する専門家を含めて実施する。

設工認のうち、主要な耐圧部の溶接部に対する必要な検査は、「3.3 設計に係る品質管理の方法」、「3.4 工事に係る品質管理の方法」、「3.5 使用前事業者検査の方法」及び「3.6 設工認における調達管理の方法」に示す管理（第3.2-1表における「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」～「3.6 設工認における調達管理の方法」）のうち、必要な事項を適用して設計、工事及び検査を実施し、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する。



※：基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表

発電用原子炉施設の種類の			項目番号	1			～
○○施設			基本設計方針	～に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。			～
			要求種別	評価要求			～
設備区分	機器区分	関連条文	設備名称	設工認設計結果 (上：要目表/設計方針) (下：記録等)	設備の具体的設計結果 (上：設計結果) (下：記録等)	確認方法	～
～設備	ポンプ	○○条	恒設代替 低圧注水ポンプ	設置許可で確認した地盤 上の○○建屋内に設置	...	据付検査	～
					～
...	～

第 3.2-1 図 適合性確認に必要な作業と検査の繋がり

第 3.2-1 表 設工認における設計、工事及び検査の各段階

各段階		保安規定品質マネジメントシステム計画の対応項目	概要
設計	3.3	設計に係る品質管理の方法	7.3.1 設計開発計画 適合性を確保するために必要な設計を実施するための計画
	3.3.1 ※	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	7.3.2 設計開発に用いる情報 設計に必要な技術基準規則等の要求事項の明確化
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	技術基準規則等に対応するための設備・運用の抽出
	3.3.3(1) ※	基本設計方針の作成（設計1）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 要求事項を満足する基本設計方針の作成
	3.3.3(2) ※	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 適合性確認対象設備に必要な設計の実施
	3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証	7.3.5 設計開発の検証 基準適合性を確保するための設計の妥当性のチェック
	3.3.4 ※	設計における変更	7.3.7 設計開発の変更の管理 設計対象の追加や変更時の対応
工事及び検査	3.4.1 ※	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）	7.3.3 設計開発の結果に係る情報 7.3.5 設計開発の検証 設工認を実現するための具体的な設計
	3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施	— 適合性確認対象設備の工事の実施
	3.5.1	使用前事業者検査での確認事項	— 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していること
	3.5.2	使用前事業者検査の計画	— 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認する計画と方法の決定
	3.5.3	検査計画の管理	— 使用前事業者検査を実施する際の工程管理
	3.5.4	主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	— 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査を実施する際のプロセスの管理
	3.5.5	使用前事業者検査の実施	7.3.6 設計開発の妥当性確認 8.2.4 機器等の検査等 適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認
調達	3.6	設工認における調達管理の方法	7.4 調達 8.2.4 機器等の検査等 適合性確認に必要な、設計、工事及び検査に係る調達管理

※：「3.2.2 設計、工事及び検査の各段階とその審査」で述べている「設計の各段階におけるレビュー」の各段階を示す。

3.3 設計に係る品質管理の方法

設計を主管する箇所の長は、設工認における技術基準規則等への適合性を確保するための設計として、「要求事項の明確化」、「適合性確認対象設備の選定」、「基本設計方針の作成」及び「適合性を確保するための設計」、「設計のアウトプットに対する検証」の各段階を実施する。

以下に各段階の活動内容を示す。

3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化

設計を主管する箇所の長は、以下の事項により、設工認に必要な要求事項を明確にする。

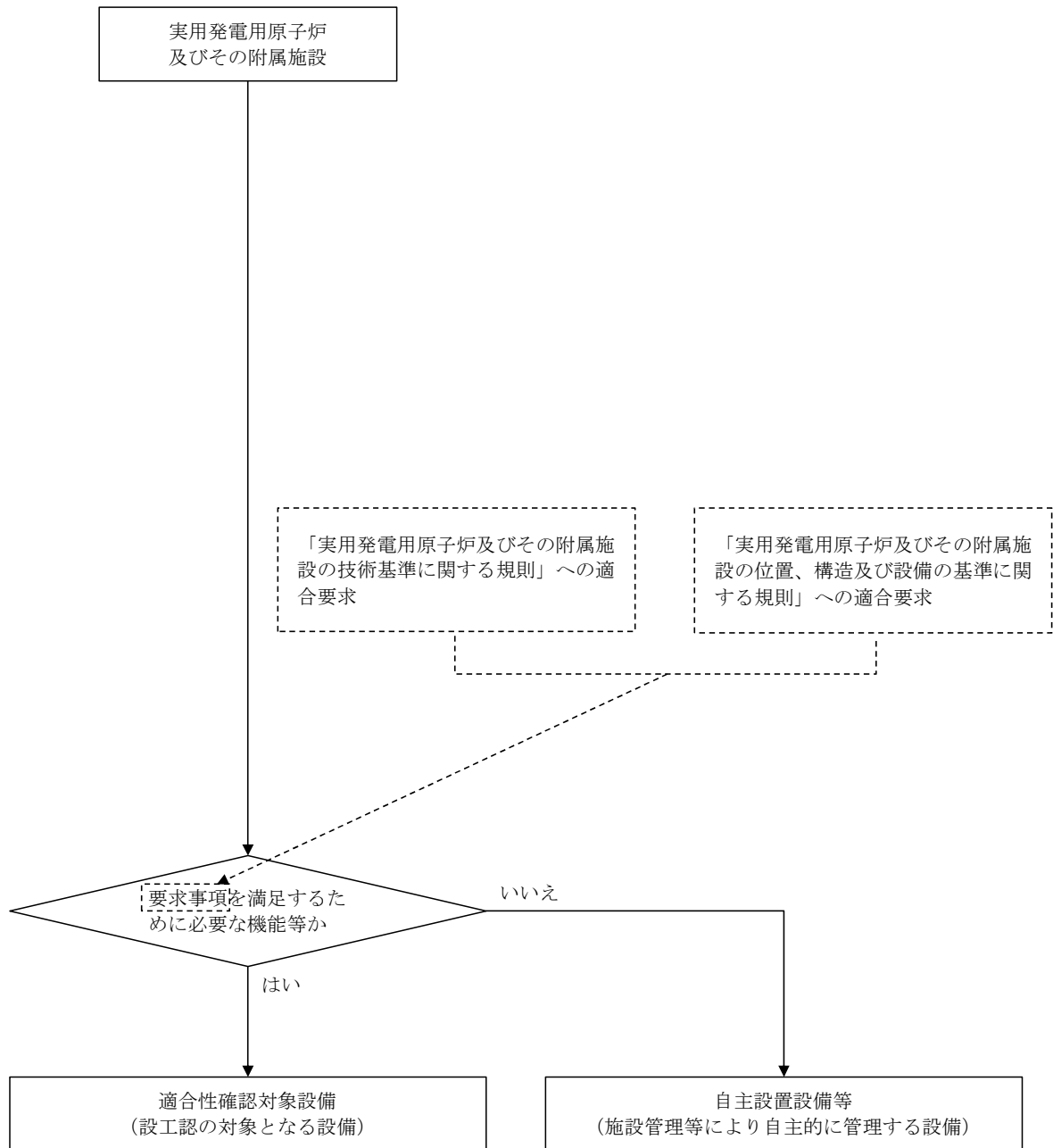
- ・「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第5号）」（以下「設置許可基準規則」という。）に適合しているとして許可された「高浜発電所発電用原子炉設置変更許可申請書」（以下「設置変更許可申請書」という。）
- ・技術基準規則
また、必要に応じて以下を参照する。
- ・許可された設置変更許可申請書の添付書類
- ・設置許可基準規則の解釈
- ・技術基準規則の解釈

3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備に対する技術基準規則への適合性を確保するため、設置変更許可申請書に記載されている設備及び技術基準規則への対応に必要な設備（運用を含む。）を、実際に使用する際の系統又は構成で必要となる設備を含めた適合性確認対象設備として以下に従って抽出する。

適合性確認対象設備を明確にするため、設工認に関連する工事において追加・変更となる設備・運用のうち、設工認の対象となる設備・運用を、要求事項への適合性を確保するために実際に使用する際の系統・構成で必要となる設備・運用を考慮しつつ第3.3-1図に示すフローに基づき抽出する。

抽出した結果を様式-2(1/2)～(2/2)「設備リスト（例）」（以下「様式-2」という。）の該当する条文の設備等欄に整理するとともに、設備／運用、既設／新設、要求事項に対して必須の設備・運用の有無、実用炉規則 別表第二の記載対象設備に該当の有無、既工認での記載の有無、実用炉規則 別表第二に関連する施設区分／設備区分及び設置変更許可申請書添付八主要設備記載の有無を明確にする。



第3.3-1図 適合性確認対象設備の抽出について

3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則等への適合性を確保するための設計を以下のとおり実施する。

- ・「設計1」として、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を基に、必要な設計を漏れなく実施するための基本設計方針を明確化する。
- ・「設計2」として、「設計1」の結果を用いて適合性確認対象設備に必要な詳細設計を実施する。
- ・「設計1」及び「設計2」の結果を用いて、設工認に必要な書類等を作成する。
- ・「設計のアウトプットに対する検証」として、「設計1」及び「設計2」の結果について、検証を実施する。

これらの具体的な活動を以下のとおり実施する。

(1) 基本設計方針の作成（設計1）

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対する詳細設計を「設計2」で実施するに先立ち、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項に対する設計を漏れなく実施するために、以下により適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条項号を明確にするとともに、技術基準規則の条文ごとに各条文に関連する要求事項を用いて設計項目を明確にした基本設計方針を作成する。

a. 適合性確認対象設備と適用条文の整理

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の技術基準規則への適合に必要な設計を確実に実施するため、以下により、適合性確認対象設備ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。

- (a) 技術基準規則の条文ごとに各施設との関係を明確にし、明確にした結果とその理由を、様式-3「技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）」（以下「様式-3」という。）の「適用要否判断」欄及び「理由」欄に取りまとめる。
- (b) 様式-3に取りまとめた結果を、様式-4(1/2)～(2/2)「施設と条文の対比一覧表（例）」（以下「様式-4」という。）の該当箇所の星取りにて取りまとめることにより、施設ごとに適用される技術基準規則の条文を明確にする。
- (c) 様式-2で明確にした適合性確認対象設備を実用炉規則別表第二の設備区分ごとに、様式-5「設工認添付書類星取表（例）」（以下「様式-5」という。）で機器として整理する。

また、様式-4で取りまとめた結果を用いて、設備ごとに適用される技術基準規則の条番号を明確にし、技術基準規則の各条番号と設工認との関連性を含めて、様式-5で整理する。

b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成

設計を主管する箇所の長は、以下により、技術基準規則等の適合性確認対象設備に必要な要求事項を具体化し、漏れなく適用していくための基本設計方針を技術基準規則の条文ごとに作成する。

なお、基本設計方針の作成に当たっての統一的な考え方を添付2「技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方」に示す。

- (a) 様式-7「要求事項との対比表（例）」（以下「様式-7」という。）に、基本設計方針の作成に必要な情報として、技術基準規則の各条文及びその解釈、並びに関係する設置変更許可申請書本文及びその添付書類に記載されている内容を原文のまま引用し、その内容を見ながら、設計すべき項目を基本設計方針として漏れなく作成する。
- (b) 基本設計方針の作成に併せて、基本設計方針として記載する事項及びそれらの設工認申請（届出）書の添付書類作成の考え方（理由）、基本設計方針として記載しない場合の考え方、並びに詳細な検討が必要な事項として含めるべき実用炉規則別表第二に示された添付書類との関係を明確にし、それらを様式-6「各条文の設計の考え方（例）」（以下「様式-6」という。）に取りまとめる。
- (c) (a)及び(b)で作成した条文ごとの基本設計方針を整理した様式-7及び基本設計方針作成時の考え方を整理した様式-6、並びに各施設に適用される技術基準規則の条文を明確にした様式-4を用いて、施設ごとの基本設計方針を作成する。
- (d) 作成した基本設計方針を基に、抽出した適合性確認対象設備に対する耐震重要度分類、機器クラス、兼用する際の登録の考え方及び当該適合性確認対象設備に必要な設工認申請（届出）書の添付書類との関連性を様式-5で明確にする。

(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）

設計を主管する箇所の長は、様式-2で整理した適合性確認対象設備に対し、変更があった要求事項への適合性を確保するための詳細設計を、「設計1」の結果を

用いて実施する。

a. 基本設計方針の整理

設計を主管する箇所の長は、基本設計方針（「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」参照）に基づく設計の実施に先立ち、基本設計方針に従った設計を漏れなく実施するため、基本設計方針の内容を以下の流れで分類し、技術基準規則への適合性の確保が必要な要求事項を整理する。

- (a) 条文ごとに作成した基本設計方針を設計項目となるまとまりごとに整理する。
- (b) 整理した設計方針を分類するためのキーワードを抽出する。
- (c) 抽出したキーワードを基に要求事項を第3.3-1表に示す要求種別に分類する。
- (d) 分類した結果を、設計項目となるまとまりごとに、様式-8「基準適合性を確保するための設計結果と適合性確認状況一覧表（例）」（以下「様式-8」という。）の「基本設計方針」欄に整理する。
- (e) 設工認の設計に不要な以下の基本設計方針を、様式-8の該当する基本設計方針に網掛けすることにより区別し、設計が必要な要求事項に変更があった条文に対応した基本設計方針を明確にする。

- ・ 定義（基本設計方針で使用されている用語の説明）
- ・ 冒頭宣言（設計項目となるまとまりごとの概要を示し、冒頭宣言以降の基本設計方針で具体的な設計項目が示されているもの）
- ・ 規制要求に変更のない既設設備に適用される基本設計方針（既設設備のうち、過去に当該要求事項に対応するための設計が行われており、様式-4及び様式-5で従来の技術基準規則から変更がないとした条文に対応した基本設計方針）
- ・ 適合性確認対象設備に適用されない基本設計方針（当該適合性確認対象設備に適用されず、設計が不要となる基本設計方針）

b. 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（対象設備の仕様を含む。）

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備を技術基準規則に適合したものとするために、以下により、必要な詳細設計を実施する。

また、具体的な設計の流れを第3.3-2図に示す。

- (a) 第3.3-1表に示す「要求種別」ごとの「主な設計事項」に示す内容について、「3.7.1 文書及び記録の管理」で管理されている設備図書等の記録をインプットとして、基本設計方針に対し、適合性確認対象設備が技術基準規則等への必要な設計要求事項の適合性を確保するために必要な詳細設計の方針（要求機

能、性能目標、防護方針等を含む。)を定めるための設計を実施する。

- (b) 様式-6で明確にした詳細な検討を必要とした事項を含めて詳細設計を実施するとともに、以下に該当する場合は、その内容に従った詳細設計を実施する。

イ. 評価を行う場合

詳細設計として評価(解析を含む。)を実施する場合は、基本設計方針を基に詳細な評価方針及び評価方法を定めた上で、評価を実施する。

また、評価の実施において、解析を行う場合は、「3.3.3(2)c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理」に基づく管理により品質を確保する。

ロ. 複数の機能を兼用する設備の設計を行う場合

複数の機能(施設間を含む。)を兼用する設備の設計を行う場合は、兼用するすべての機能を踏まえた設計を確実に実施するため、組織間の情報伝達を確実に実施し、兼用する機能ごとの系統構成を把握し、兼用する機能を集約した上で、兼用するすべての機能を満たすよう設計を実施する。

