

発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の 型式証明申請の概要

2023年4月20日

株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

本資料のうち、太枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

1. 特定機器(GNF3型)の概要	・・・2
2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造	・・・3
3. 特定機器(GNF3型)を使用することができる範囲又は条件	・・・9
4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性	・・・10
5. 安全設計に関する評価概要	・・・15
6. 発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認	・・・19
7. 後段審査への引継ぎ事項	・・・20
8. 詳細説明を予定する事項	・・・25
9. 今後の説明スケジュール	・・・26

1. 特定機器(GNF3型)の概要

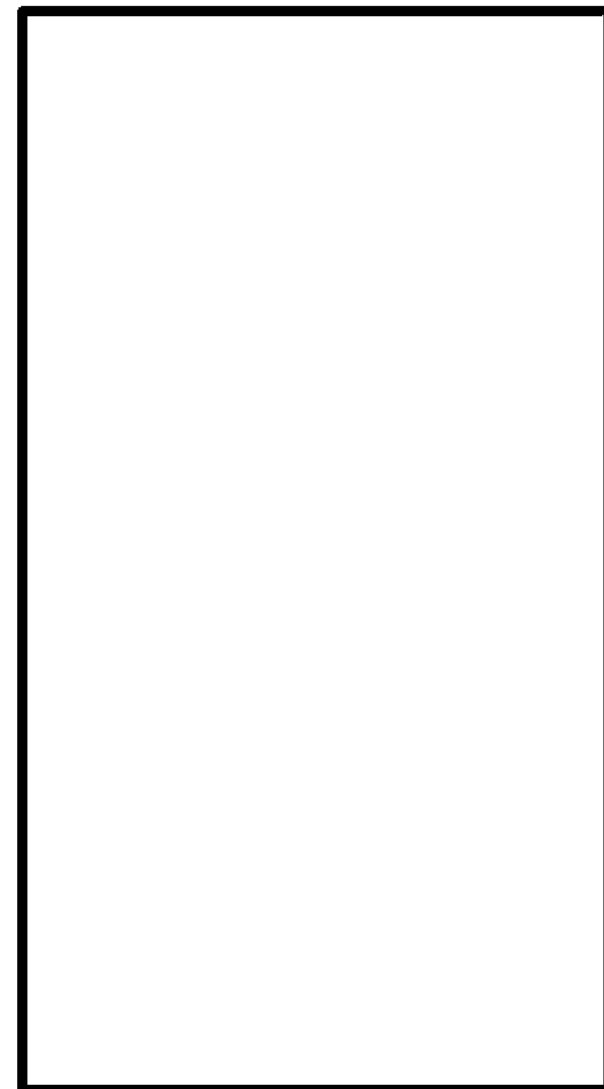
- 特定機器の種類 燃料体
- 特定機器の名称及び型式 GNF3型
- 主要な設備及び機器の種類
 - 燃料体の種類 BWR用10×10燃料体
 - 燃料材の種類 二酸化ウラン焼結ペレット
(一部ガドリニアを含む)
 - ・ ウラン235濃縮度
燃料体平均濃縮度 5.0 wt%以下
 - ・ ガドリニア濃度 約10 wt%以下
 - ・ 初期密度 理論密度の %
 - 燃料被覆材の種類 ジルカロイ-2(ジルコニウム内張)
又は
高鉄ジルカロイ^{注1}(ジルコニウム内張)

注1 ジルカロイ-2の合金成分のうち
鉄濃度を高めたジルコニウム合金

内は商業機密のため、非公開とします。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

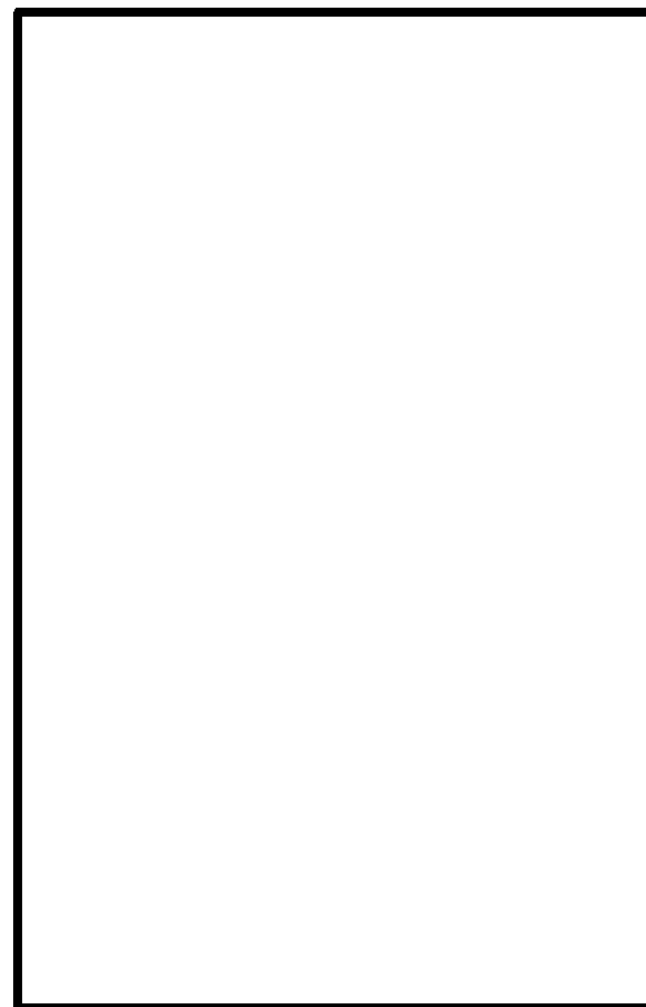
- 燃料要素の主要寸法
 - 燃料棒外径 mm
 - 被覆管厚さ mm
(うちジルコニウム内張 mm)
 - 燃料棒有効長さ
 - 標準燃料棒 m
 - 部分長燃料棒(長尺) m
 - (短尺) m



