

特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会  
合

第 1 1 回

令和 3 年 7 月 1 3 日 (火)

原子力規制委員会

# 特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会合

## 第11回 議事録

### 1. 日時

令和3年7月13日（火） 14:00～15:35

### 2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

### 3. 出席者

#### 原子力規制庁

小野 祐二	審議官
田口 達也	安全規制管理官（実用炉審査担当）
止野 友博	企画調査官
高橋 丈志	管理官補佐
立元 恵	管理官補佐
中野 光行	上席安全審査官
深堀 貴憲	上席安全審査官
松野 元徳	上席安全審査官
石井 徹哉	主任安全審査官

#### 日立GEニュークリア・エナジー株式会社

町田 浩一	原子力生産本部	本部長	
植竹 満	福島・サイクル技術本部	福島・サイクルプロジェクト部 プロジェクトマネージャ	
平沼 健	原子力生産本部	原子力設計部	チーフプロジェクトマネージャ
小林 一樹	原子力生産本部	原子力設計部	主任技師
菅野 正行	原子力生産本部	原子力設計部	技師

### 4. 議題

(1) 日立GEニュークリア・エナジー（株）発電用原子炉施設に係る特定機器の設計

の型式証明について

(2) その他

5. 配付資料

- 資料 1-1 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（審査会合コメント回答）
- 資料 1-2 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 資料 1-3 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（HDP-69BCH（B）型の臨界防止機能について）
- 資料 1-4 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（HDP-69BCH（B）型の遮蔽機能について）
- 資料 1-5 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（HDP-69BCH（B）型の除熱機能について）
- 資料 1-6 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設（HDP-69BCH（B）型の閉じ込め機能について）
- 資料 1-7 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（設置許可基準規則への適合性（第四条））
- 資料 1-8 4条 地震による損傷の防止（HDP-69BCH（B）型の地震による損傷の防止について）
- 資料 1-9 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（設置許可基準規則への適合性（第五条、第六条））
- 資料 1-10 5条 津波による損傷の防止（HDP-69BCH（B）型の津波による損傷の防止について）
- 資料 1-11 6条 外部からの衝撃による損傷の防止（HDP-69BCH（B）型の竜巻による損傷の防止について）
- 資料 1-12 HDP-69BCH（B）型が特定兼用キャスクであることの説明資料

6. 議事録

○田口管理官 定刻になりましたので、ただいまから第11回特定兼用キャスクの設計の型式証明等に係る審査会合を開催します。

本日の議題は、議題1、日立GEニュークリア・エナジー株式会社発電用原子炉施設に係る特定機器の設計の型式証明についてです。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しています。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようにしてください。

それでは、議事に入ります。

資料について、説明を始めてください。

○日立GEニュークリア・エナジー（小林） 日立GEの小林でございます。

私のほうから御説明をしたいと思います。

本日、御説明する資料は、お配りいたしました資料の1-1、それから資料の1-7、資料1-9について、パワーポイントの形式でまとめておりますので、これを御説明いたします。その他の資料につきましては、御参考に補足説明資料となっておりますので、適宜、御参照いただければと思います。

それでは、資料1-1について、こちらは審査会合コメント回答ということで、これまでに頂いたコメントについて御回答をいたします。

まず、めくっていただきまして、1ページが目次になっておりまして、2ページに参ります。

まず、コメント回答の御説明の前に、一度、本申請で弊社が申請いたします特定兼用キャスクの設置方法について、改めて簡単に御説明したいと思いますので、お手数ですがけれども25ページに移ってください。

25ページが参考2とありまして、当社が型式証明で申請する設置方法についてというページがございます。こちらに、審査ガイドに記載されております設置方法を8ケースに分類して記載したものを示しております。本申請では、この赤線で囲んでおります三つの設置方法で申請します。

まず、左上の、これは地盤の支持、十分な支持を想定しないと、また、基礎等に固定しない設置方法として、設置方法②として横置きの状態の設置方法を申請いたします。この設置方法は、キャスクの両端に緩衝体を装着することによって蓋部が金属部に衝突しないという設置方法でございます。