ハ. 設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合

設備設計を他設備の設計に含めて設計を行う場合は、設計が行われることを確実にするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、設計をまとめて実施する側で複数の対象を考慮した設計を実施したのち、設計を委ねた側においても、その設計結果を確認する。

ニ. 他号機と共用する設備の設計を行う場合

他号機と共用する設備の設計を行う場合は、設計が確実に行われることを確実にするために、組織間の情報伝達を確実に実施し、号機ごとの設計範囲を明確にし、必要な設計が確実に行われるよう管理する。

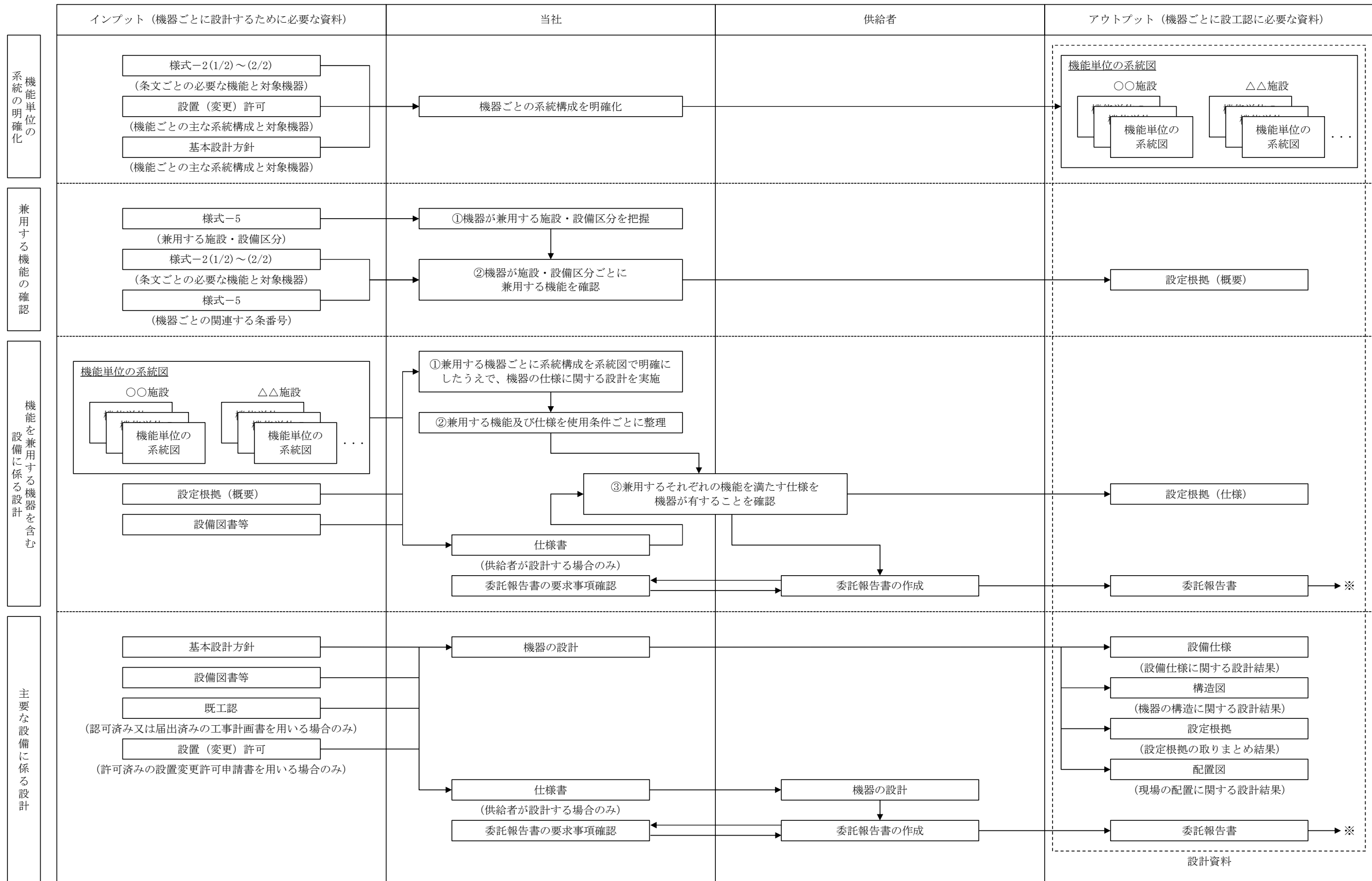
上記イ～ニの場合において、設計の妥当性を検証し、詳細設計方針を満たすことを確認するために検査を実施しなければならない場合は、条件及び方法を定めた上で実施する。

また、これらの設計として実施したプロセスを様式-1に取りまとめるとともに、設計結果を、様式-8の「設工認設計結果(要目表/設計方針)」欄に整理する。

- (c) 第3.3-1表に示す要求種別のうち「運用要求」に分類された基本設計方針については、基本設計方針を作成した箇所の長にて、保安規定に必要な対応を取りまとめる。

第3.3-1表 要求種別ごとの適合性の確保に必要な主な設計事項と
その妥当性を示すための記録との関係

要求種別		主な設計事項		設計方針の妥当性を示す記録	
設備	設計要求	設置要求	目的とする機能・性能を有する設備の選定 配置設計	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 設備図書（図面、構造図、仕様書） 等	
		機能要求	目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な具体的な系統構成・設備構成	設置変更許可申請書の記載を基にした、実際に使用する系統構成・設備構成の決定	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 系統図 設備図書（図面、構造図、仕様書） 等
			目的とする機能・性能を実際に発揮させるために必要な設備の具体的な仕様	仕様設計 構造設計 強度設計（クラスに応じて）	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 設備図書（図面、構造図、仕様書） インターロック線図 算出根拠（計算式等） カタログ 等
		評価要求	対象設備が目的とする機能・性能を持つことを示すための方法とそれに基づく評価	仕様決定のための解析 条件設定のための解析 実証試験 技術基準規則に適合していることの確認のための解析（耐震評価、耐環境評価）	<ul style="list-style-type: none"> 設計資料 有効性評価結果（設置変更許可申請書での安全解析の結果を含む。） 解析計画（解析方針） 委託報告書（解析結果） 手計算結果 等
運用	運用要求	保安規定で定める必要がある運用方法とそれに基づく計画	維持又は運用のための計画の作成	—	



※：委託報告書の図面等を設計のインプットとして使用する場合は、当社が承認したのち、設備図書等として取り扱う。
 また、供給者が工事にて設計を実施した場合は、委託報告書を総括報告書に読み替える。

第 3.3-2 図 主要な設備の設計

c. 詳細設計の品質を確保する上で重要な活動の管理

設計を主管する箇所の長は、詳細設計の品質を確保する上で重要な活動となる、「調達による解析」及び「手計算による自社解析」について、以下の活動を実施し、品質を確保する。

(a) 調達による解析の管理

基本設計方針に基づく詳細設計で解析を実施する場合は、解析結果の信頼性を確保するため、設工認品質管理計画に基づく品質保証活動を行う上で、特に以下の点に配慮した活動を実施し、品質を確保する。

イ. 調達による解析

調達により解析を実施する場合は、解析の信頼性を確保するために、供給者に対し、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（平成26年3月 一般社団法人原子力安全推進協会）」を反映した以下に示す管理を確実にするための品質マネジメントシステム体制の構築等に関する調達要求事項を仕様書により要求し、それに従った品質マネジメントシステム体制のもとで解析を実施させるよう「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達管理を実施する。

なお、解析の調達管理に関する具体的な流れを添付3「設工認における解析管理について」の「別図1」に示す。

(イ) 解析業務を実施するに当たり、あらかじめ解析業務の計画を策定し、解析業務実施計画書等により文書化する。

なお、解析業務の計画には、以下に示す事項の計画を明確にする。

- ・解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）
- ・使用する計算機プログラムとその検証結果※

※：解析業務実施計画書の作成段階で、使用する計算機プログラムの検証が完了していない場合は、計算機プログラムの検証計画を解析業務実施計画書に記載し当社に提出させ、また計算機プログラム検証後にその結果を当社へ提出させる。

- ・解析業務の実施体制
- ・解析結果の検証
- ・委託報告書の確認
- ・解析業務の変更管理

- ・記録の保管管理

(ロ) 解析業務に係る必要な力量を定めるとともに、従事する要員（原解析者・検証者）は必要な力量を有した者とする。

ロ. 計算機プログラム（解析コード）の管理

計算機プログラムは、評価目的に応じた解析結果を保証するための重要な役割を持っていることから、使用実績や使用目的に応じ、計算機プログラムが適正なものであることを以下のような方法により検証し、使用する。

- ・簡易的なモデルによる解析解の検算
- ・標準計算事例を用いた解析による検証
- ・実験又はベンチマーク試験結果との比較
- ・他の計算機プログラムによる計算結果との比較 等

ハ. 解析業務で用いる入力情報の伝達

当社は供給者に対し調達管理に基づく品質マネジメントシステム上の要求事項として、ISO9001の要求事項に従った文書及び記録の管理の実施を要求し、適切な版を管理することを要求する。

これにより、設工認に必要な解析業務のうち、設備又は土木建築構造物を設置した供給者と同一の供給者が主体となって解析を実施する場合は、解析を実施する供給者が所有する図面とそれを基に作成され納入されている当社所有の設備図書で、同じ最新性を確保する。

また、設備を設置した供給者以外の供給者にて解析を実施する場合は、当社で管理している図面を供給者に提供することで、供給者に最新性が確保された図面で解析を実施させる。

ニ. 入力根拠の作成

供給者に、解析業務実施計画書等に基づき解析ごとの入力根拠を明確にした入力根拠書を作成させ、また計算機プログラムへの入力間違いがないか確認させることで、入力根拠の妥当性及び入力データが正しく入力されたことの品質を確保する。

(b) 手計算による自社解析

自社で実施する解析（手計算）は、評価を実施するために必要な計算方法及び入力データを明確にした上で、当該業務の力量を持つ要員が実施する。

また、実施した解析結果に間違いがないようにするために、入力根拠、入力結果及び解析結果について、解析を実施した者以外の者によるダブルチェックを実施し、解析結果の信頼性を確保する。

(3) 設計のアウトプットに対する検証

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の「設計1」及び「設計2」で取りまとめた様式-8を設計のアウトプットとして、これが設計のインプット（「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」及び「3.3.2 各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定」参照）で与えられた要求事項に対する適合性を確認した上で、要求事項を満たしていることの検証を、組織の要員に指示する。

なお、この検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

(4) 設工認申請（届出）書の作成

設計を主管する箇所の長は、設工認の設計として実施した「3.3.3(1) 基本設計方針の作成（設計1）」及び「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」からのアウトプットを基に、設工認に必要な書類等を以下のとおり取りまとめる。

a. 要目表の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、実用炉規則別表第二の「記載すべき事項」の要求に従って、必要な事項（種類、主要寸法、材料、個数等）を設備ごとに表（要目表）又は図面等に取りまとめる。

b. 施設ごとの基本設計方針のまとめ

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(1)b. 技術基準規則条文ごとの基本設計方針の作成」で作成した施設ごとの基本設計方針を基に、実用炉規則別表第二に示された発電用原子炉施設の施設ごとの基本設計方針としてまとめ直すことにより、設工認として必要な基本設計方針を作成する。

また、技術基準規則に規定される機能・性能を満足させるための基本的な規格及び基準を、「適用基準及び適用規格」として取りまとめる。

c. 工事の方法の作成

設計を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備等が、期待される機能を確実に発揮することを示すため、当該工事の手順並びに使用前事業者検査の項目及び方法を記載するとともに、工事中の従事者及び公衆に対する放射線管理や他の設備に対する悪影響防止等の観点から特に留意すべき事項を「工事の方法」として取りまとめる。

d. 各添付書類の作成

設計を主管する箇所の長は、「3.3.3(2) 適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）」の設計結果及び図面等の設計資料を基に、基本設計方針に対する詳細設計の結果、及び設計の妥当性に関する説明が必要な事項を取りまとめた様式-6及び様式-7を用いて、実用炉規則別表第二に示された添付書類を作成する。

なお、実用炉規則別表第二に示された添付書類において、解析コードを使用している場合には、添付書類の別紙として「計算機プログラム（解析コード）の概要」を作成する。

e. 設工認申請（届出）書案のチェック

設計を主管する箇所の長は、設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長が定めた作成分担に基づき、作成した設工認申請（届出）書案について、要員を指揮して、以下の要領でチェックする。

- (a) 設計を主管する箇所でのチェック分担を明確にしてチェックする。
- (b) コメントが付されている場合は、その反映要否を検討し、必要に応じ資料を修正した上で、再度チェックする。
- (c) 設計対象の追加または変更をした場合は、関連書類の整合が取られていることをチェックする。
- (d) 必要に応じこれらを繰り返し、設工認申請（届出）書案のチェックを完了する。

(5) 設工認申請（届出）書の承認

「3.3.3(3) 設計のアウトプットに対する検証」及び「3.3.3(4)e. 設工認申請（届出）書案のチェック」を実施した設工認申請（届出）書案について、設工認申請（届出）書の取りまとめを主管する箇所の長は、設計を主管する箇所の長が

作成した資料のチェックが確実に実施されたことを確認した上で取りまとめ、原子力発電安全委員会（原子力発電安全運営委員会）へ付議し、審議及び確認を得る。

また、設工認申請（届出）書の提出手続きを主管する箇所の長は、原子力発電安全委員会（原子力発電安全運営委員会）の審議及び確認を得た設工認申請（届出）書について、原子力規制委員会及び経済産業大臣への提出手続きを承認する。

3.3.4 設計における変更

設計を主管する箇所の長は、設計対象の追加又は変更が必要となった場合、「3.3.1 適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化」～「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」の各設計結果のうち、影響を受けるものについて必要な設計を実施し、影響を受けた段階以降の設計結果を必要に応じて修正する。

3.4 工事に係る品質管理の方法

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく具体的な設備の設計の実施及びその結果を反映した設備を導入するために必要な工事を、「3.6 設工認における調達管理の方法」の管理を適用して実施する。

3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）

工事を主管する箇所の長は、工事段階において、以下のいずれかの方法で、設工認を実現するための具体的な設計（設計3）を実施し、決定した具体的な設備の設計結果（既に工事を着手し設置を終えている設備について、既に実施された具体的な設計の結果が設工認に適合していることを確認することを含む。）を様式-8の「設備の具体的設計結果」欄に取りまとめる。

(1) 自社で設計する場合

本店組織又は発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「設計3」を実施する。

(2) 「設計3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達し、発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達管理として「設計3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施

する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

- (3) 「設計3」を発電所組織の工事を主管する箇所の長が調達し、かつ、調達管理として「設計3」を管理する場合

発電所組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、発電所組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

- (4) 「設計3」を本店組織の工事を主管する箇所の長が調達し、かつ、調達管理として「設計3」を管理する場合

本店組織の工事を主管する箇所の長は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達により「設計3」を実施する。