内は商業機密のため、非公開とします。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

- 燃料体の主要仕様
 - 燃料体における燃料棒配列 10行10列
 - 燃料棒ピッチ mm
 - 燃料体当たりの燃料棒本数
 - 標準燃料棒 本
 - 部分長燃料棒(長尺/短尺) 本/ 本
 - 燃料体当たりのウォータロッド本数 本
 - 質量
 - ウラン量(燃料体あたり) kg
 - 全質量(チャンネルボックスは含まない) kg



内は商業機密のため、非公開とします。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

● GNF3型の主要仕様(添付書類一)

	GNF3型
ペレット直径	□ cm
ペレット長さ	□ cm
ペレット密度	理論密度の □ %
ペレット材	UO ₂ 、UO ₂ -Gd ₂ O ₃
被覆管外径	□ cm
被覆管厚さ	□ mm(うち、ジルコニウム内張 □ mm)
被覆管材料	ジルカロイ-2(ジルコニウム内張) 又は 高鉄ジルカロイ(ジルコニウム内張) (Sn : □ wt% Fe : □ wt% Cr : □ wt% Ni : □ wt% Zr : 残り)
燃料体全長 (つかみ部分を含む)	□ m
燃料棒有効長さ	
標準燃料棒	□ m
部分長燃料棒	長尺/短尺 : □ m
ペレット-燃料被覆管間隙	□ mm
プレナム体積比	
標準燃料棒	□
部分長燃料棒	長尺/短尺 : □
ウラン濃縮度(燃料体平均)	5.0 wt%以下
ペレット最高燃焼度	□ MWd/t
最大線出力密度	44.0 kW/m
ヘリウム封入圧	□ MPa
ガドリニア濃度	約 10 wt%以下
ウォータロッド外径	□ cm



□ 内は商業機密のため、非公開とします。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

● GNF3型の構造

GNF3型は、軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉(以下「BWR」という。)に装荷され、安全に核分裂によるエネルギーを発生させる機能を有し、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第二条に規定する燃料体である。

燃料棒は、円筒形燃料被覆管に二酸化ウラン焼結ペレット(一部ガドリニアを含む。)を挿入し、両端を密封した構造とし、ヘリウムが加圧充てんされている。

GNF3型は□本の燃料棒(標準燃料棒□本及び2種類の長さの部分長燃料棒□本)と燃料体の中央部に配した□本の太径のウォータロッドを10行10列の正方形に配列し、上端及び下端にタイプレートを取り付ける。

GNF3型の外側にはチャンネルボックスを取り付け、冷却材流路を構成する。各燃料棒の間隔は、スペーサにより一定に保たれる構造とする。

GNF3型は、機械設計、核設計、熱水力設計及び耐震設計に関して要求される必要な機能を有する構造とする。

GNF3型は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(以下「原子炉等規制法」という。)等の関連法規の要求を満足するとともに、原則として、現行国内法規に基づく規格及び基準等によって設計する。本申請においては、機械設計及び耐震設計に関する次のイ. 及びロ. の設計方針に対する適合性を示す。

内は商業機密のため、非公開とします。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

イ. 機械設計に関する設計方針

(基本的設計方針)

GNF3型は、機械設計に関して、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) GNF3型は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路(安全保護系)の機能と併せて機能することにより燃料要素の許容損傷限界を超えない設計とする。
- (2) GNF3型は、原子炉冷却材の循環、沸騰その他の原子炉冷却材の挙動により生ずる流体振動により損傷を受けない設計とする。
- (3) GNF3型は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持する設計とする。
- (4) GNF3型は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとし、輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じない設計とする。

(具体的設計方針)

燃料体の機械的設計においては、燃料材料、使用温度、圧力条件及び照射効果を考慮し、次の設計方針を満足する設計とする。

- (1) GNF3型は、運転時の異常な過渡変化時において、発電用原子炉施設の各系統とあいまって、燃料の許容損傷限界の一つである被覆管に1%の円周方向平均塑性歪が生じる線出力密度を超えないこと。
- (2) 燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力(以下「限界内圧」という。)を超えないこと。
- (3) 被覆管応力は、許容応力以下であること。
- (4) 設計応力サイクル条件及びサイクル数から計算された疲労の累積係数は1以下であること。

上記のほか、被覆管の水素化、フレッキング腐食、ペレット—被覆管相互作用、使用中の燃料棒の変化等による燃料体の過度の寸法変化、燃料体の輸送及び取扱い時の健全性等についても考慮し、総合的に燃料の健全性を評価する。

2. 特定機器(GNF3型)の仕様・構造

ロ. 耐震設計に関する設計方針

(基本的設計方針)

GNF3型は、耐震設計に関して、炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、次の方針に基づき安全設計を行う。

- (1) 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。
- (2) 基準地震動 S_s による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。

(具体的設計方針)

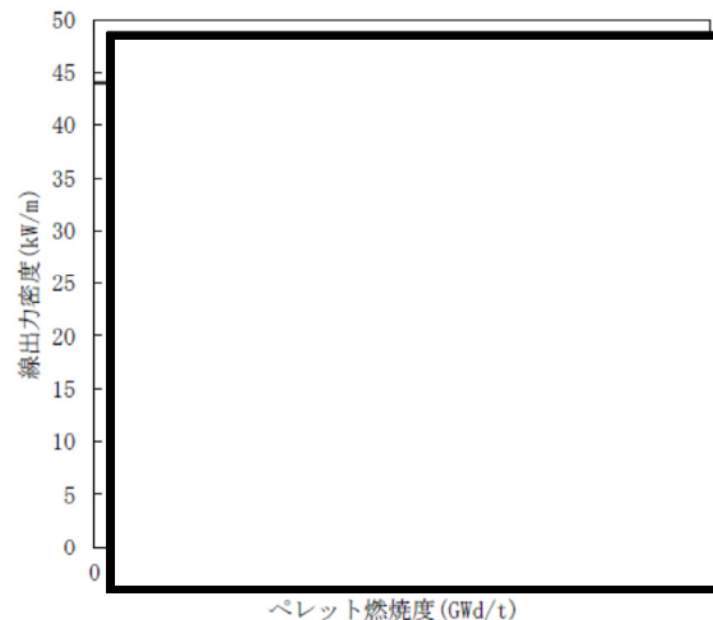
炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