それから、右下の二つでございますけれども、こちらが地盤の十分な支持を想定しまして基礎等に固定するという方法で、設置方法⑤として縦置きと横置きの2ケースを申請いたします。この設置方法は、兼用キャスクのトラニオンを貯蔵架台に固定すること

で、キャスクが転倒しないようにするというような設置方法でございます。

以降、この設置方法②と設置方法⑤と称しまして御説明いたしますので、適宜、こちらで御確認いただければと思います。

それでは、すみません、2ページに戻りまして、2ページから8ページのところにこれまでのコメントの回答をまとめております。本日は、3ページの4番、それから5ページ以降の9番から19番のコメントについて、回答したいと思います。

まず、3ページに移りまして4番のコメントです。こちらは、安全評価について説明する際に、設計承認を受けた内容をそのまま流用するというのではなくて、設置許可基準規則への適合性の観点で説明することというものでございました。

こちらにつきましては、コメント回答欄に記載してありますとおり、第五条及び第六条の設置許可基準規則への適合性については、特定兼用キャスクに作用する設計荷重及び設計加速度を設定しまして、この設計荷重と設計加速度で安全機能が損なわれないということをお説明いたします。これにつきましては、詳細について、この後、資料1-9を使って五条、六条への適合性の御説明の中で、もう少し御説明したいと思います。

続きまして、5ページに移ります。5ページの9番からのコメントになります。こちらのコメントについては、この資料で1件1件、御説明したいと思いますので、まず、コメントの内容を御確認したいと思います。

9番が地震時の評価について、トラニオンの固定方法の適用範囲を示すこと。それから、10番が、特定兼用キャスクの評価で示されている使用済燃料体の燃焼度と電力事業者の管理値には、燃焼度計算に用いる計算プログラムの違いによる差が生じる。兼用キャスクへの使用済燃料集合体の収納体数等、収納条件検討において、この相違の考え方を説明することということ。それから、11番が、貯蔵時の設置方法②で使用する貯蔵用緩衝体の説明方針について、貯蔵用緩衝体の評価条件として輸送用緩衝体の条件を用いる場合は、その適用性について説明すること。それから、12番が、貯蔵時の設置方法②について、貯蔵用三次蓋及びモニタリングカバープレートを有する構造とする場合は、具体的な条件について説明すること。

それから、13番が、ああ、ごめんなさい、次の6ページに移ります。13番が、蓋部以外の特定兼用キャスクに使用する部品について説明すること。それから、14番が、周辺施設として分類する設備について、貯蔵用三次蓋、輸送用三次蓋などの設備も分類の考え方を説明すること。それから、15番が、型式証明で申請する設置方法について、設置方法②及

び設置方法⑤における貯蔵架台の具体的な固定方法を説明すること。

それから、次の7ページに移りまして、16番が、臨界等の安全機能に係る評価について、前提としている評価条件の考え方について説明すること。また、過度な保守性を持たせている理由について説明すること。それから、17番が、閉じ込め機能の設計方針について、60年間の設計貯蔵期間経過後の一次蓋と二次蓋の圧力が大気圧まで低下すると設定している理由について説明すること。それから、閉じ込め監視機能の成立性について説明すること。それから、18番が、緩衝体の経年変化の影響を考慮しても、特定兼用キャスクの基準適合性を確保できることの設計方針について、申請範囲の再整理結果を踏まえて考え方を説明すること。

この18番につきましては、特に回答のページを設けておりませんので、この回答欄に回答してある内容で回答とさせていただきたいと思います。内容が、貯蔵用緩衝体は周辺施設として分類し、型式証明では特定兼用キャスクが貯蔵用緩衝体を装着できる設計とする方針であるということを説明します。貯蔵用緩衝体の経年変化の影響については、設置変更許可又は設工認で審査いただくということで回答とさせていただきたいと思います。

それから、8ページに移りまして、最後ですけれども、こちらは今回の審査会合で提示した補足説明資料の記載を拡充することということでございまして、こちらは、適宜、これまでの御確認いただいた内容を右側のコメント回答欄に書いてありますとおり、補足説明資料に拡充しておりますので、こちらを、補正申請の際に、これを適切に反映した補足説明資料を提出したいというふうに思います。