また、本店組織の工事を主管する箇所の長は、その調達の中で供給者が実施する「設計3」の管理を、調達管理として詳細設計の検証及び妥当性確認を行うことにより管理する。

3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施

工事を主管する箇所の長は、設工認に基づく設備を設置するための工事を、「工事の方法」に記載された工事の手順並びに「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い実施する。

なお、この工事の中で使用前事業者検査を実施する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で使用前事業者検査を含めて実施する。

また、設工認に基づき設置する設備のうち、既に工事を着手し設置を終えている設備については、以下のとおり取り扱う。

- (1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し設置を完了して調達製品の検証段階の適合性確認対象設備については、「3.5 使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認に基づく設備を設置する工事のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備については、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従い、着手時点のグレードに応じた工事を継続して実施するとともに、「3.5 使用前事業者検査の方法」の段階から実施する。

なお、この工事の中で適合性確認を実施する場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に従った調達製品の検証の中で実施する。

3.5 使用前事業者検査の方法

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、保安規定に基づく使用前事業者検査を計画し、「検査・試験通達」に従い、工事実施箇所からの独立性を確保した検査体制のもと、実施する。

3.5.1 使用前事業者検査での確認事項

使用前事業者検査は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するために、以下の項目について検査を実施する。

①実設備の仕様の適合性確認

②実施した工事が、「3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）」及び「3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施」に記載したプロセス並びに「工事の方法」のとおり行われていること。

これらの項目のうち、①を設工認品質管理計画の第 3.5-1 表に示す検査として、②を品質マネジメントシステムに係る検査（以下「QA 検査」という。）として実施する。

②については工事全般に対して実施するものであるが、工事実施箇所が「3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理」を実施する場合は、工事実施箇所が実施する溶接に関するプロセス管理が適切に行われていることの確認を QA 検査に追加する。

また、QA 検査では上記②に加え、上記①のうち工事実施箇所が実施する検査の、記録（工事実施箇所が採取した記録・ミルシート等。）の信頼性確認（記録確認検査や抜取検査の信頼性確保）を行い、設工認に基づく検査の信頼性を確保する。

3.5.2 使用前事業者検査の計画

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が、認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「3.3.3 設工認における設計及び設計のアウトプットに対する検証」、「3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）」で実施した設計1、2及び設計3のアウトプットに対する妥当性を確認するための方法を様式-8に整理し、使用前事業者検査を計画する。

使用前事業者検査は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3.3-1表の要求種別ごとに第3.5-1表に示す確認項目、確認視点及び主な検査項目を基に計画を策定する。

適合性確認対象設備のうち、技術基準規則上の措置（運用）に必要な設備についても、使用前事業者検査を計画する。

個々に実施する使用前事業者検査に加えてプラント運転に影響を及ぼしていないことを総合的に確認するため、特定の条文・様式-8に示された「設工認設計結果（要目表／設計方針）」によらず、定格熱出力一定運転時の主要パラメータを確認することによる使用前事業者検査（負荷検査）の計画を必要に応じて策定する。

(1) 使用前事業者検査の方法の決定

検査を担当する箇所の長は、「工事の方法」に記載された使用前事業者検査の項目及び方法並びに第3.3-1表の要求種別ごとに定めた第3.5-1表に示す確認項目、確認視点、主な検査項目の考え方を使得、確認項目ごとに設計結果に関する具体的な検査概要及び判定基準を以下の手順により使用前事業者検査の方法として明確にする。第3.5-1表の検査項目ごとの概要及び判定基準の考え方を第3.5-2表に示す。

- a. 様式-8の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」及び「設備の具体的設計結果」欄に記載された内容と該当する要求種別を基に、検査項目を決定する。
- b. 決定された検査項目より、第3.5-2表に示す「検査項目、検査概要、判定基準の考え方について（代表例）」及び「工事の方法」を参照し適切な検査方法を決定する。
- c. 決定した各設備に対する以下の内容を、様式-8の「確認方法」欄に取りまとめる。なお、「確認方法」欄では、以下の内容を明確にする。
 - (a) 検査項目
 - (b) 検査方法

第 3.5-1 表 要求事項に対する確認項目及び確認の視点

要求種別		確認項目	確認視点	主な検査項目	
設備	設計要求	設置要求	名称、取付箇所、個数、設置状態、保管状態	据付検査 状態確認検査 外観検査	
		機能要求	材料、寸法、耐圧・漏えい等の構造、強度に係る仕様(要目表)	要目表の記載どおりであることを確認する。	材料検査 寸法検査 建物・構築物構造検査 外観検査
			系統構成、系統隔離、可搬設備の接続性	実際に使用できる系統構成になっていることを確認する。	据付検査 状態確認検査 耐圧検査
			上記以外の所要の機能要求事項	目的とする機能・性能が発揮できることを確認する。	漏えい検査 特性検査 機能・性能検査
	評価要求	解析書のインプット条件等の要求事項	評価条件を満足していることを確認する。	内容に応じて、設置要求、機能要求の検査を適用	
運用	運用要求	手順確認	(保安規定) 手順化されていることを確認する。	状態確認検査	

第3.5-2表 検査項目、検査概要及び判定基準の考え方について（代表例）

検査項目	検査概要	判定基準の考え方
材料検査	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格 ^{※1,2} 等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・使用されている材料が設工認に記載のとおりであること、また関係規格等に適合すること。
寸法検査	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内であることを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること。
外観検査	・有害な欠陥のないことを記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。
据付検査 (組立て及び据付け状態を確認する検査)	・常設設備の組立て状態並びに据付け位置及び状態が設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・設工認に記載のとおりに設置されていること。
耐圧検査	・技術基準規則の規定に基づく検査圧力で所定時間保持し、検査圧力に耐え、異常のないことを、記録又は目視により確認する。	・検査圧力に耐え、異常のないこと。
漏えい検査	・耐圧検査終了後、技術基準規則の規定に基づく検査圧力により漏えいの有無を、記録又は目視により確認する。	・検査圧力により著しい漏えいのないこと。
建物・構築物構造検査	・建物・構築物が設工認に記載のとおり製作され、組み立てられていること、また関係規格 ^{※1,2} 等に適合することを、記録又は目視により確認する。	・主要寸法が設工認に記載の数値に対して許容範囲内にあること、また関係規格等に適合すること。
機能・性能検査 特性検査	・系統構成確認検査 可搬型設備の実際に使用する系統構成及び可搬型設備等の接続が可能なことを、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・可搬型設備等の接続が可能なこと。
	・運転性能検査、通水検査、系統運転検査、容量確認検査 設計で要求される機能・性能について、実際に使用する系統状態又は模擬環境により試運転等を行い、機器単体又は系統の機能・性能を、記録又は目視により確認する。	・実際に使用する系統構成になっていること。 ・目的とする機能・性能が発揮できること。
	・絶縁耐力検査 電気設備と大地との間に、試験電圧を連続して規定時間加えたとき、絶縁性能を有することを、記録（工場での試験記録等を含む。）又は目視により確認する。	・目的とする絶縁性能を有すること。
	・ロジック回路動作検査、警報検査、インターロック検査 電気設備又は計測制御設備について、ロジック確認、インターロック確認及び警報確認等を行い、設備の機能・性能又は特性を、記録又は目視により確認する。	・ロジック、インターロック及び警報が正常に動作すること。
	・外観検査 建物、構築物、非常用電源設備等の完成状態を、記録又は目視により確認する。	・機能・性能に影響を及ぼす有害な欠陥のないこと。 ・設工認に記載のとおりに設置されていること。
	・計測範囲確認検査、設定値確認検査 計測制御設備の計測範囲又は設定値を、記録（工場での校正記録等を含む。）又は目視により確認する。	・計測範囲又は設定値が許容範囲内であること。
状態確認検査	・設置要求における機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が、設工認に記載のとおりであることを、記録又は目視により確認する。	・機器保管状態、設置状態、接近性、分散配置及び員数が適切であること。
	・評価要求に対するインプット条件（耐震サポート等）との整合性確認を、記録又は目視により確認する。	・評価条件を満足していること。
	・運用要求における手順が整備され、利用できることを確認する。	・運用された手順が整備され、利用できること。
基本設計方針に係る検査 ^{※3}	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していることを確認する。	・機器等が設工認に記載された基本設計方針に従って据付けられ、機能・性能を有していること。
QA 検査	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていることを確認する。	・事業者が設工認に記載された品質管理の方法に従って、設計情報を工事に引継ぎ、工事の実施体制が確保されていること。

※1：消防法及びJIS

※2：設計の際に採用した適用基準又は適用規格

※3：基本設計方針のうち、各検査項目で確認できない事項を対象とする。

3.5.3 検査計画の管理

検査に係るプロセスの取りまとめを主管する箇所の長は、使用前事業者検査を適切な段階で実施するため、関係箇所と調整の上、発電所全体の主要工程及び調達先の工事工程を加味した適合性確認の検査計画を作成し、使用前事業者検査の実施時期及び使用前事業者検査が確実に行われることを管理する。

なお、検査計画は、進捗状況に合わせて関係箇所と適宜調整を実施する。

3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理

主要な耐圧部の溶接部に係る検査を担当する箇所の長は、溶接が特殊工程であることを踏まえ、工程管理等の計画を策定し、溶接施工工場におけるプロセスの適切性の確認及び監視を行う。

また、溶接継手に対する要求事項は、溶接部詳細一覧表（溶接方法、溶接材料、溶接施工法、熱処理条件、検査項目等）により管理し、これに係る関連図書を含め、業務の実施に当たって必要な図書を溶接施工工場に提出させ、それを審査、承認し、必要な管理を実施する。

3.5.5 使用前事業者検査の実施

使用前事業者検査は、「検査・試験通達」に基づき、検査要領書の作成、検査体制を確立して実施する。

(1) 使用前事業者検査の独立性確保

検査を担当する箇所の長は、組織的独立した箇所に検査の実施を依頼する。

(2) 使用前事業者検査の体制

使用前事業者検査の体制は、第3.5-1図を参考に検査要領書で明確にする。

なお、検査における役務は、以下のとおりとする。

a. 総括責任者

- ・発電所における保安に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査を除く。）
- ・燃料体の工事に関する活動を統括するとともに、その業務遂行に係る品質保証活動を統括する。（燃料体に係る検査に限る。）

b. 主任技術者

- ・検査内容、手法等に対して指導・助言を行うとともに、検査が適切に行われていることを確認する。

- ・ 検査要領書制定時の審査並びに検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を審査する。
 - ・ 発電用原子炉主任技術者は、主に原子炉の核的特性や性能に係る事項等、原子炉の運転に関する保安の監督を行う。
 - ・ ボイラー・タービン主任技術者は、主に機械設備の構造、機能及び性能に係る事項等、原子力設備の工事、維持及び運用（電氣的設備に係るものを除く。）に関する保安の監督を行う。
 - ・ 電気主任技術者は、主に電気設備の構造、機能及び性能に係る事項等、電気工作物の工事、維持及び運用（電氣的設備）に関する保安の監督を行う。
- c. 品質保証責任者
- ・ 品質マネジメントシステムの観点から、検査範囲、検査方法等の妥当性の確認を実施するとともに、検査要領書の制定又は改訂が適切に行われていることを審査する。（QA検査を除く。）
- d. 検査実施責任者
- ・ 検査を担当する箇所の長からの依頼に基づき検査を実施する。
 - ・ 検査要領書を制定する。また、検査要領書に変更が生じた場合には、変更内容を確認、承認し、関係者に周知する。
 - ・ 検査員から報告された検査結果（合否判定）が技術基準規則に適合していることを最終確認し、若しくは自らが合否判定を実施し、リリース許可する。
- e. 検査員
- ・ 検査実施責任者からの指示に従い、検査を実施する。
 - ・ 検査要領書の判定基準に従い、立会い又は記録の確認により合否判定する。
 - ・ 検査記録及び検査成績書を作成し、検査実施責任者へ報告する。
- f. 助勢員
- ・ 検査実施責任者又は検査員からの指示に従い、検査に係る作業を行う。
 - ・ 検査員の役務内容のうち、合否判定以外を行う。

(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成

検査を担当する箇所の長は、適合性確認対象設備が認可された設工認に記載された仕様及びプロセスのとおりであること、技術基準規則に適合していることを確認するため、「検査・試験通達」に基づき、「3.5.2(1) 使用前事業者検査の方法の決定」で決定した様式-8の「確認方法」欄で明確にした確認方法に従った使用前事業者検査を実施するための検査要領書を作成する。

また、検査を担当する箇所の長は、検査目的、検査場所、検査範囲、設備項目、

検査方法、判定基準、検査体制、不適合処置要領、検査手順、検査工程、検査用測定機器、検査成績書の事項等を記載した検査要領書を作成し、主任技術者（燃料体に係る検査を除く。）及び品質保証責任者（QA検査は除く。）の審査を経て検査実施責任者が制定する。

なお、検査要領書には使用前事業者検査の確認対象範囲として含まれる技術基準規則の条文を明確にするとともに、適合性確認対象設備ではない使用前事業者検査の対象を明確にする。

各検査項目における代替検査を行う場合、「3.5.5(4) 代替検査の確認方法の決定」に従い、代替による使用前事業者検査の方法を決定する。

(4) 代替検査の確認方法の決定

a. 代替検査の条件

代替検査を用いる場合は、通常の方法で検査ができない場合であり、例えば以下の場合をいう。

- ・ 耐圧検査で圧力を加えることができない場合
- ・ 構造上外観が確認できない場合
- ・ 系統に実注入ができない場合
- ・ 電路に通電できない場合
- ・ 当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）※

※：「当該検査対象の品質記録（要求事項を満足する記録）がない場合（プロセス評価を実施し検査の成立性を証明する必要がある場合）」とは、以下の場合をいう。

- ・ 材料検査で材料検査証明書（ミルシート）がない場合
- ・ 寸法検査記録がなく、実測不可の場合

b. 代替検査の評価

検査を担当する箇所の長は、代替検査による確認方法を用いる場合、本来の検査目的に対する代替性の評価を実施し、その結果を「3.5.5(3) 使用前事業者検査の検査要領書の作成」で作成する検査要領書の一部として添付し、該当する主任技術者による審査を経て適用する。