- (1) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能の確認においては、通常運転時の状態で燃料被覆管に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって燃料被覆管に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
- (2) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能についての許容限界は、以下のとおりとする。
 - a. 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力との組み合わせに対する許容限界
応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることとする。
 - b. 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界
塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないこととする。

3. 特定機器(GNF3型)を使用することができる範囲又は条件

- チャンネルボックス
 - 断面内寸法 cm
- 最大線出力密度 44.0 kW/m
- 最高燃焼度
 - ペレット最高燃焼度 MWd/t
- 設計用出力履歴 右図
- 耐震設計条件
 - 地震応答加速度及び変位等 右表
 - 運転時の異常な過渡変化時の状態

冷却材圧力 MPa[abs]又は
設計用出力履歴に対して %過出力状態



第1表 GNF3型の耐震設計に用いる地震応答加速度及び変位等

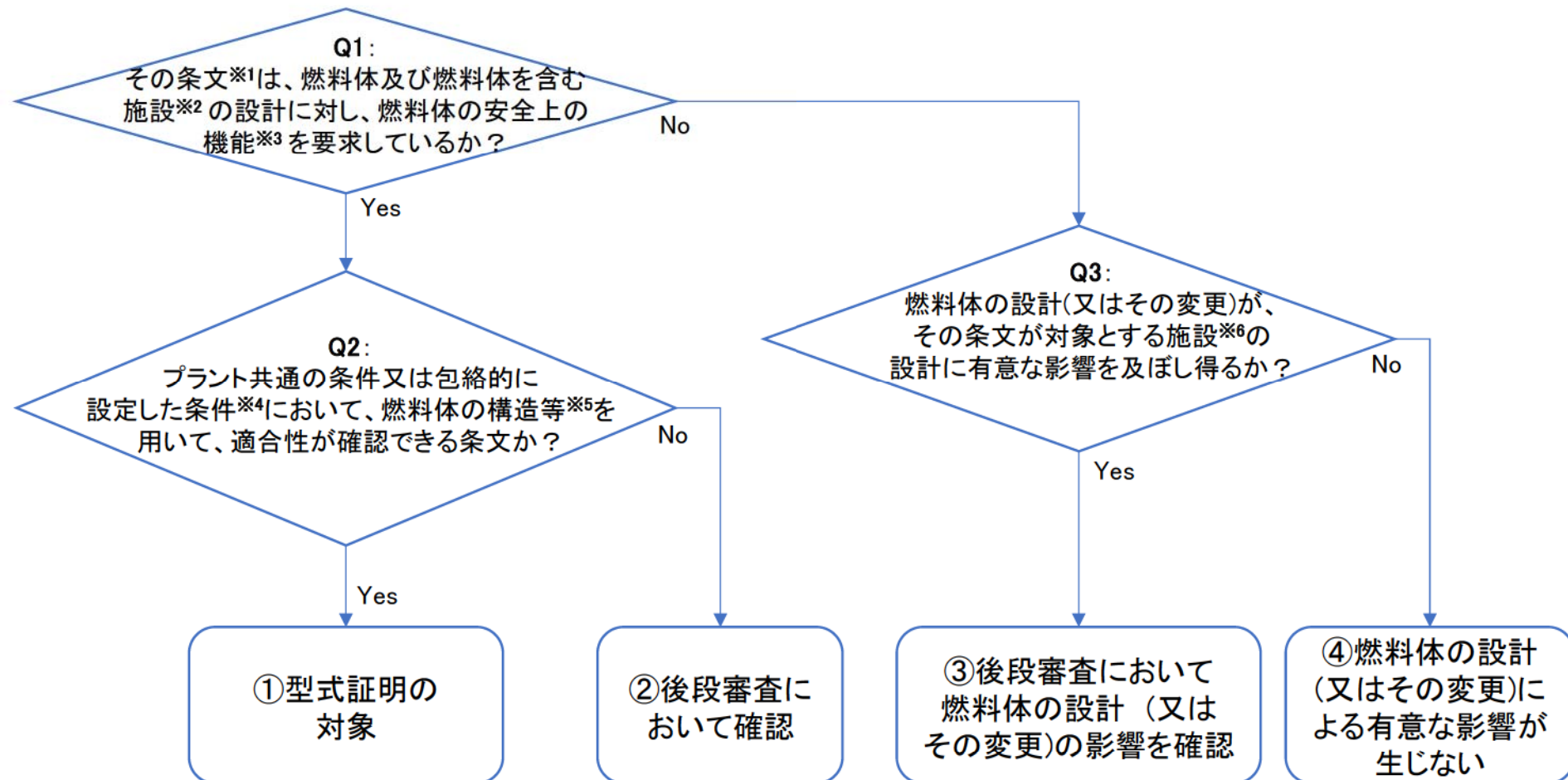
項目		評価条件
水平方向 加速度	基準地震動 Ss	<input type="text"/> m/s ²
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力 ^{**}	<input type="text"/> m/s ²
鉛直方向 加速度	基準地震動 Ss	<input type="text"/> m/s ²
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力 ^{**}	<input type="text"/> m/s ²
燃料体 変位	基準地震動 Ss	<input type="text"/> mm
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力 ^{**}	<input type="text"/> mm
地震荷重の 繰り返し回数	基準地震動 Ss	<input type="text"/> 回
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的地震力 ^{**}	<input type="text"/> 回

^{**}弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を考慮する。

内は商業機密のため、非公開とします。

4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

■ 次のフロー図に沿って設置許可基準規則の各条文を整理した。



※1 技術上の基準に係る部分に限る

※2 “燃料体を含む施設”とは、炉心、チャンネルボックス、並びにこれら及び燃料体の安全性に関わる安全施設の総称

※3 “燃料体の安全上の機能”とは、“閉込め”及び“冷却”に係る機能をいう

※4 “包絡的に設定した条件”とは、個別プラントに依存する条件について、燃料の許容損傷限界などに関わる安全上の判断基準に対し、型式証明の適用が想定される個別プラントの条件の中で最も厳しい条件又はより厳しい側に設定した条件をいう

※5 型式証明申請書本文四号並びに添付書類一第1項(1.1)、第2項(2.1～2.3)及び第4項に記載の事項


※6 “燃料体を含む施設”だけでなく燃料体に間接的に関係する施設も含む

4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

● 設置許可基準規則での要求事項に対する評価項目概要

設置許可基準規則		機械設計	耐震設計
第三条			
第四条	地震による損傷の防止	—	◎
第五条～第十四条			
第十五条	炉心等	◎	—
第十六条～第三十六条			
第三十七条～第六十二条			

◎: 設計方針及び安全評価を説明する項目

 : 申請の範囲外

4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

● 地震による損傷の防止(第四条第1項)

設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。

適合のための設計方針

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまる設計とする。

その他の設計基準対象施設については、型式証明申請の範囲外とする。

● 地震による損傷の防止(第四条第5項)

5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動Ssによる地震力を組み合わせた荷重条件により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。

なお、燃料体の機械設計においては、燃料被覆管応力、累積疲労サイクル及び過度の寸法変化防止に対する設計方針を満足するように燃料要素の設計を行うが、上記の設計方針を満足させるための設計に当たっては、これらのうち燃料被覆管への地震力の影響を考慮すべき項目として、燃料被覆管応力及び累積疲労サイクルを評価項目とする。評価においては、内外圧力差による応力、熱応力、水力振動による応力、支持格子の接触圧による応力等のほか、地震による応力を考慮し、設計疲労曲線としては、Langer and O'Donnellの曲線を使用する。

4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

● 炉心等(第十五条第2項)

2 炉心は、通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時に発電用原子炉の運転に支障が生ずる場合において、原子炉冷却系統、原子炉停止系統、反応度制御系統、計測制御系統及び安全保護回路の機能と併せて機能することにより燃料要素の許容損傷限界を超えないものでなければならない。

適合のための設計方針

燃料の健全性を確保するため、熱水力設計上の燃料要素の許容損傷限界を定め、運転時の異常な過渡変化時において、この限界値を満足するように通常運転時の熱的制限値を定める。

熱水力設計上の燃料要素の許容損傷限界の一つは、燃料被覆管とペレットの相対的膨張によって燃料被覆管に1%の円周方向平均塑性歪が生ずる線出力密度である。本申請においては、上記設計方針に対して、評価基準(線出力密度)、評価方法及び評価条件を示すが、その評価結果及びその他の許容損傷限界(最小限界出力比の過渡時の限界値及び反応度投入事象における燃料エンタルピ基準)に関する内容は型式証明申請の範囲外とする。

● 炉心等(第十五条第4項)

4 燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁は、一次冷却材又は二次冷却材の循環、沸騰その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる流体振動又は温度差のある流体の混合その他の一次冷却材又は二次冷却材の挙動により生ずる温度変動により損傷を受けないものでなければならない。

適合のための設計方針

燃料体は、原子炉冷却材の挙動により生じる流体振動により損傷を受けない設計とする。

炉心支持構造物並びに原子炉冷却系に係る容器、管、ポンプ及び弁については、型式証明申請の範囲外とする。

4. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

● 炉心等(第十五条第5項及び第6項第1号)

- 5 燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 6 燃料体は、次に掲げるものでなければならない。
- 一 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重その他の燃料体に加わる負荷に耐えるものとする。

適合のための設計方針

燃料体は、発電用原子炉内における使用期間中を通じ、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時においても、燃料棒の内圧差、燃料棒及び他の材料の照射、負荷の変化により起こる圧力・温度の変化、化学的効果、静的・動的荷重、燃料ペレットの変形、燃料棒内封入ガスの組成の変化等を考慮して、各構成要素が、十分な強度を有し、その機能が保持できる設計とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における発電用原子炉内の圧力、自重、附加荷重、核分裂生成物の蓄積による燃料被覆管の内圧上昇、熱応力等の荷重に耐える設計とする。

● 炉心等(第十五条第6項第2号)

- 二 輸送中又は取扱中において、著しい変形を生じないものとする。

適合のための設計方針

燃料体は、輸送及び取扱い中に受ける通常の荷重に耐える設計となっており、さらに輸送及び取扱いに当たっては、過度な外力を受けないよう十分配慮して行う。また、現地搬入後、燃料体の変形の有無等を点検し、その健全性を確認する。

5. 安全設計に関する評価概要

● 機械設計

GNF3型の機械設計においては、燃料材料、使用温度、圧力条件及び照射効果を考慮し、設計方針を満足する設計とすることとしている。次の項目についての評価によって設計方針への適合性を示す。

機械設計に関する評価(各評価内容は申請書添付書類一 4章参照)