なお、検査目的に対する代替性の評価においては、以下の内容を明確にする。

- ・ 設備名称

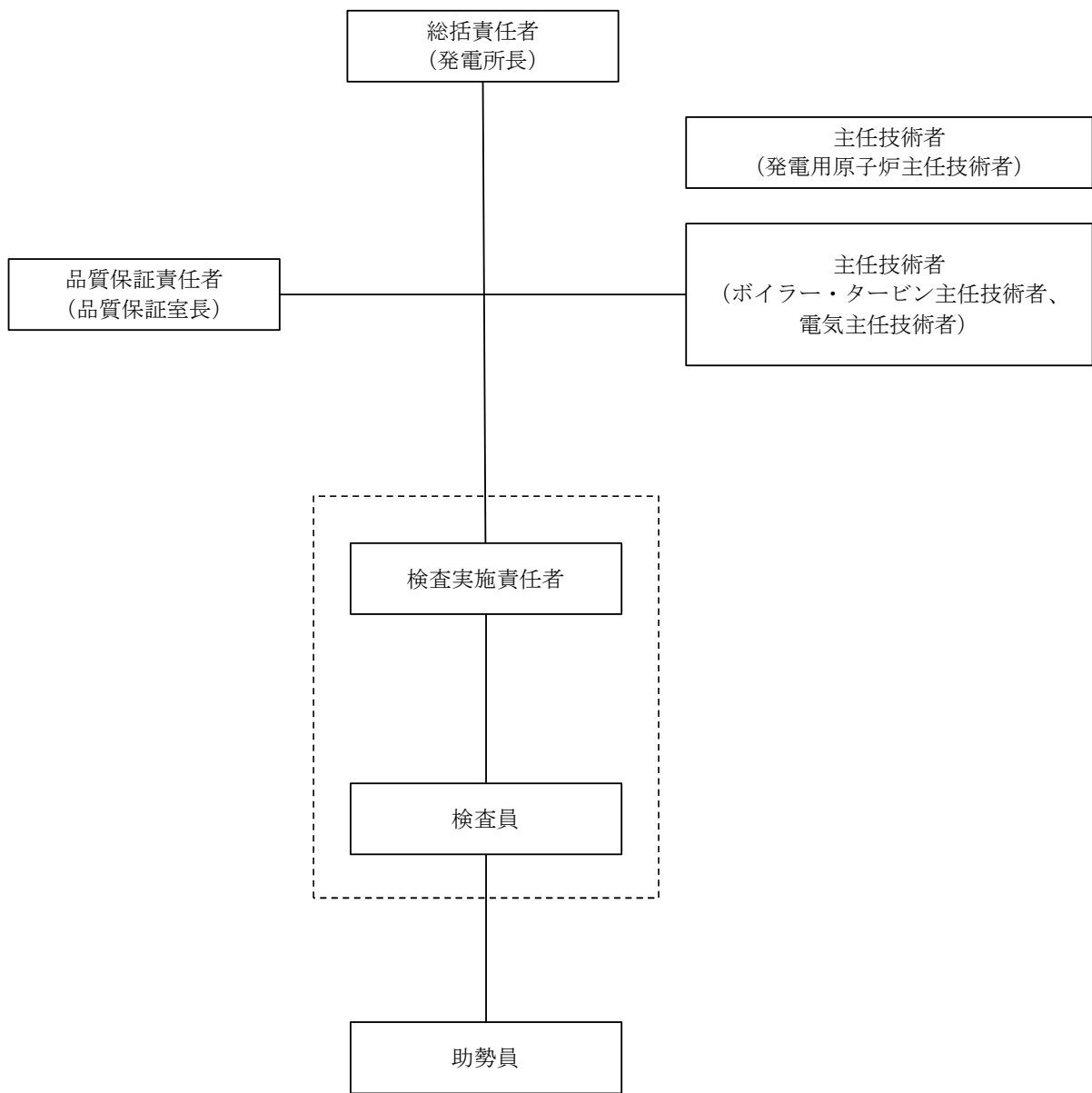
- ・ 検査項目
- ・ 検査目的
- ・ 通常の方法で検査ができない理由
 - (例) 既存の発電用原子炉施設に悪影響を及ぼすための困難性
 - 現状の設備構成上の困難性
 - 作業環境における困難性 等
- ・ 代替検査の手法及び判定基準
- ・ 検査目的に対する代替性の評価

(5) 使用前事業者検査の実施

検査実施責任者は、検査員等を指揮して、検査要領書に基づき、確立された検査体制のもとで使用前事業者検査を実施し、その結果を検査を担当する箇所の長に報告する。

報告を受けた検査を担当する箇所の長は、検査プロセスが検査要領書に基づき適正に実施されたこと、及び検査結果が判定基準を満足していることを確認したのち、検査結果を受領する。

また、検査を担当する箇所の長は、受領した検査結果を主任技術者に通知する(燃料体に係る検査を除く。)とともに、総括責任者に報告する。



破線部は工事を主管する箇所から組織的独立した者

第3.5-1図 検査実施体制 (例)

3.6 設工認における調達管理の方法

調達を主管する箇所の長は、設工認で行う調達管理を確実にするために、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に基づき、以下に示す管理を実施する。

3.6.1 供給者の技術的評価

調達を主管する箇所の長は、供給者が当社の要求事項に従って調達製品を供給する技術的な能力を判断の根拠として、供給者の技術的評価を実施する。（添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「1. 供給者の技術的評価」参照）

3.6.2 供給者の選定

調達を主管する箇所の長は、設工認に必要な調達を行う場合、原子力の安全に及ぼす影響、供給者の実績等を考慮し、調達の内容に応じたグレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、調達に必要な要求事項を明確にし、契約を主管する箇所の長へ供給者の選定を依頼する。

また、契約を主管する箇所の長は、「3.6.1 供給者の技術的評価」で、技術的な能力があると判断した供給者を選定する。

3.6.3 調達製品の調達管理

業務の実施に際し、当社においては、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、設計管理及び調達管理に係るグレード分けを適用している。

設工認に適用した機器ごとの現行の各グレードに該当する実績は様式-9「適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）」（以下「様式-9」という。）に取りまとめる。

設工認に係る品質管理として、仕様書作成のための設計から調達までのグレードごとの流れ、各グレードで実施した各段階の管理及び組織内外の相互関係を添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別図1(1/3)～(3/3)」に示す。

調達を主管する箇所の長は、調達に関する品質保証活動を行うに当たって、原子力の安全に及ぼす影響及び供給者の実績等を考慮し、グレード分けの区分（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」参照）を明確にした上で、以下の調達管理に基づき業務を実施する。

また、一般産業用工業品については、(1)の仕様書を作成するに当たり、あらかじめ採用しようとする一般産業用工業品について、原子力施設の安全機能に係る機器

等として使用するための技術的な評価を行う。

(1) 仕様書の作成

調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、以下のa～oを記載した仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理[※]する。（「3.6.3(2) 調達製品の管理」参照）

※：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス、Cクラス又は「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、設計・開発を適用する場合は、仕様書の作成に必要な設計として、添付4「当社における設計管理・調達管理について」の「2. 仕様書作成のための設計について」の活動を実施する。

- a. 工事又は購入に関する機器仕様（グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）を含む。）
- b. 供給者が実施する業務範囲
- c. 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する以下の要求事項（出荷許可の方法を含む。）
 - (a) 法令、基準、規格、仕様、図面、プロセス要求事項等の技術文書の引用
 - (b) 当社の承認を必要とする範囲（手順、プロセス等）
 - (c) 適用する法令、基準、規格等への適合性及び技術的な妥当性等を保証するために必要な要求事項
 - (d) グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に応じた性能、機能、設計のインターフェイス、材料・部品、製作、据付、検査・試験、洗浄、保管、取扱い、梱包、運転上の要求事項等の要求の範囲・程度
 - (e) 主要部材の品名・仕様（寸法・材質等）、数量
 - (f) 部材の保存に関する要求事項
 - (g) 検査・試験に関する要求事項
 - (h) 特殊な装置等を取り扱う場合、装置等を安全かつ適正に使用するために必要な設備の機能・取扱方法
 - (i) 設備が安全かつ適正に機能するために必要な運転操作、並びに保守及び保管における注意・考慮すべき事項
- d. 要員の適格性確認に関する要求事項
- e. 品質マネジメントシステムに関する要求事項
 - (a) 当社が要求する品質マネジメントシステム規格[※]

※：ISO9001を基本とし、設工認品質管理計画及び保安規定の要求事項及びIAEA基準の特徴、並びにキャスク問題等の不適合反映の要求事項を考慮した、原子力発電所の保修等に係る品質マネジメントシステム仕様をいう。

(b) 文書・記録に関する要求事項

(c) 外注先使用時における要求事項

f. 特殊工程等に関する要求事項

g. 秘密情報の範囲

h. 不適合の報告及び不適合の処理に関する要求事項

i. 健全な安全文化を育成し及び維持するために必要な要求事項

j. 調達製品を当社に引き渡す場合における調達要求事項への適合の証拠となる記録の提出に関する要求事項

k. 製品の引渡し後における製品の維持又は運用に必要な保安に係る技術情報の提供及びそれらを他の原子炉設置者と共有する場合に必要な措置に関する要求事項

l. 解析業務に関する要求事項（解析委託の管理については、添付3「設工認における解析管理について」参照）

m. 悪天候における屋外機材の安全確保措置

n. 一般産業用工業品を機器等に使用するに当たっての評価に必要な要求事項

o. 調達を主管する箇所の長が供給先で検査を行う際に原子力規制委員会の職員が同行して工場等の施設に立ち入る場合があることに関する事項

(2) 調達製品の管理

調達を主管する箇所の長は、当社が仕様書で要求した製品が確実に納品されるよう調達製品が納入されるまでの間、「施設管理通達」、「原子力部門における調達管理通達」及び「原子燃料サイクル通達」に従い、業務の実施に当たって必要な図書（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス及びBクラス、「別表1(2/2)」に示すSA常設、及び「別表4」に示す業務委託のグレードI、作業計画書等）を供給者に提出させ、それを審査し確認する等の製品に応じた必要な管理を実施する。

(3) 調達製品の検証

調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、グレード分けの区分、調達数量、調達内容等を考慮した調達製

品の検証を行う。

なお、供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。

また、調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証を、以下のいずれか1つ以上の方法により実施する。

a. 検査・試験

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、「検査・試験通達」に基づき工場又は発電所で検査・試験を実施する。

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、検査・試験のうち、当社が立会又は記録確認を行う検査・試験に関して、以下の項目のうち必要な項目を含む要領書を供給者に提出させ、それを事前に審査し、承認した上で、その要領書に基づく検査・試験を実施する。

- ・対象機器名（品名）
- ・検査・試験項目
- ・適用法令、基準、規格
- ・検査・試験装置仕様
- ・検査・試験の方法、手順、記録項目
- ・品質管理員における作業記録、作業実施状況、検査データの確認時期、頻度
- ・準備内容及び復旧内容の整合性
- ・判定基準
- ・検査・試験成績書の様式
- ・測定機器、試験装置の校正
- ・検査員の資格

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、設工認に基づく使用前事業者検査として必要な検査・試験を適合性確認対象設備ごとに実施又は計画し、設備のグレード分けの区分に応じて管理の程度を決めたのち、「3.5.5 使用前事業者検査の実施」に基づき実施する。

なお、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）については、当社にて機能・性能の確認をするための検査・試験を実施する。

b. 受入検査の実施

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、製品の受入に当た

り、受入検査を実施し、現品及び記録の確認を行う。

c. 記録の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。

d. 報告書の確認

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。

e. 作業中のコミュニケーション等

調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会等を実施することにより検証を行う。

f. 請負会社他品質監査（「3.6.4 請負会社他品質監査」参照）

3.6.4 請負会社他品質監査

供給者に対する監査を主管する箇所の長は、供給者の品質保証活動及び健全な安全文化を育成し及び維持するための活動が適切で、かつ、確実に行われていることを確認するために、請負会社他品質監査を実施する。

（請負会社他品質監査を実施する場合の例）

- ・設備：添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表3」に示すAクラス、Bクラス及びCクラスのうち設工認申請（届出）の対象設備並びにSA常設に該当する場合（原則として3年に1回の頻度で実施）
 - ・役務：過去3年以内に監査実績がない供給者で、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表4」に示すグレードIに該当する場合
- また、供給者の発注先（以下「外注先」という。）について、以下に該当する場合は、直接外注先の監査を行う。
- ・供給者が実施した外注先に対する品質監査、又は更に外注先が実施した外注又は下請会社の品質マネジメントシステム状況が不十分と判断した場合
 - ・トラブル等で必要と認めた場合

3.6.5 設工認における調達管理の特例

設工認の対象となる適合性確認対象設備は、「3.6 設工認における調達管理の方法」を以下のとおり適用する。

- (1) 既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し設置を完了し調達製品の検証段階の適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(2) 調達製品の管理」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(3) 調達製品の検証」以降の管理を設工認に基づき管理する。

(2) 既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備

設工認の対象となる設備のうち、既に工事を着手し工事を継続している適合性確認対象設備は、「3.6.1 供給者の技術的評価」から「3.6.3(1) 仕様書の作成」まで、調達当時のグレード分けの考え方（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）で管理を完了しているため、「3.6.3(2) 調達製品の管理」以降の管理を設工認に基づき管理する。

3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1 文書及び記録の管理

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」の第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、設計、工事及び検査に係る文書及び記録を、保安規定品質マネジメントシステム計画に示す規定文書に基づき作成し、これらを「原子力部門における文書・記録管理通達」に基づき管理する。

設工認に係る主な記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第3.7-1表に示すとともに、技術基準規則等への適合性を確保するための活動に用いる文書及び記録を第3.7-1図に示す。

(2) 供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質マネジメントシステム体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計当時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書を、当該設備として識別が可能な場合において、適用可能な設計図書として扱う。

この供給者が所有する設計図書は、当社の文書管理下で第3.7-1表に示す記録として管理する。

当該設備に関する設計図書がない場合で、代替可能な設計図書が存在する場合、供給者の品質マネジメントシステム体制を確認して当該設計図書の設計当時から現在に至るまでの品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための設計図書として用いる。

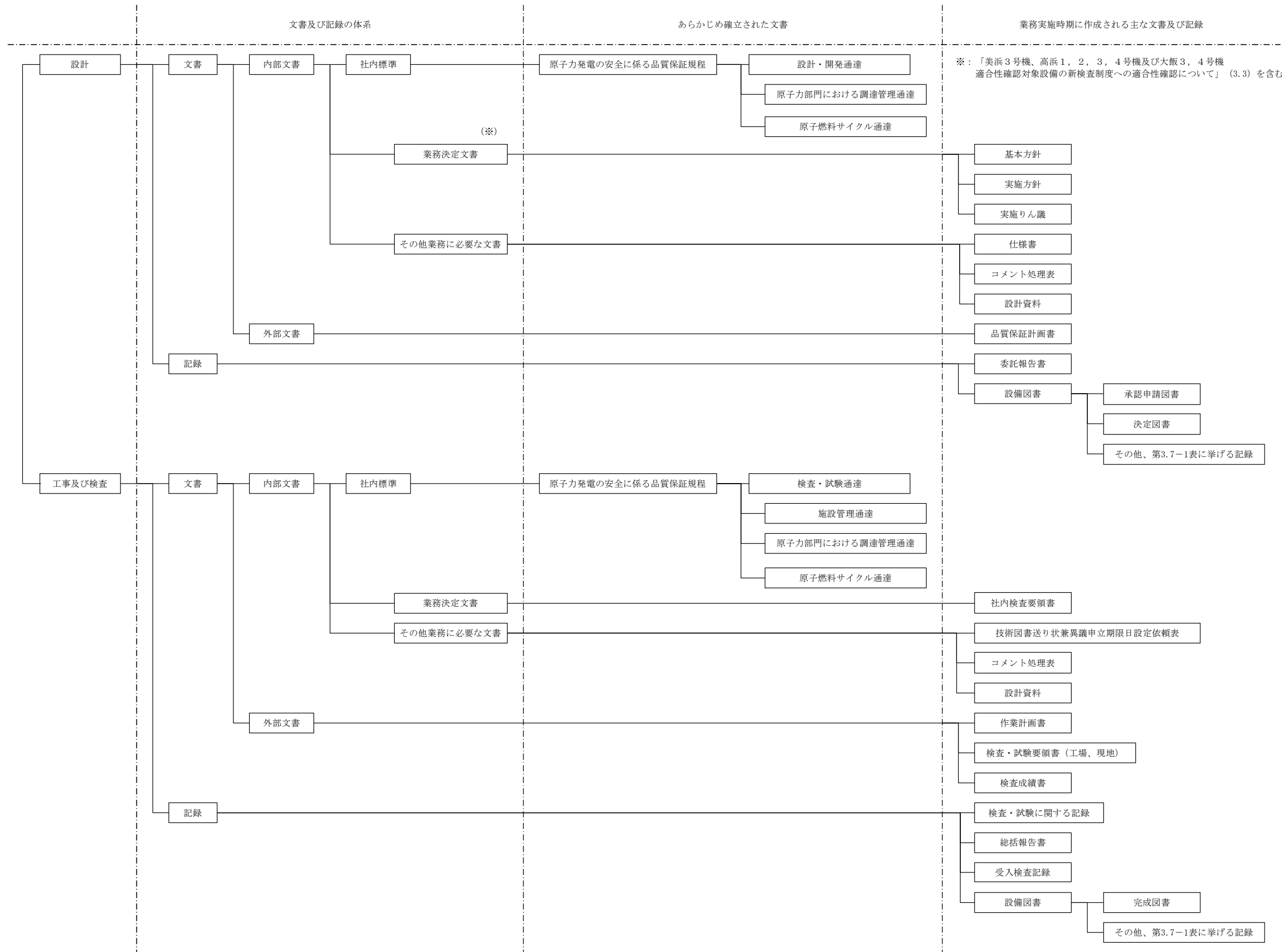
(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合、第3.7-1表に示す記録を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備のうち、既に工事を着手し設工認申請（届出）時点で工事を継続している設備、並びに添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）の設備に対して記録確認検査を実施する場合は、検査に用いる文書及び記録の内容が、使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであること（型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であること。）を確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

第3.7-1表 記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

主な記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
承認申請図書、決定図書	設備の工事中の図書であり、このうち図面等の最新版の維持が必要な図書においては、工事完了後に完成図書として管理する図書
完成図書	品質マネジメントシステム体制下で作成され、建設当時から設備の改造等に併せて最新版に管理している図書
既工認	設置又は改造当時の工事計画書の認可を受けた図書で、当該工事計画に基づく使用前検査の合格を以って、その設備の状態を示す図書
設計記録	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録（自社解析の記録を含む。）
委託報告書	品質マネジメントシステム体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果の記録（解析結果を含む。）
供給者から入手した文書・記録	供給者を通じて入手した、供給者所有の設計図書、製作図書、検査記録、ミルシート等
製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書又は仕様が確認できるカタログ等で、設計に関する事項が確認できる図書
現場確認結果 (ウォークダウン)	品質マネジメントシステム体制下で確認手順書を作成し、その手順書に基づき現場の適合状態を確認した記録



※：「美浜3号機、高浜1、2、3、4号機及び大飯3、4号機
適合性確認対象設備の新検査制度への適合性確認について」(3.3)を含む。

第3.7-1図 設計、工事及び検査に係る品質マネジメントシステムに関する文書体系

3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ

(1) 計量器の管理

a. 当社所有の計量器の管理

(a) 校正・検証

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の周期を定め管理するとともに、国際又は国家計量標準にトレーサブルな計量標準に照らして校正若しくは検証又はその両方を行う。

なお、そのような標準が存在しない場合には、校正又は検証に用いた基準を記録する。

(b) 識別管理

イ. 計量器管理台帳による識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、校正の状態を明確にするため、計量器管理台帳に、校正日及び校正頻度を記載し、有効期限内であることを識別する。

なお、計量器が故障等で使用できない場合、使用禁止を計量器管理台帳に記載するとともに、修理等で使用可能となれば、使用禁止から校正日へ記載を変更することで、使用可能であることを明確にする。

ロ. 有効期限表示ラベルによる識別

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、計量器の校正の状態を明確にするため、有効期限表示ラベルに必要事項を記載し、計量器の目立ちやすいところに貼り付けて識別する。

b. 当社所有以外の計量器の管理

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、供給者所有の計量器を使用する場合、計量器の管理が適正に行われていることを確認する。

(2) 機器、弁及び配管等の管理

工事を主管する箇所の長は、機器、弁、配管等を、刻印、タグ、銘板、台帳、塗装表示等にて管理する。

3.8 不適合管理

設工認に基づく設計、工事及び試験・検査において発生した不適合については「不適合管理および是正処置通達」に基づき処置を行う。

4. 適合性確認対象設備の施設管理

適合性確認対象設備の工事は、「施設管理通達」の「保全計画の策定」の中の「設計および工事の計画の策定」として、施設管理に係る業務プロセスに基づき業務を実施している。また、特定重大事故等対処施設に関わる秘匿性を保持する必要がある情報については、3.(1)、(2)に示す「秘密情報の管理」及び「セキュリティの観点から非公開とすべき情報の管理」を実施している。

施設管理に係る業務のプロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連を第4-1図に示す。

4.1 使用開始前の適合性確認対象設備の保全

工事又は検査を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備の保全を、以下のとおり実施する。

4.1.1 工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

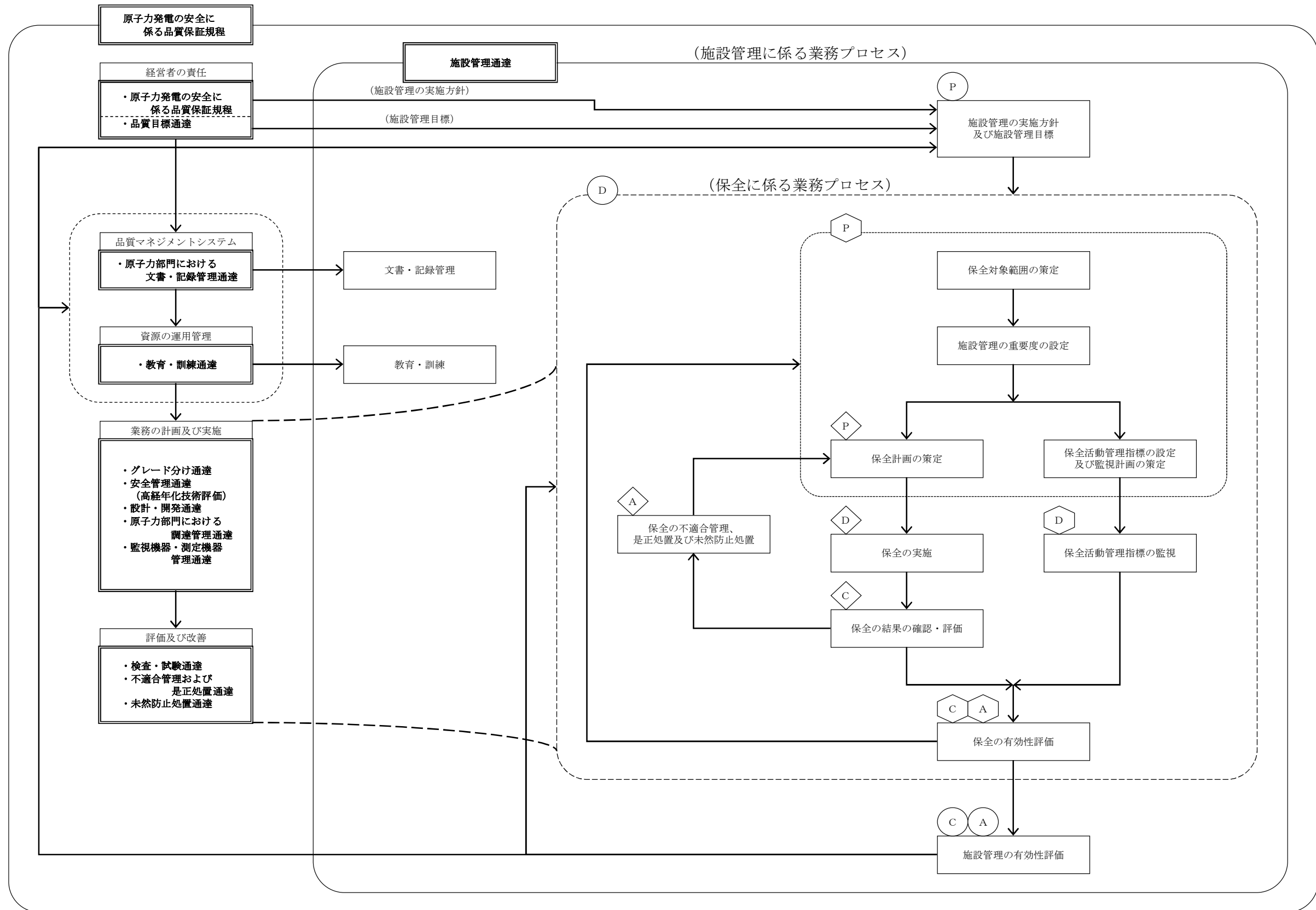
工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.1.2 設工認の認可後に工事を着手し設置が完了している常設又は可搬の設備

設工認の認可後に工事を着手し、設置が完了している常設又は可搬の設備は、巡視点検又は日常の保守点検（月次の外観点検、動作確認等）の計画を定め、設備の状態を点検し、異常のないことを確認する。

4.2 使用開始後の適合性確認対象設備の保全

工事を主管する箇所の長は、適合性確認対象設備について、技術基準規則への適合性を使用前事業者検査を実施することにより確認し、適合性確認対象設備の使用開始後においては、施設管理に係る業務プロセスに基づき保全重要度に応じた点検計画を策定し保全を実施することにより、適合性を維持する。



◇ ○ : JEAC4209-2007 MC-4「保守管理」の【解説4】に示す3つのPDCAサイクルに相当する。

第4-1図 施設管理に係る業務プロセスと品質マネジメントシステムの文書との関連

本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画（例）

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係			実績 (○) / 計画 (△)	インプット	アウトプット	他の記録類
		◎：主担当 原子力 事業本部	○：関連 発電所	供給者				
3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化							
3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定							
3.3.3(1)	基本設計方針の作成（設計1）							
3.3.3(2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計2）							
3.3.3(3)	設計のアウトプットに対する検証							
3.3.3(4)	設工認申請（届出）書の作成							
3.3.3(6)	設工認申請（届出）書の承認							
3.4.1	設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計3）							
3.4.2	具体的な設備の設計に基づく工事の実施							
3.5.2	使用前事業者検査の計画							
3.5.3	検査計画の管理							
3.5.4	主要な前任部署の溶接部に係る使用前事業者検査の管理							
3.5.5	使用前事業者検査の実施							
3.7.2	識別管理及びトレーサビリティ							

設備リスト (例) (設計基準対象施設)

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設置許可 技術基準 現則	設置許可基準現則及び解説	技術基準現則及び解説	必要な機能等	設備等	設備 運用 / 既設 / 新設	要求事項に 対して必須の 設備、運用か (○、×)	実用炉規則 別表第二の 記載対象 設備か (○、×)	既工程に 記載がされて いないか (○、×)	必要な対策が (a),(b),(c)のうち、 どこに対応するか	審用炉規則 別表第二に 関連する 施設・設備区分	設置変更許可 申請書 添付書類 主要設備 記載有無	備考

※:(a),(b)及び(c)が示す分類は以下のとおり。
 (a):適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの既工程に記載されていない設備
 (b):適合性確認対象設備のうち認可済み又は届出済みの既工程に記載されている設備
 (c):適合性確認対象外の設備(自主設置設備等)

設備リスト(例)(重大事故等対処設備)

表題は、リスト作成時に具体的な名称に書き換える。
網掛け欄は記載設備に応じて記載する。

設備許可基準規則 文	技術基準規則及び解釈	設備(既設+新設)	委任 人 記 載 欄	系統	設備種別		設備 運用 設備○ 運用×	詳細設計に関する事項				今後の竣工記録分類 ○: 要目+基本設計方針+ △: 関連条件 △: 基本設計方針					
					既設 新設	密設 可搬		実用設備 別表第二の 記載対象 設備か? 対象: ○: 対象外: ×	竣工時に 記載して いるか? 記載: ○: 記載無: ×	使用目的が DBEと 異なるか? 異なる: ○: 同: ×	使用条件が DBEと 異なるか? 異なる: ○: 同: ×		重大事故 クラスが DBEと 異なるか? 異なる: ○: 同: ×	フローに よる分類*	実用設備別表第二に 関連する施設・設備区分		

※ ①、②、③及び④が示す分類は以下のとおり。
 ①: 新設の竣工記録可対象(要目表に記載)
 ②: 既設のうち使用目的変更・使用条件変更・構造クラスアップのいずれかを伴う竣工記録可対象(要目表に記載)
 ③: 既設のうち使用目的変更・使用条件変更・構造クラスアップのいずれも伴わない竣工記録可対象(要目表に記載)
 ④: 実用設備別表第二の記載要求事項のうち要目表に該当しない竣工記録可対象設備(基本設計方針のみに記載)

技術基準規則の各条文と各施設における適用要否の考え方（例）

技術基準規則 第〇〇条（〇〇〇〇〇）		条文の分類	
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		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	
対象施設	適用要否判断 (○□△)	理由	備考
原子炉本体			
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設			
原子炉冷却系統施設			
計測制御系統施設			
放射性廃棄物の廃棄施設			
放射線管理施設			
原子炉格納施設			
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備		
	常用電源設備		
	補助ボイラー		
	火災防護設備		
	浸水防護施設		
	補機駆動用燃料設備		
	非常用取水設備		
	敷地内土木構造物		
緊急時対策所			
第7、13条への対応に必要なとなる施設 (原子炉冷却系統施設)			
【記号説明】		○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。 □：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。 △：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。	

施設と条文の対比一覧表（例）（重大事故等対処設備）

条文		重大事故等対処施設																																																										
		49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78																													
地震	共通	地震	共通	津波	共通	火災	共通	特重設備	共通	重大事故等対処設備	共通	材料構造	共通	破壊の防止	共通	安全弁	共通	耐圧試験	共通	未臨界	共通	高圧時の冷却	個別	ハウンの圧縮	個別	低圧時の冷却	個別	最終ヒートシンク	個別	CV冷却	個別	CV過圧破壊防止	個別	下部溶融炉心冷却	個別	CV水系炉内冷却	個別	原子炉覆水素燃焼	個別	SFP冷却	個別	拡散抑制	個別	水の供給	個別	電源設備	個別	計装設備	個別	計装設備	個別	原子炉制御室	個別	監視測定設備	個別	緊急時対策所	個別	通信	個別	共用
原子炉施設の種類	分類																																																											
原子炉本体																																																												
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設																																																												
原子炉冷却システム施設																																																												
計測制御システム施設																																																												
放射性廃棄物の廃棄施設																																																												
放射線管理施設																																																												
原子炉補助施設																																																												
非常用電源設備																																																												
常用電源設備																																																												
補助ボイラー																																																												
火災防護設備																																																												
浸水防護施設																																																												
補機駆動用燃料設備																																																												
非常用取水設備																																																												
敷地内土木構造物																																																												
緊急時対策所																																																												
【記号説明】		○：条文要求に追加・変更がある。又は追加設備がある。 △：条文要求に追加・変更がなく、追加設備もない。 □：保安規定等にて維持・管理が必要な追加設備がある。 ー：条文要求を受けずる設備がない。																																																										