項目	設計方針(評価基準)	主な評価結果
(1) 材料	燃料体に使用する主要材料は、BWRの条件に十分適合でき、発電用原子炉の運転中にその設計目的を十分満足できること	機械的特性、耐食性等の材料特性は、過去の実績等からBWRの条件に十分適合でき、発電用原子炉の運転中にその設計目的を十分満足する
(2) 照射効果	性能に影響を与える照射効果を考慮していること	燃料の燃焼が進むと燃料材及び被覆管の材料特性に影響を受けるが、性能に影響を与える照射効果を考慮した設計としている
(3) 燃料温度	ペレットが中心溶融を起こさないこと(設計目標)	解析結果から設計目標を満足する (ペレット最高温度は融点に対して十分低い)
(4) 燃料棒内圧	燃料棒内圧は限界内圧を超えないこと	解析結果から設計方針(評価基準)を満足する (燃料棒内圧は限界内圧を超えない)
(5) 応力解析	被覆管応力は許容応力以下であること	解析結果から設計方針(評価基準)を満足する (被覆管応力は許容応力以下となる)
(6) 応力サイクル及び疲労限界	疲労の累積係数は1以下であること	解析結果から設計方針(評価基準)を満足する (疲労の累積係数は1に対し十分余裕がある)
(7) フレッチング腐食	フレッチング腐食によって燃料の健全性が損なわれないこと	燃料棒の間隔を一定に保つとともに、燃料棒の振動を抑えるためにスペーサを用いているが、スペーサは、過度なフレッチング腐食又は摩耗を起こさない設計としている
(8) 水素化	燃料棒の製造工程に起因する水素化によって燃料の健全性が損なわれないこと	燃料棒の製造工程では、被覆管の水素化による損傷が生じないよう、燃料棒内の水分を十分低く抑えるように管理している
(9) 被覆管のクリープ圧潰	被覆管のクリープ圧潰によって燃料の健全性が損なわれないこと	BWR燃料は、クリープを考えた外圧によって座屈を起こすことがないよう設計・製造しており、過去の実績でもクリープ圧潰を起こしたことはない
(10) ペレット-被覆管相互作用	ペレット-被覆管相互作用によって燃料の健全性が損なわれないこと	対策として延性の大きいジルコニウムを内張りした被覆管の使用等の考慮をしている 許容損傷限界である1%の円周方向平均塑性歪が生じる線出力密度は余裕を有する
(11) 寸法形状安定性	使用中に異常な寸法形状変化が生じないこと	使用中に異常な寸法形状変化が生じないよう、被覆管は製造時に残留応力の除去を行う等、設計及び製造上の考慮をしている
(12) 燃料体の輸送及び取扱い	輸送及び取扱い中に受ける通常の荷重に十分耐えること	燃料体を構成する上部タイプレート、下部タイプレート、被覆管、スペーサ等は、輸送及び取扱い中に受ける通常の荷重に十分耐える設計としている

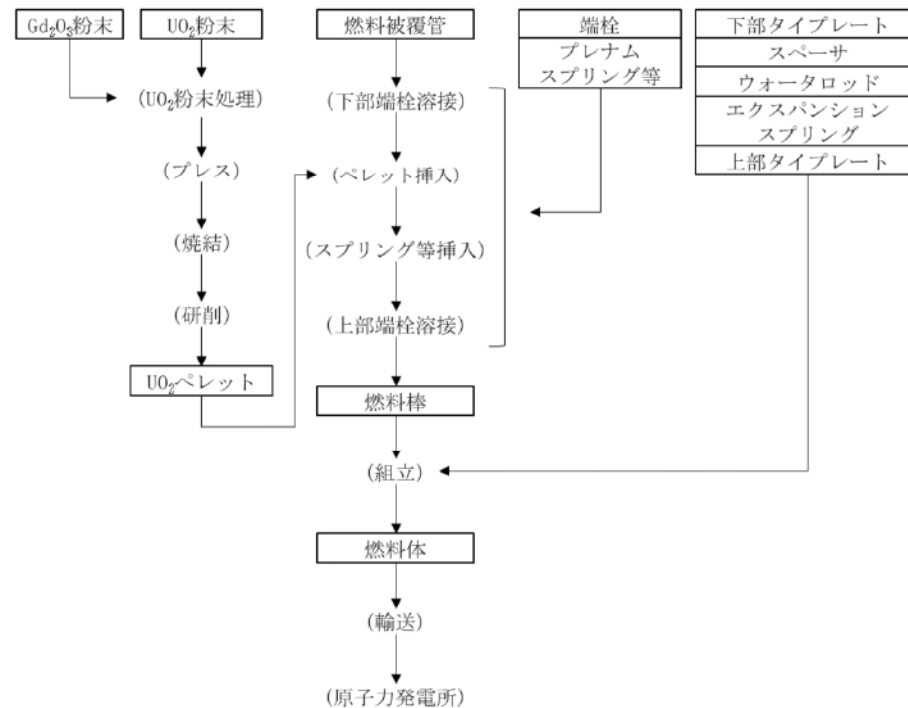
5. 安全設計に関する評価概要

● 燃料体の製造及び検査

品質管理は、燃料製造工程のすべての段階において厳しく行い、設計仕様を満たしているかどうか確認する。各段階での品質管理は、製造工程書類と品質管理計画書によって定める。

ペレットについては、 UO_2 粉末の特性、ペレットの密度、化学成分、表面仕上げ等の検査を行う。被覆管については、寸法検査、管壁欠陥を検出するための超音波探傷試験等を行い、さらに破壊試験として、化学分析、引張試験等を行う。端栓溶接の健全性は、超音波検査等によって確認する。燃料棒については、ヘリウム漏えい試験を行い、被覆管及び端栓溶接部からのヘリウムの漏れがないことを確認する。燃料体については、燃料棒間隙のような重要部分についての寸法検査と目視検査を行う。

また、現地搬入後は、燃料体の変形の有無等を点検し、その健全性を確認する。



GNF3型の製造工程概略図

5. 安全設計に関する評価概要

● 燃料体の使用実績

BWR燃料は、1960年のドレスデン1号炉初装荷燃料以来長年にわたる使用実績を持っている。これらの燃料の使用経験や多数の開発試験燃料の使用経験は、BWRの燃料設計、運転条件、燃料製造技術の向上に反映されており、1973年に改良型7×7燃料、1974年に8×8燃料が採用されて以来被覆管の損傷を生じた燃料棒は非常に少なくなっている。