各条文の設計の考え方（例）

第〇条（〇〇〇〇〇）					
1. 技術基準の条文、解釈への適合に関する考え方					
No.	基本設計方針で記載する 事項	設工認資料作成の考え方（理由）	項・号	解釈	添付書類
2. 設置許可本文のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方			添付書類
3. 設置許可添八のうち、基本設計方針に記載しないことの考え方					
No.	項目	考え方			添付書類
4. 添付書類等					
No.	書類名				

要求事項との対比表 (例)

技術基準規則	設工認申請 (届出) 書 基本設計方針	設置許可申請書 本文	設置許可申請書 添付資料八	備考

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）（例）

施設区分/設備区分/機器区分	名称	グレードの区分				工事の区分	該当する業務区分*			備考	
		A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬 工事等 会社		購入 のみ	業務区分Ⅰ	業務区分Ⅱ		業務区分Ⅲ
						画保 ・安規 ・7定 ・3品質 マ 設計 開発 の 適用 計					

※：「業務区分Ⅰ～Ⅲ」とは添付「当社におけるグレード分けの考え方」の「1.2(1)～(3)」をいう。

当社におけるグレード分けの考え方

当社では業務の実施に際し、原子力の安全に及ぼす影響に応じて、グレード分けの考え方を適用している。

設計管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」）及び調達管理（保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」）に係るグレード分けについては以下のとおりである。

なお、平成25年7月に施行された新規制基準を見据えて、平成25年3月に重大事故等対処設備に対する重要度の考え方を策定し運用を開始した。（別表1(2/2)参照）

1. 当社におけるグレード分けの考え方と適用

設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方とその適用については、以下のとおりである。

1.1 設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方

当社における設備の設計・調達の管理に係るグレード分けの考え方は、「グレード分け通達」に規定しており、その内容を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

なお、解析単独の調達の場合については、役務の調達として管理し、供給者に対する品質マネジメントシステム上の要求事項にグレード分けを適用している。

1.2 設備の設計・調達の各段階におけるグレードの適用

設備の設計・調達の各段階において「施設管理通達」、「設計・開発通達」、「原子力部門における調達管理通達」、「検査・試験通達」及び「原子燃料サイクル通達」並びに業務決定文書「シビアアクシデント対策設備に係る品質管理活動および保全活動の基本的な考え方」に基づき、別表1(1/2)～(2/2)のグレードに応じた品質保証活動を適用しており、その内容を別表2に示す。

また、設備の設計・調達の業務の流れを、別表2に基づき以下の3つに区分する。

(1) 業務区分Ⅰ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用する場合を対象とし、その業務の流れを別図1(1/3)に示す。

(2) 業務区分Ⅱ

Aクラス、Bクラス、Cクラス又はSA常設のうち設計・開発を適用しない場合並びにSA可搬（工事等含む。）を対象とし、その業務の流れを別図1(2/3)に示す。

(3) 業務区分Ⅲ

SA可搬（購入のみ）を対象とし、その業務の流れを別図1(3/3)に示す。

1.3 調達要求事項と検査・試験におけるグレードの適用

調達要求事項と検査・試験の項目においては、別表1(1/2)～(2/2)のグレードのほか、工事等の範囲、内容の複雑さ、実績等を勘案の上、品質保証活動を適用しており、その内容を別表3に示す。

なお、別表1(1/2)に示すCクラスについては、品質保証計画書の提出を要求しないことから、品質マネジメントシステムに関する要求事項は適用していないが、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）の対象となる場合は、検査等が追加されることから、品質マネジメントシステムに関する要求事項等を追加している。

また、SA可搬（購入のみ）については、汎用（市販）品であり、原子力特有の技術仕様を要求するものではないことから、供給者に対する要求事項は必要なものに限定している。

なお、具体的な適用は個々の設備により異なることから、仕様書で明確にしている。

1.4 業務委託におけるグレードの適用

解析業務等を委託する場合には、「原子力事業本部他業務委託取扱要綱」に基づき供給者の品質マネジメントシステムに係る要求事項についてグレード分けを適用しており、その内容を別表4に示す。

供給者のグレード分けの考え方は、別表1(1/2)～(2/2)のグレード等に応じて、供給者の品質管理活動を品質保証計画書の提出又は品質監査により確認している。

別表1(1/2) 設計・調達に管理に係るグレード分け
(原子炉施設)

重要度*	グレードの区分
次のいずれかに該当する工事 ○クラス1の設備に係る工事 ○クラス2の設備に係る工事 ・クラス2の設備のうち、「安全設計審査指針」でいう「重要度の特に高い安全機能を有する系統」は、クラス1に分類 ○クラス3の設備及びその他の設備のうち、発電への影響度区分がR3「その故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備」を除く設備に係る工事	Aクラス 又は Bクラス
上記以外の設備に係る工事	Cクラス

※：上記の「クラス1～3」は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」のクラス1～3であり、発電への影響度区分との関係は以下のとおり。

発電への 影響度区分	安全上の機能別重要度区分							
	クラス1		クラス2		クラス3		その他	
	PS-1	MS-1	PS-2	MS-2	PS-3	MS-3		
R1	A		B				C	
R2								
R3								

R1：その故障により発電停止となる設備

R2：その故障がプラント運転に重大な影響を及ぼす設備（R1を除く）

R3：上記以外でその故障がプラント稼動にほとんど影響を及ぼさない設備

別表1(2/2) 設計・調達に管理に係るグレード分け
(原子炉施設のうち重大事故等対処施設)

重要度	グレードの区分
○特定重大事故等対処施設 ○重大事故等対処設備（常設設備）	SA常設
○重大事故等対処設備（可搬設備）	SA可搬（工事等含む。） 又は SA可搬（購入のみ）

別表2 設計・調達に於ける各段階とその実施内容

管理の段階	実施内容	グレードの区分				
		A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
					工事等 含む	購入 のみ
I	工事計画 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」に基づき、工事の基本となる計画を作成する。 (設計開発計画と兼ねる場合がある※1)	○	○	○	○	○
II	調達要求事項作成のための設計 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.1 設計開発計画」～「7.3.5 設計開発の検証」に基づき、仕様書作成のための設計を実施する。	○※1	○※1	○※1	—	—
III	調達 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.4 調達」に基づき、設計・工事及び検査のための仕様書を作成する。(購入のみの調達を含む。)	○	○	○	○	○
IV	設備の設計 保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3.5 設計開発の検証」に基づき、詳細設計の確認を実施する。	○	○	○	○	—
V	工事及び検査 工事は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」及び「7.5.1 個別業務の管理」に基づき管理する。 また、検査は、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」、「7.3.6 設計開発の妥当性確認」、「7.5.1 個別業務の管理」及び「8.2.4 機器等の検査等」に基づき管理する。	○	○	○	○※2,3	○※3
	SA可搬(購入のみ)に対する機能・性能確認 SA可搬(購入のみ)においても、機能・性能を確認するための検査・試験を実施する。	—	—	—	—	○

○：該当あり —：該当なし

※1：以下の工事における業務は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用し、それ以外の工事の計画は保安規定品質マネジメントシステム計画「7.1 個別業務に必要なプロセスの計画」を適用している。

【保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用する工事】

「設計・開発通達」に定めるところの、既設備の原設計を機能的又は構造的に変更する工事であって、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）を伴う工事のうち、以下のいずれかに該当する工事をいう。

ただし、当社で過去に実績のある工事は除く。（SA常設の場合は海外での実績を含む。）

- ・ Aクラス又はBクラスの機器を対象とした工事
- ・ Aクラス又はBクラスの機器に影響を及ぼすおそれのあるCクラスの機器を対象とした工事

※2：必要な場合は確認を実施する。

※3：当社による受入検査を含む。

別表3 調達要求事項と検査・試験に係るグレード分け

項目	グレードの区分	A、B クラス	C クラス	SA 常設	SA可搬	
					工事等 含む	購入 のみ
調達 要求 事項	機器仕様	○	○	○	○	○
	適用法令等	○	○	○	○	—
	設計要求事項	○	○	○	○	—
	材料・製作・据付等	○	○	○	○	—
	要員の適格性	○	○	○	○	—
	品質マネジメントシステム要求事項	○	—※1	○	—	—
	不適合の報告・処理	○	—※1	○	○	—
	健全な安全文化を育成し及び維持するための活動	○	—※1	○	—	—
	調達要求事項適合の記録	○	○	○	○	—
	調達後の技術情報提供	○	○	○	○	○
	解析業務	○※2	—※1,2	○※2	○※2	—
	耐震・強度計算等	○※2	—※1,2	○※2	○※2	—
検査・ 試験	材料検査	○	○	○	—※2	—
	寸法検査	○	○	○	—※2	—
	非破壊検査	○	○	○	—※2	—
	耐圧・漏えい検査	○	○	○	—※2	—
	外観検査	○	○	○	○	○
	性能機能検査	○	○	○	—※2	—

○：該当あり —：該当なし

※1：Cクラスのうち、発電用原子炉設置変更許可申請、設工認申請（届出）の対象設備並びに使用前事業者検査（溶接）の対象設備に適用する。

※2：必要に応じ実施する。

別表4 業務委託に係るグレード分け

グレードの区分	内 容	品質保証 計画書	品質監査
グレードⅠ	成果が設備・業務に直接反映される委託 ・関連法令に定める「設工認申請（届出）」及び検査に係る業務 ・重要度分類Aクラス又はBクラスの設備の設計・評価に係る役務 等	○	○
グレードⅡ	成果が設備・業務に直接反映される委託 ・上記以外	—※	—
グレードⅢ	成果が設備・業務に直接反映されない委託	—	—

※：業務に従事する要員の必要な力量等を含めた「品質管理事項の説明書」を、供給者から提出させる。

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力 ※1	発電所	供給者			
I	工事計画	基本方針の作成				設計を主管する箇所の長は、設計の基本となる計画を「基本方針」として作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・基本方針
II	調達要求事項作成のための設計					<p>設計を主管する箇所の長は、設計へのインプットとして要求事項を明確にした「実施方針」を作成し、「実施方針」の承認過程で適切性をレビューする。また、設計に関する組織間のインターフェイスを明確にし、効果的なコミュニケーション及び明確な責任の割当てを実施する。</p> <p>工事を主管する箇所の長は、設計からのアウトプットとして「実施りん議」及び「仕様書」を作成し、「実施りん議」及び「仕様書」の承認過程でレビューするとともに、インプットの要求事項を満たしていることを確実にするために検証を実施する。</p>	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議 ・仕様書
III	調達	仕様書の作成				<p>工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。</p> <p>契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。</p>	・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計					<p>工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。）</p> <p>また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。</p>	・3.6.3 調達製品の調達管理	・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
V	工事及び検査					<p>工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。</p> <p>検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。</p> <p>工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。</p>	・3.6.3 調達製品の調達管理	<ul style="list-style-type: none"> 作業計画書 検査・試験要領書（工場、現地） 技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 コメント処理票 社内検査要領書 検査・試験に関する記録 総括報告書 完成図書

※1：調達本部を含む。

※2：設計・開発の計画は、保安規定品質保証計画「7.1 業務の計画」に基づく実施方針を兼ねる。

※3：（）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図 1(1/3) 業務フロー（業務区分 I）

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力 ※1	発電所	供給者			
I	工事計画	実施方針の作成				設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
II	調達要求事項作成のための設計							
III	調達	仕様書の作成				工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計	調達製品の検証		供給者の設計 詳細設計図書		工事を主管する箇所の長は、供給者の品質保証システムを審査するために「品質保証計画書」を徴収し、審査・承認する。（ただし、定期的に徴収している場合はこの限りではない。） また、供給者の詳細設計結果を「承認申請図書」として提出させ、「コメント処理表」により審査・承認し、「決定図書」として提出させる。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・品質保証計画書 ・承認申請図書 ・コメント処理表 ・決定図書
V	工事及び検査	調達製品の検証 (工場での検査・試験) 図書の審査 調達製品の検証 (現地での検査・試験)		製 作 現地作業関連図書 現地据付工事 竣 工		工事を主管する箇所の長は、調達要求事項を満たしていることを確実にするために、供給者から「作業計画書」、「検査・試験要領書（工場、現地）」等の必要な承認申請図書を提出させ、「技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表」及び「コメント処理表」を用いて審査・承認する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。 また、供給者の検査・試験の結果を立会いまたは記録により確認する。 工事を主管する箇所の長は、工事及び検査の結果を「総括報告書」及び「完成図書」として提出させる。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・作業計画書 ・検査・試験要領書（工場、現地） ・技術図書送り状兼異議申立期限日設定依頼表 ・コメント処理票 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録 ・総括報告書 ・完成図書

※1：調達本部を含む。
 ※2：（）表示は、燃料体に係る検査の場合を示す。

別図 1(2/3) 業務フロー（業務区分Ⅱ）

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力 *1	発電所	供給者			
I	工事計画	実施方針の作成	◎	◎	—	設計又は工事を主管する箇所の長は、設計の要求事項を明確にした「実施方針」又は「実施りん議」を作成する。	・3.6 設工認における調達管理の方法	・実施方針 ・実施りん議
II	調達要求事項作成のための設計		—	—	—	—	—	—
III	調達	仕様書の作成	◎	◎	○	工事を主管する箇所の長は、承認された「実施りん議」に添付した「仕様書」にて、契約を主管する箇所の長に契約の手続きを依頼する。 契約を主管する箇所の長は、登録された供給者（取引先）の中から工事等の要求品質、価格、規模、納（工）期、技術力、実績等に基づき取引先を選定する。	・3.6.1 供給者の技術的評価 ・3.6.2 供給者の選定 ・3.6.3 調達製品の調達管理	・実施りん議 ・仕様書
IV	設備の設計		—	—	—	—	—	—
V	工事及び検査	調達製品の検証 (受入検査、社内検査)	—	◎	○	工事を主管する箇所の長は、必要に応じ供給者から「検査成績書」等を提出させて確認する。 工事を主管する箇所の長は、受入検査を実施し、「受入検査記録」を作成する。 検査を担当する箇所の長は、「社内検査要領書」を作成し、それに基づき社内検査を実施し、「検査・試験に関する記録」を作成する。	・3.6.3 調達製品の調達管理	・検査成績書 ・受入検査記録 ・社内検査要領書 ・検査・試験に関する記録

※1：調達本部を含む。

別図 1(3/3) 業務フロー（業務区分Ⅲ）

技術基準規則ごとの基本設計方針の作成に当たっての基本的な考え方

1. 設置変更許可申請書との整合性を確保する観点から、設置変更許可申請書本文に記載している適合性確認対象設備に関する設置許可基準規則に適合させるための「設備の設計方針」、及び設備と一体となって適合性を担保するための「運用」を基にした詳細設計が必要な設計要求事項を記載する。
2. 技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文以外で詳細設計が必要な設計要求事項（多様性拡張設備等）がある場合は、その理由を様式-6「各条文の設計の考え方（例）」に明確にした上で記載する。
3. 自主的に設置したものは、原則として記載しない。
4. 基本設計方針は、必要に応じて並び替えることにより、技術基準規則の記載順となるように構成し、箇条書きにする等表現を工夫する。
5. 基本設計方針の作成に当たっては、必要に応じ、以下に示す考え方で作成する。
 - (1) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち、「性能」を記載している設計方針は、技術基準規則への適合性を確保する上で、その「性能」を持たせるために特定できる手段がわかるように記載する。

また、技術基準規則への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。

なお、手段となる「仕様」が要目表で明確な場合は記載しない。
 - (2) 設置変更許可申請書本文の記載事項のうち「運用」は、「基本設計方針」として、運用の継続的改善を阻害しない範囲で必ず遵守しなければならない条件が分かる程度の記載を行うとともに、運用を定める箇所（品質マネジメントシステムの2次文書で定める場合は「保安規定」を記載する。）の呼びみを記載し、必要に応じ、当該施設に関連する実用炉規則別表第二に示す添付書類の中でその運用の詳細を記載する。

また、技術基準規則の本文及び解釈への適合性を確保する観点で、設置変更許可申請書本文に対応した事項以外に必要となる運用を付加する場合も同様の記載を行う。
 - (3) 設置変更許可申請書本文で評価を伴う記載がある場合は、設工認申請（届出）書の添付書類として担保する条件を以下の方法を使い分けることにより記載する。

- a. 評価結果が示されている場合、評価結果を受けて必要となった措置のみを設工認申請（届出）の対象とする。
 - b. 今後評価することが示されている場合、評価する段階（設計又は工事）を明確にし、評価の方法及び条件、並びにその評価結果に応じて取る措置の両方を設計対象とする。
- (4) 各条文のうち、要求事項が該当しない条文については、該当しない旨の理由を記載する。
- (5) 条項号のうち、適用する設備がない要求事項は、「適合するものであることを確認する」という設工認申請（届出）の審査の観点を踏まえ、当該要求事項の対象となる設備を設置しない旨を記載する。
- (6) 技術基準規則の解釈等に示された指針、原子力規制委員会文書、（旧）原子力安全・保安院文書、他省令等の呼び込みがある場合は、以下の要領で記載を行う。
- a. 設置時に適用される要求等、特定の版の使用が求められている場合は、引用する文書名及び版を識別するための情報（施行日等）を記載する。
 - b. 監視試験片の試験方法を示した規格等、条文等で特定の版が示されているが、施設管理等の運用管理の中で評価する時点でエンドースされた最新の版による評価を継続して行う必要がある場合は、保安規定等の運用の担保先を示すとともに、当該文書名及び必要に応じそのコード番号を記載する。
 - c. 解釈等に示された条文番号は、当該文書改正時に変更される可能性があることを考慮し、条文番号は記載せず、条文が特定できる表題で記載する。
 - d. 条件付の民間規格又は設置変更許可申請書の評価結果等を引用する場合は、可能な限りその条件等を文章として反映する。

また、設置変更許可申請書の添付書類を呼び込む場合は、対応する本文のタイトルを呼び込む。

なお、文書名を呼び込む場合においても「技術評価書」の呼び込みは行わない。

設工認における解析管理について

設工認に必要な解析のうち、調達（「3.6 設工認における調達管理の方法」参照）を通じて実施した解析は、「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（一般社団法人日本原子力技術協会、平成22年12月発行）」に示される要求事項に、当社の要求事項を加えて策定した「原子力発電所保守業務要綱」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」のうち別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な調達管理の実施について」により、供給者への設工認申請（届出）に係る解析業務の要求事項を明確にしている。

これに基づき、解析業務を主管する箇所の長は、調達要求事項に解析業務を含む場合、以下のとおり特別な調達管理を実施する。

なお、事業者と供給者の解析業務の流れを別図1に示すとともに、設工認の解析業務の調達の流れを別図2に示す。

また、過去に国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった不適合事例とその対策実施状況を別表1(1/2)～(2/2)に示す。

1. 仕様書の作成

解析業務を主管する箇所の長は、解析業務に係る必要な品質保証活動として、通常の調達要求事項に加え、「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」の別紙で定めた「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」を仕様書で追加要求する。

2. 解析業務の計画

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から解析業務を実施する前に下記事項の計画（実施段階、目的、内容、実施体制等）を明確にした解析業務実施計画書を提出させ、仕様書の要求事項を満たしていることを確実にするため検証する。

- (1) 解析業務の作業手順（デザインレビュー、審査方法、時期等を含む。）
- (2) 解析結果の検証
- (3) 委託報告書の確認
- (4) 解析業務の変更管理

また、解析業務を主管する箇所の長は、供給者の解析業務に変更が生じた場合、及び契約

締結後に当社の特別の理由により契約内容等に変更の必要が生じた場合は、「3.6 設工認における調達管理の方法」に基づき必要な手続きを実施する。

3. 解析業務の実施

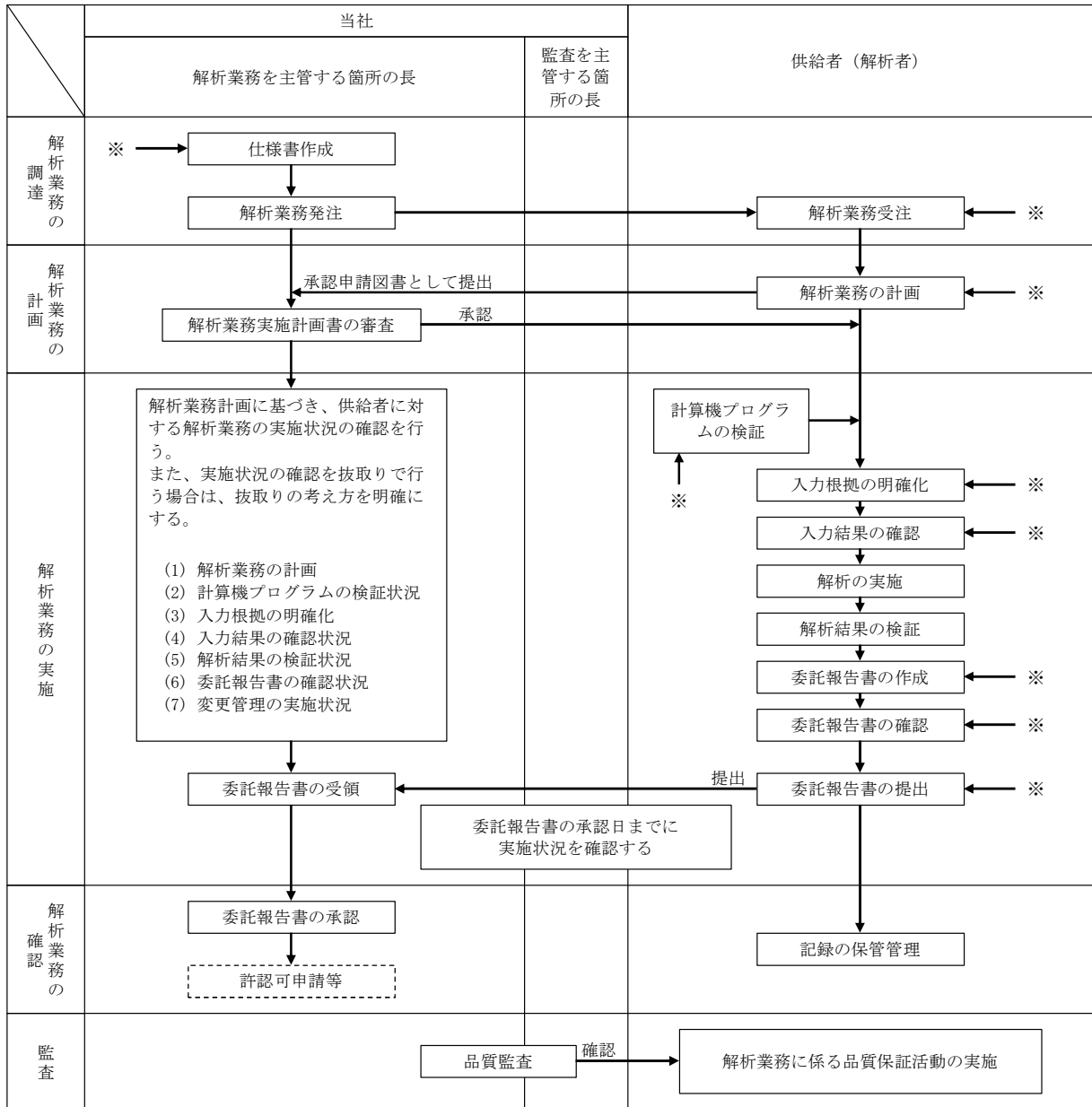
解析業務を主管する箇所の長は、供給者から委託報告書が提出されるまでに解析業務が確実に実施されていることを確認する。

当社の供給者に対する確認は「解析業務実施状況の確認チェックシート」を参考に、確認者を指名し実施する。

具体的な確認の視点を別表2に示す。

4. 委託報告書の確認

解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された委託報告書が要求事項に適合していること、また供給者が実施した検証済みの解析結果が適切に反映されていることを確認する。



※：解析業務に変更が生じる場合は、各段階においてその変更を反映させる。

別図1 解析業務の流れ

管理の段階	設計、工事及び検査の業務フロー		組織内外の部門間の相互関係 ◎：主管箇所 ○：関連箇所			実施内容	添付本文 (記載項目)	証拠書類
	当社	供給者	事業本部 原子力	発電所	供給者			
仕様書の作成			◎	—	—	解析業務を主管する箇所の長は、「仕様書」を作成し、解析業務に係る要求事項を明確にした。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.1 供給者の技術的評価 3.6.2 供給者の選定 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> (委託・工事) 仕様書
解析業務の計画			◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「解析業務実施計画書」で、計画（解析業務の作業手順／使用する計算機プログラムとその検証結果／解析業務の実施体制／解析結果の検証／委託報告書の確認／解析業務の変更管理／記録の保管管理）が明確にされていることを確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 解析業務実施計画書（供給者提出）
解析業務の実施			◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、「解析業務実施状況の確認チェックシート」を用いて、実施状況（解析業務の計画状況／計算機プログラムの検証状況／入力根拠の明確化状況／入力結果の確認状況／解析結果の検証状況／委託報告書の確認状況／解析業務の変更管理状況）について確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 解析業務実施状況の確認チェックシート
委託報告書の確認			◎	—	○	解析業務を主管する箇所の長は、供給者から提出された「委託報告書」で、供給者が解析業務の計画に基づき適切に解析業務を実施したことを確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 3.6.3 調達製品の調達管理 	<ul style="list-style-type: none"> 委託報告書（供給者提出）

別図2 本工事に係る設計・調達の流れ（解析）

別表1(1/2) 国に提出した解析関係の委託報告書等でデータ誤りがあった

不適合事例とその対策実施状況

No.	不適合事象とその対策	
1	報告年月	平成 22 年 3 月
	件名	美浜 2, 3 号機耐震バックチェック中間報告書（追補版）の応力評価値誤りについて
	事象	平成 21 年 3 月 31 日付け*で国等へ提出した「美浜発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書（追補版）」において、美浜 2 号機及び美浜 3 号機の一次冷却材管の応力評価値に誤りが確認された。 原因は、エクセルを用いた簡易評価を行う際、「地震応力」と「地震以外の応力」を取り違えて入力してしまったことにより発生したものであった。 ※：本事象は「原子力施設における許認可申請等に係る解析業務の品質向上ガイドライン（平成 22 年 12 月発行、一般社団法人日本原子力技術協会）」（以下「解析ガイドライン」という。）の制定以前に発生した。
	対策実施状況	対策として、チェックシートの改善、入力フォーム（エクセル）の色分けによる識別及び注意喚起を行った。 また、解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。
2	報告年月	平成 23 年 9 月
	件名	高浜 3, 4 号機耐震安全性評価報告書の再点検結果の追加報告について
	事象	原子力安全・保安院文書「九州電力株式会社玄海原子力発電所第 3 号機の原子炉建屋及び原子炉補助建屋の耐震安全性評価における入力データの誤りを踏まえた対応について（指示）」（平成 23 年 7 月 22 日）を受け、指示があった九州電力と同じ調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データに加え、それ以外の調達先へ発注した原子炉建屋・原子炉補助建屋の入力データについても自主的に調査を実施した結果、平成 19 年度に実施した高浜 3, 4 号機の原子炉建屋の耐震安全性評価の解析において、3 箇所に入力データ誤りがあることが確認された。 原因は、解析を実施した平成 19 年当時*は解析担当者自身が入力データを確認することになっており、客観的な視点で誤入力をチェックできる体制になっていなかったことによるものであった。 ※：本解析は解析ガイドラインの制定以前に実施していた。
	対策実施状況	解析業務に係る品質管理の充実を図るため、平成 23 年 3 月 8 日に「原子力発電所保守業務要綱指針」及び「原子力発電所請負工事一般仕様書に関する要綱指針」を改正して解析ガイドラインを反映し、平成 23 年 4 月 8 日に施行して以下のとおり実施している。 ・解析担当者（原解析者）以外の者による、入出力データのダブルチェックの実施を、「原子力発電所請負工事一般仕様書」にて調達要求している。 ・「原子力発電所保守業務要綱指針」に基づき、許認可申請等に係る解析業務を調達する場合、「原子力発電所請負工事一般仕様書」の別紙「許認可申請等に係る解析業務に関する特別な品質管理の実施について」に基づく特別な品質管理を実施する旨を調達文書へ明記することにより、調達要求事項の明確化を図っている。 ・「原子力発電所保守業務要綱指針」に基づき、当社は契約の都度、調達先に対して「原子力発電所保守業務要綱指針」の別紙に基づく業務の実施状況の確認を行っている。 ・上記の事象を受け、更なる改善として、建屋の設工認申請（届出）に係る解析業務については、当社による解析結果の全数チェックを自主的に実施している。

別表2 解析業務を実施する供給者に対する確認の視点

No.	検証項目	当社の供給者に対する確認の視点
1	解析業務の計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務に係る必要な力量が明確にされ、また従事する要員（原解析者・検証者）が必要な力量を有していること。 ・ 解析業務をアウトソースする場合、解析業務に係る必要な品質保証活動を仕様書、文書等で供給者に要求していること。
2	計算機プログラムの検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムは、適正なものであることを事前に検証し、リストへ登録していること。 ・ バージョンアップがある場合は、その都度検証を行い、リストへ登録していること。 ・ リストには、検証された計算機プログラム名称及びバージョンを明記していること。
3	入力根拠の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務実施計画書に基づき解析ごとに入力根拠を明確にしていること。
4	入力結果の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムへの入力データに間違いがないことを確認していること。 ・ エコーバック以外の方法で入力データを確認している場合は、入力桁数についても確認していること。
5	解析結果の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析結果に問題がないことを、原解析者以外の者が検証していること。
6	委託報告書の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計算機プログラムを用いた解析結果、又は汎用表計算ソフトウェアを用いた計算、若しくは手計算による解析・計算結果を、当社の指定する書式に加工及び編集して、委託報告書としてまとめていること。 ・ 作成された委託報告書が、解析業務実施計画書の内容を満足していることを確認していること。
7	解析業務の変更管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 解析業務に変更が生じた場合は、変更内容を文書化し、解析業務の各段階（解析業務の調達、計画及び実施）においてその変更を反映していること。