海外においてグローバル・ニュークリア・フュエル・アメリカズ社又はGE社が製造した10×10燃料及びそれと同型の燃料としては、2021年時点において[]体の使用実績があり、そのうちGNF3型と燃料棒断面形状が同一の燃料については[]体の使用実績がある。また、先行使用燃料を含めると、ペレット燃焼度では[] MWd/t、炉内滞在期間では[]年以上を達成しているものもある。なお、従来燃料(10×10燃料以外)では、炉内滞在期間が11年以上のものもある。燃料の熱的制限値及び損傷限界値は、これらの燃料の使用実績及び開発試験結果に基づいて定められたものである。

GNF3型と従来燃料の設計仕様値

	GNF3 型	従来燃料 9×9 燃料(A 型)	従来燃料 GE 社実績 (10×10 燃料除く)
燃料体形状	10×10	9×9	6×6 7×7 8×8 9×9 11×11 12×12
燃料棒有効長さ(m) 標準燃料棒 部分長燃料棒 長尺/短尺	[]	約 3.71 約 2.16	1.44~3.81
プレナム体積比 (プレナム体積/燃料体積) 標準燃料棒 部分長燃料棒	[]	約 0.1 約 0.2	0.013~0.11
燃料棒外径(cm)	[]	約 1.12	1.08~1.51
ペレット-被覆管間隙(mm)	[]	約 0.20	0.07~0.30
燃料棒ピッチ(cm)	[]	約 1.43~約 1.44	1.35~2.22
燃料棒間隙(cm)	[]	約 0.31~約 0.32	0.33~0.54

[] 内は商業機密のため、非公開とします。

5. 安全設計に関する評価概要

● 耐震設計

GNF3型の耐震設計においては、炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能について、次の項目についての評価によって設計方針への適合性を示す。

耐震設計に関する評価(各評価内容は申請書添付書類一 4章参照)

項目	設計方針(評価基準)	主な評価結果
(1)応力解析	被覆管応力は許容応力以下であること	解析結果から設計方針(評価基準)を満足する (被覆管応力は許容応力以下となる)
(2)応力サイクル及び疲労限界	疲労の累積係数は1以下であること	解析結果から設計方針(評価基準)を満足する (疲労の累積係数は1に対し十分余裕がある)

6. 発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

- 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響

GNF3 型は、発電用原子炉施設において使用した場合に発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさない設計とする。

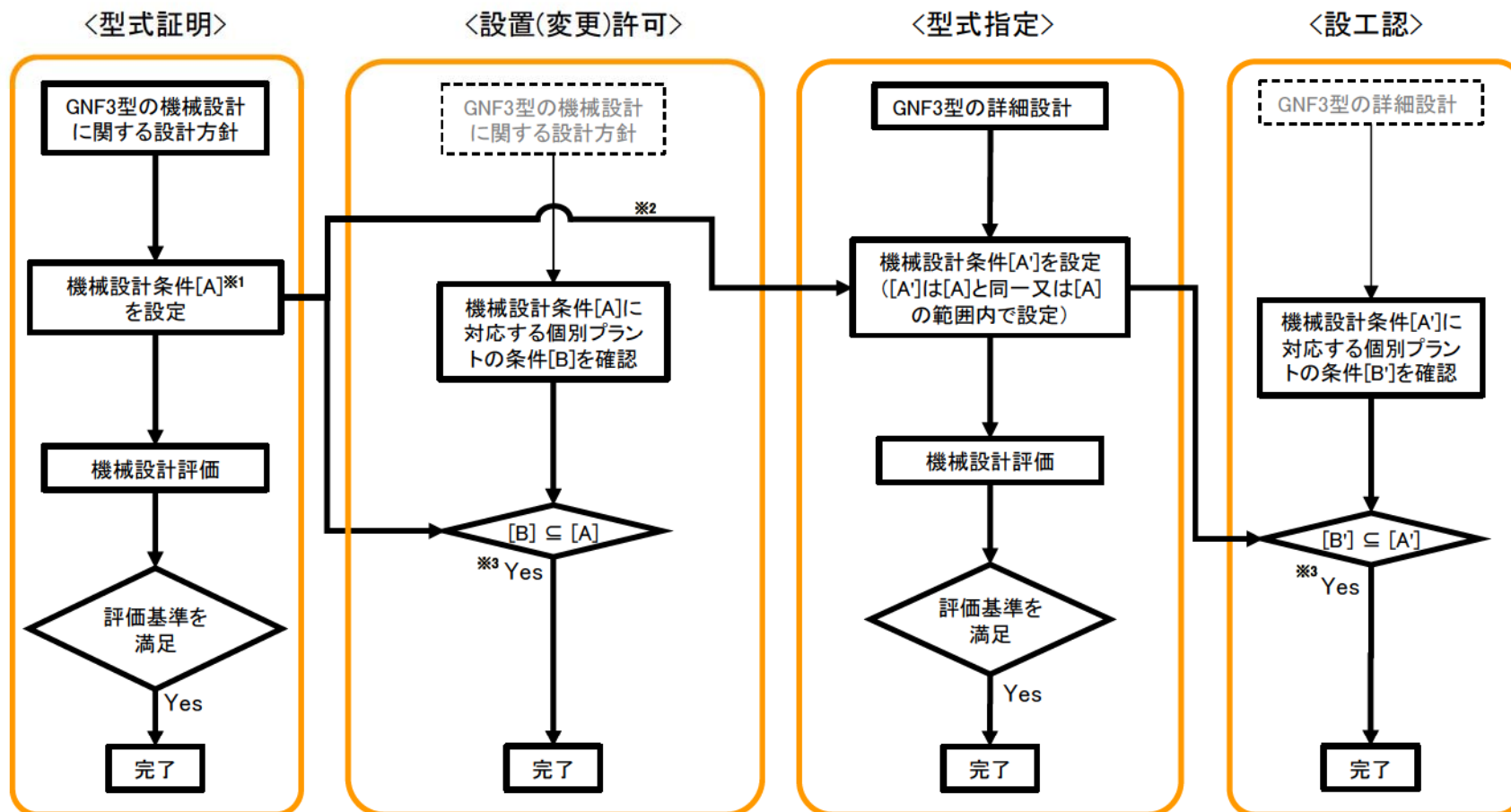
GNF3 型を発電用原子炉施設において使用した場合に、発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさないことを、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の各条に沿って確認した。