当社における設計管理・調達管理について

1. 供給者の技術的評価

契約を主管する箇所の長は、供給者（以下「取引先」という。）が要求事項に従って調達製品等を供給する能力を判断の根拠として、取引先の評価、登録及び再評価を「原子力部門における調達管理通達」に基づき実施する。

また、設工認については、取引先の評価を実施し、取引先の調達製品を供給する能力に問題はないことを確認しており、必要に応じて監査を実施している。

1.1 取引先の評価

契約を主管する箇所の長は、取引希望先に対して、契約前に信頼性、技術力、実績及び品質マネジメントシステム体制等について調査及び評価を行うものとする。

なお、評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

1.2 取引先の登録

取引先登録とは、評価の結果、取引先として認定することをいう。ただし、調達の都度、評価を行う場合（以下「都度評価」という。）は、取引先登録を省略することができる。

1.3 取引先の再評価

契約を主管する箇所の長は、登録取引先及び都度評価した取引先について、継続取引を行う場合には、経営状態、発注実績及び品質マネジメントシステム体制並びにその状況等についての再評価を定期的又は都度行い、継続取引の可否等を検討する。

なお、再評価基準については、設備重要度等に応じて定めることができる。

別表1 取引先に係るグレード分け

グレードの区分	対 象
第1種取引先	重要度分類Aクラス又はBクラスの機器施工会社、機器製作会社（メーカー）、機器の運転等業務委託会社
第2種取引先	上記以外の原子炉施設施工会社（土木建築工事施工会社を含む。）、機器製作会社（メーカー）、機器の運転等業務委託会社、第1種取引先又は第2種取引先の代理店
第3種取引先	原子炉施設関連の汎用（市販）品購入先、原子炉施設以外の施工・業務委託会社

2. 仕様書作成のための設計について

設計、工事を主管する箇所の長及び検査を担当する箇所の長は、「施設管理通達」、「設計・開発通達」及び「原子力部門における調達管理通達」に基づき、添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(1/2)」に示すAクラス、Bクラス及びCクラス並びに「別表1(2/2)」に示すSA常設のうち、保安規定品質マネジメントシステム計画「7.3 設計開発」を適用する場合の仕様書作成のための設計を、設計・調達の管理の各段階（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表2」に示す管理の段階Ⅱ、Ⅳ及びⅤ）において、管理を実施する。

なお、仕様書作成のための設計の流れを別図1(1/2)～(2/2)に示すとともに、仕様書作成のための設計に関する活動内容を以下に示す。

2.1 設計・開発の管理

2.1.1 設計・開発の計画

設計を主管する箇所の長は、以下の事項を明確にした設計・開発の計画を策定する。

- (1) 設計・開発の段階（インプット、アウトプット、検証及び妥当性確認）
- (2) 設計・開発の各段階に適したレビュー、検証及び妥当性確認
- (3) 設計・開発に関する責任及び権限

2.1.2 設計・開発へのインプット

設計を主管する箇所の長は、設計・開発へのインプットとして、以下の要求事項を明確にした実施方針等を作成する。

- (1) 機能及び性能に関する要求事項
- (2) 適用される法令・規制要求事項
- (3) 適用可能な場合には、以前の類似した設計から得られた情報
- (4) 設計・開発に不可欠なその他の要求事項

2.1.3 インプット作成段階のレビュー

設計を主管する箇所の長は、実施方針等の承認過程で、実施方針等の適切性をレビューする。

2.1.4 アウトプットの作成

設計を主管する箇所の長は、アウトプットとして仕様書を作成する。

アウトプットは、調達管理に用いられることから、「原子力部門における調達管理通達」の要求事項も満たすように作成する。

2.1.5 アウトプット作成段階のレビュー及び検証

設計を主管する箇所の長は、仕様書の承認過程で、仕様書が「原子力部門における調達管理通達」の要求事項を満たすように作成していることを確認するためにレビューするとともに、仕様書がインプットの要求事項を満たしていることを確実にするために対比して検証する。

インプット及びアウトプットのレビュー及び検証の結果の記録並びに必要な処置があればその記録を維持する。

なお、レビューへの参加者には、工事範囲がまたがる組織の長及び当該設計・開発に係る専門家を含め、必要に応じ、レビュー会議を開催する。

また、検証は適合性確認を実施した者の業務に直接関与していない上位職位の者に実施させる。

2.1.6 設計・開発の検証（設備の設計段階）

設計又は工事を主管する箇所の長は、設計図書及び検査・試験要領書の審査・承認の段階で、調達要求事項を変更する必要がある場合、「原子力発電所保修業務要綱」等に基づき変更手続きを行う。

2.1.7 設計・開発の妥当性確認

工事を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事段階で実施する検査・試験の結果により、設計・開発の妥当性を確認する。

2.2 設計・開発の変更管理

設計を主管する箇所の長は、設計・開発の変更を要する場合、以下に従って手続きを実施する。

(1) 次の設計・開発の変更を明確にし、記録を維持する。

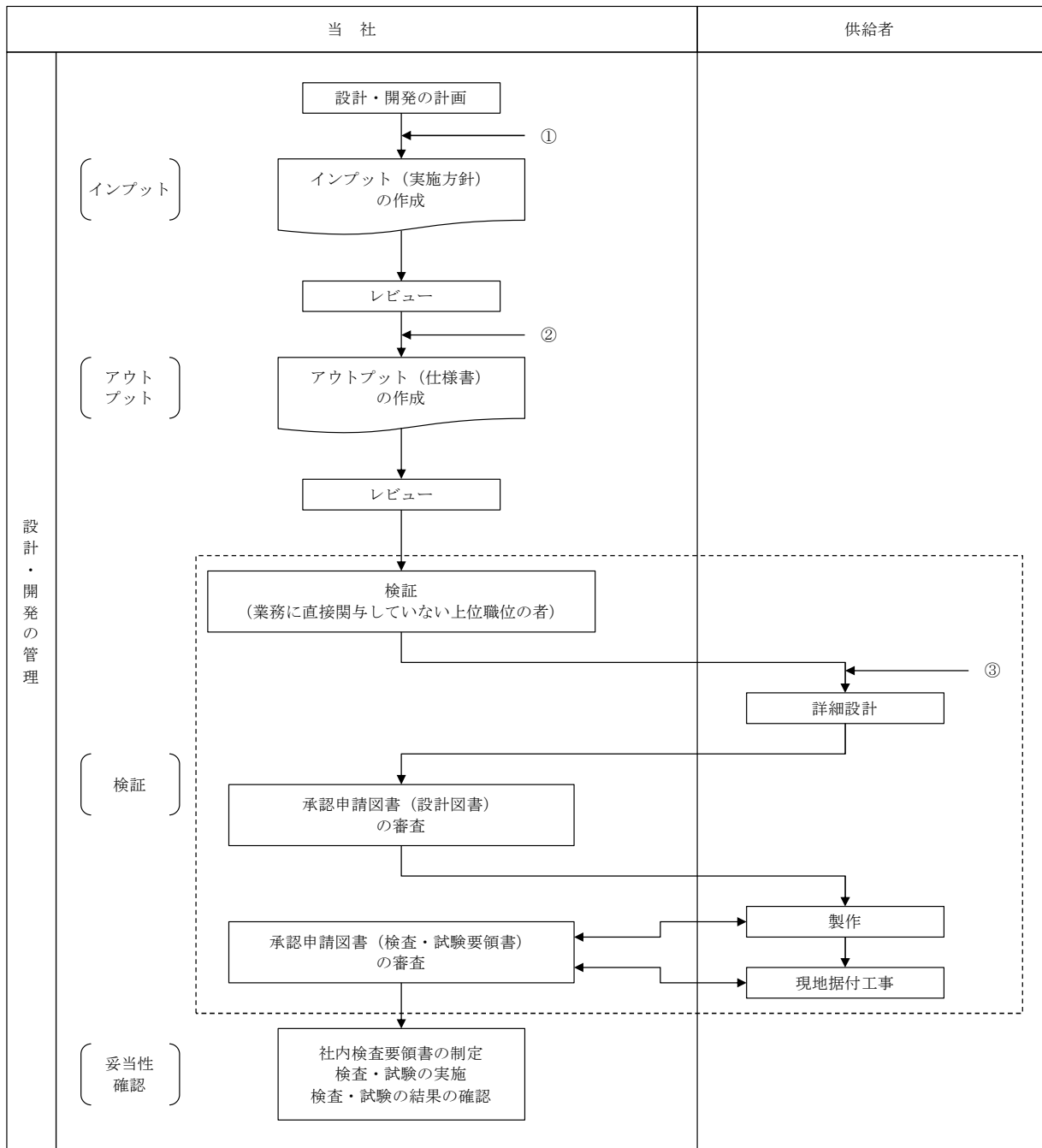
a. 仕様書の変更

b. 承認申請図書確認以降の調達先での内容変更

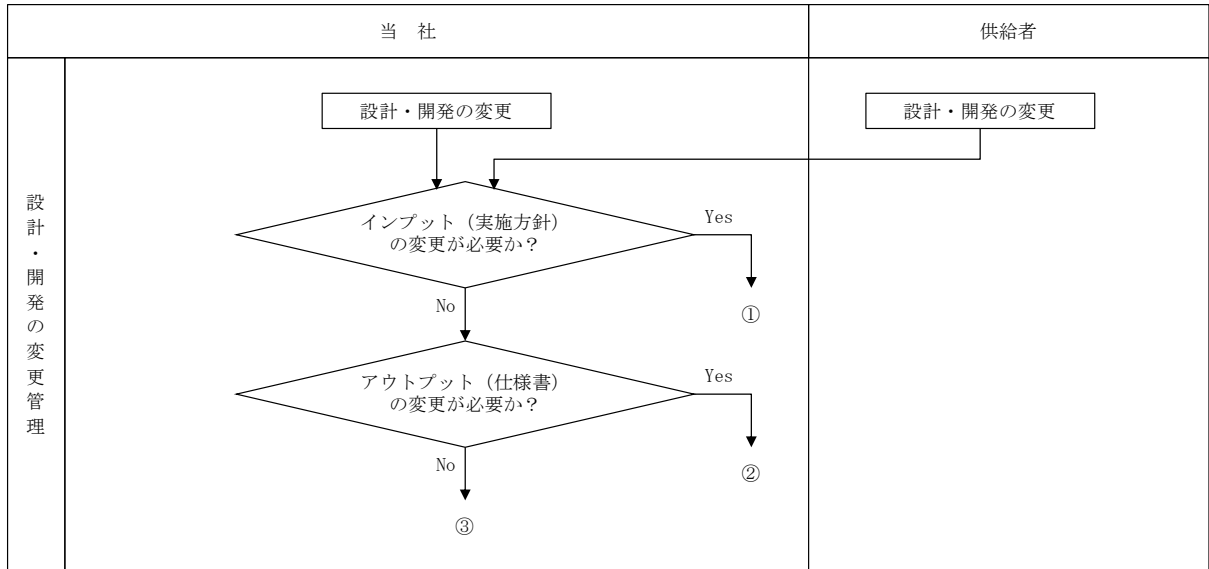
(2) (1)の変更に対し、レビュー、検証及び妥当性確認を適切に行い、その変更を実施す

る前に承認する。

- (3) レビューには、その変更が、原子炉施設を構成する要素及び関係する原子炉施設に及ぼす影響の評価を含める。
- (4) 変更のレビューの結果の記録及び必要な処置があればその記録を維持する。



別図1(1/2) 設計・開発業務の流れ



別図1(2/2) 設計・開発業務の流れ

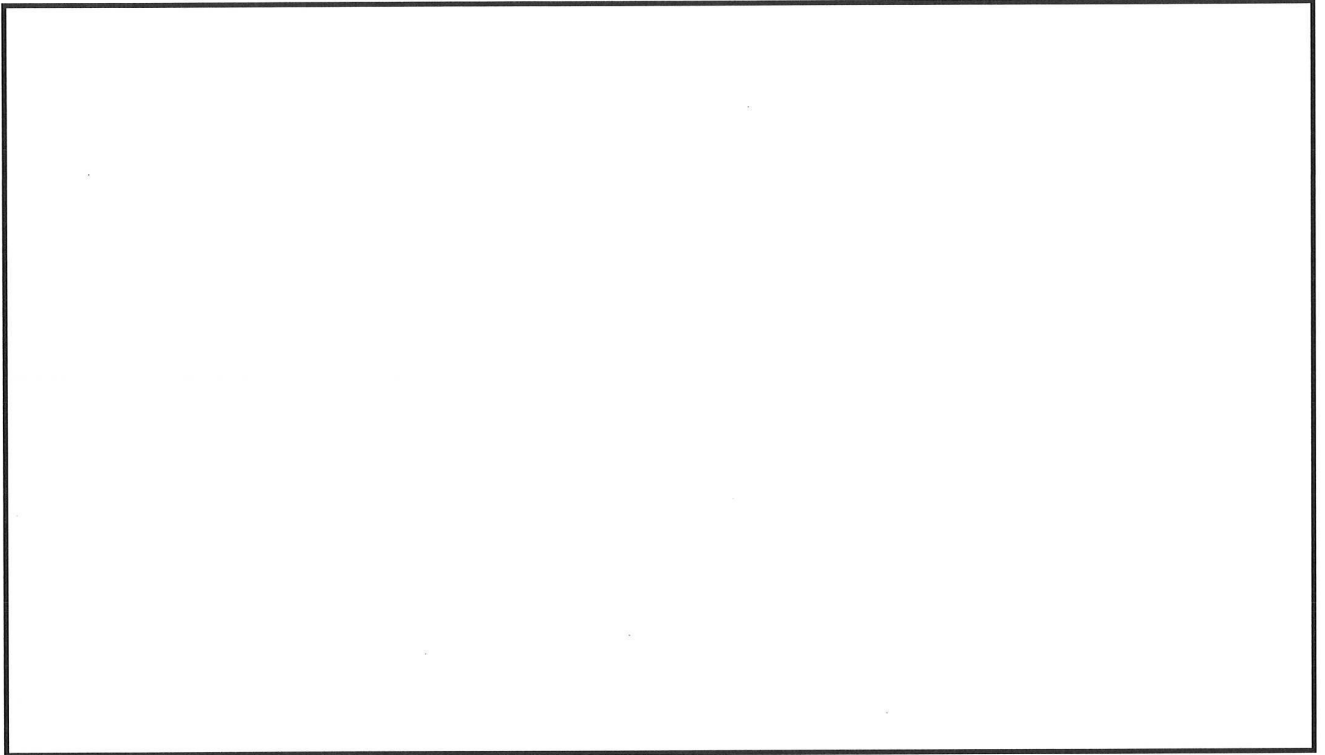
資料 5 - 2 本設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

目 次

	頁
1. 概要	T4-添5-2-1
2. 基本方針	T4-添5-2-1
3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画	T4-添5-2-1

1. 概要

本資料は、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づく設計に係るプロセスの実績、工事及び検査に係るプロセスの計画について説明するものである。



以下のページの記載内容は、テロ等対策における機密に係る事項又は商業機密に係る事項であり公開できないことから、本記載をもって省略する。

・ - T4-添 5-2-2 - ～ - T4-添 5-2-4/E -