確認の結果、GNF3 型を発電用原子炉施設において使用した場合に、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼすおそれはない。

7. 後段審査への引継ぎ事項

GNF3型の適合性評価の概略フローを以下に示す。

●機械設計の場合



※1 プラント共通の条件又は包絡的に設定した条件※1。申請書本文五号1項(本資料9ページ)に記載したもの(耐震設計条件を除く)。

※2 型式指定を行わずに設工認に進む場合あり

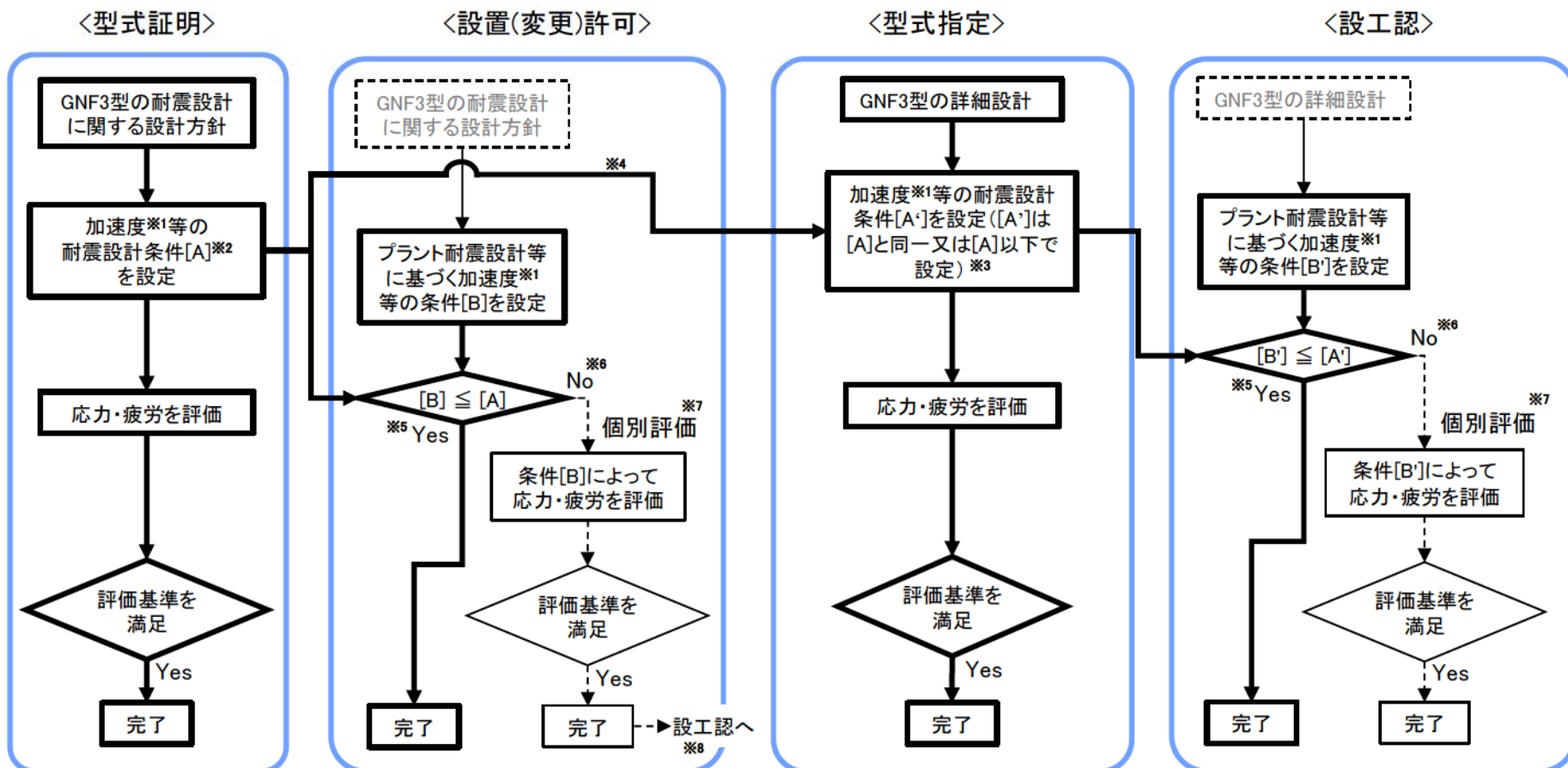
※3 機械設計条件の各項目が全て[B] ⊆ [A] (又は [B] ⊆ [A]) を満足する場合

※1「包絡的に設定した条件」とは、個別プラントに依存する条件について、燃料の許容損傷限界などに関わる安全上の判断基準に対し、型式証明の適用が想定される個別プラントの条件の中で最も厳しい条件又はより厳しい側に設定した条件をいう(本資料10ページの注記※4と同義)。

7. 後段審査への引継ぎ事項

GNF3型の適合性評価の概略フローを以下に示す。

●耐震設計の場合



※1 燃料体の地震応答加速度

※2 包絡的に設定した条件^{注1}。申請書本文五号1項(本資料9ページ)に記載したもの。

※3 水平2方向加速度考慮などを想定

※4 型式指定を行わずに設工認に進む場合あり

※5 耐震設計条件の各項目が全て $[B] \leq [A]$ (又は $[B'] \leq [A]$)を満足する場合

※6 耐震設計条件の各項目のうち、 $[B] \leq [A]$ (又は $[B'] \leq [A]$)を満足しない項目が一つ以上ある場合

※7 型式証明又は型式指定の耐震設計部分は非適用とし、機械設計部分のみ適用する。

※8 設工認では $[B] \leq [A]$ の判断をせずにNoの破線のパスへ進む。

注1「包絡的に設定した条件」とは、個別プラントに依存する条件について、燃料の許容損傷限界などに関わる安全上の判断基準に対し、型式証明の適用が想定される個別プラントの条件の中で最も厳しい条件又はより厳しい側に設定した条件をいう(本資料10ページの注記※4と同義)。

7. 後段審査への引継ぎ事項

●本型式証明申請(燃料体の機械設計及び耐震設計)に係る適合性説明方針について、次表のとおり整理した。

部品	設置許可基準規則			
	第四条 地震による損傷の防止		第十五条 炉心等	
	第1項・第5項		第2項・第4項・第5項・第6項	
	型式証明	設置(変更)許可	型式証明	設置(変更)許可
燃料体	○	(○)	○	(○)
チャンネルボックス	△	(△)	△	(△)

部品	技術基準規則			
	第五条 地震による損傷の防止		第二十三条 炉心等	
	第1項・第2項・第4項		第1項・第2項	
	型式指定	設工認	型式指定	設工認
燃料体	○	(○)	○	(○)
チャンネルボックス	△	(△)	△	(△)

- : 型式証明又は型式指定の申請範囲であり、設置許可基準規則又は技術基準規則に対する適合性についての説明を行うもの
 △ : 型式証明又は型式指定の申請範囲ではないが、チャンネルボックス断面内寸法を設計条件として考慮しているもの
 (○) : 部品の構造・仕様・設計方針及び設計条件が型式証明又は型式指定の範囲内であることの確認によって設置許可基準規則又は技術基準規則に対する適合性についての説明を行うもの
 (△) : チャンネルボックス断面内寸法が型式証明又は型式指定の範囲内であることを確認するもの

7. 後段審査への引継ぎ事項

● 設置(変更)許可申請への引継ぎ事項

型式証明で基準適合性を示した以外の要求に対する適合性を設置(変更)許可申請で別途確認する。GNF3型が特に関係する、設置(変更)許可申請で別途確認を要する条件は次のとおりである。

項目	設置(変更)許可申請への引継ぎ事項
第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止	(1) GNF3型を使用する発電用原子炉施設の設計基準対象施設は、設置許可基準規則第十三条及び第十五条第1項から第3項を満たすものであること。設計基準対象施設の安全設計の基本方針の妥当性を確認するために、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対する解析及び評価を「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」等に基づき実施し、要件を満足すること。
第十五条 炉心等	(2) 上記(1)において、核分裂の連鎖反応を制御できる能力に対しては、特に次を満足すること。 (i) プラント運転中に予期されるあらゆる運転状態において、チャンネル水力学的安定性、炉心安定性、領域安定性及びプラント安定性に対して減幅比が1よりも小さいこと。 (ii) キセノン空間振動の安定性に関しては、出力反応度係数はキセノン空間振動を十分減衰できる大きさを有すること。
	(3) 上記(1)において、運転時の異常な過渡変化に対しては、プラントの各系統とあわせて、以下の燃料要素の許容損傷限界を超えないこと。 (i) 燃料被覆管とペレットの相対的膨張によって燃料被覆管に1%の円周方向平均塑性歪が生ずる線出力密度。 (ii) 定格出力運転時に、炉心状態を監視する各パラメータの標準偏差を考慮して、炉心内の99.9%以上の燃料棒が沸騰遷移を起こさない最小限界出力比。 (iii) 「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」の第2図に示されている燃料エンタルピ ^o 、及び「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」に示されているPCMI破損を生ずる燃料エンタルピのしきい値。
	(4) 上記(1)において、事故に対しては、特に次を満足すること。 (i) 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化において、「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針」に示されている判断基準を満足すること。 (ii) 反応度投入事象において、「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針」及び「発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて」に示されている事故に対する判断基準を満足すること。

7. 後段審査への引継ぎ事項

(次表は前頁からの続き)

項目	設置(変更)許可申請への引継ぎ事項
第十六条 燃料体等の取扱施設及び 貯蔵施設	(5) 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設は、設置許可基準規則第十六条を満たすものであること。
第二十五条 反応度制御系統及び原子 炉停止系統	(6) GNF3型を使用する発電用原子炉施設の反応度制御系統及び原子炉停止系統は、設置許可基準規則第二十五条を満たすものであること。
第三十七条 重大事故等の拡大の防止 等	(7) 重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合において、炉心、使用済燃料プール内の燃料体等及び運転停止中原子炉内の燃料体の著しい損傷が防止されること。また、重大事故が発生した場合において、原子炉格納容器の破損及び発電用原子炉施設外への放射性物質の異常な水準の放出が防止されること。
第四条 地震による損傷の防止	(8) 地震応答加速度及び変位等が第1項ホの条件を超える場合、炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、次を満足すること。 (i) 弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまること。 (ii) 基準地震動 S_s による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないこと。

8. 詳細説明を予定する事項

- GNF3型について、次の項目を詳細に説明する予定である。

項目	内容
1. 概要説明及び申請範囲の明確化について	従来設置変更許可申請との対応部分について説明する。 ・従来設置(変更)許可申請と本申請の対応箇所について
2. 機械設計について (設置許可基準規則第十五条関連)	機械設計に関する次の項目の妥当性について説明する。 ・燃料棒内圧基準について ・高鉄ジルカロイ被覆管について
3. 耐震設計について (設置許可基準規則第四条関連)	耐震設計に関する次の項目の妥当性について説明する。 ・耐震設計に関する評価について

9. 今後の説明スケジュール

- 審査での説明スケジュール案を以下に示す。

項目	2022年度	2023年度			
	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
全般	▽ 申請 審査会合	▽	▽	▽	補正 ▽
概要説明・申請 範囲の明確化	[]				
機械設計		[]			
耐震設計			[]		