それでは、9ページに移りまして、こちらからコメント回答の詳細について御説明をしたいというふうに思います。

まず、9ページが9番のコメントへの回答です。9番のコメントは、地震時のトラニオンの固定方法と申請方法についての御質問でございます。

これについては、図がありまして、右側の図に示しますように、兼用キャスク下部の四つのトラニオンを固定金具で貯蔵架台に固定するという方法でございまして、告示の地震力が作用した場合の転倒モーメントによって転倒しないように、固定金具によってトラニオンを押さえつけるというような構造になっています。このとき、トラニオンを押さえつける荷重、これは図の中の $F_1$ と書いてありますが、これが地震力で転倒しようとするときに、底面が浮き上がろうとしますので、その荷重、それが図の中の $F_m$ と書いてございませけれども、これより大きい力で押さえつけるということで、これを貯蔵架台の条件としま

す。したがって、設置変更許可では、このF<sub>1</sub>の固定荷重でトラニオンを固定できるように貯蔵架台が設計される方針であることを御確認いただくというふうに考えます。

それから、10ページに移ります。10ページは、コメント10番への回答で御説明します。10番のコメントは、本申請での使用済燃料体の燃焼度の条件と、それから電力さんの管理値、この計算プログラムの違いの考慮についての御質問でございました。

これにつきまして、下に二つ図がございますけれども、この図は配置（i）を例にしたもので、右側が軸方向の燃焼度分布のイメージで、左側が、それをピーキングファクターに焼き直した場合の分布を示しています。ピーキングファクターといいますのは、注記1に書いてございますけれども、各濃度の燃焼度を平均燃焼度で割って規格化したような値、その分布になります。配置（i）と配置（iii）では、このように燃焼度の観点でもピーキングファクターの観点でも包絡できるように、十分に裕度を持った燃焼度分布を条件としています。

ただ、配置（ii）の場合は、この右側の燃焼度分布の観点で合理的に包絡できるように設定しているというふうな条件になっています。この場合に、特に燃焼度を算出するプログラムの違いについて、どう考慮しているかということでございますけれども、それについて少し次のページで御説明したいというふうに思います。

11ページですけれども、（1）のところに書いてございますけれども、燃焼度の設定に用いました軸方向の燃焼度分布ですけれども、これは事業者さんが解析して求めた燃焼度分布そのものというふうになっています。なので、弊社が解析して求めた分布を基に条件を設定したわけではございませんので、そもそも解析コードの違いというものを考慮する必要がないということになります。

したがって、次の（2）のところにございますように、崩壊熱量ですとか線源強度の解析をしますけれども、この中に解析条件を十分に保守的に設定しておりますので、ここに、さらに炉心解析コードの計算誤差をあえて考慮するというようなことは実施していないということにしております。

次に、12ページに移ります。12ページは、コメント11番への回答です。コメント11番は、設置方法②の貯蔵用緩衝体の評価条件、これに輸送用緩衝体の条件を用いる場合には、その適用性について定量的に説明することというものです。

このページに設置方法②の貯蔵用緩衝体の設計条件について、まとめています。図がありますけれども、図に示しますとおり、放熱量と、それから転倒時の衝撃加速度、衝撃荷

重、これらについて設計条件を設けています。

まず、上の図の放熱量ですけれども、貯蔵用緩衝体を通しての放熱量、これを図の中で $Q_s$ としておりますけれども、これが、輸送用緩衝体を装着した状態の放熱量、これを $Q_t$ としておりますけれども、これより大きくなるということを条件として設定しています。設置変更許可では、これを満足するように貯蔵用緩衝体を設計していただく方針だということを御確認いただくものというふうに考えています。

それから、下の図の転倒時の衝撃加速度と衝撃荷重についてですけれども、図にありますように、これは、あらかじめ安全機能を損なわないということを確認した設計加速度、それから設計荷重、これを図の中で $G_D$ 、 $F_D$ と書いてございますけれども、これを設定します。これを貯蔵用緩衝体の設計条件としまして、設置変更許可では、転倒時の貯蔵用緩衝体からキャスクに作用する衝撃加速度と衝撃荷重、図の中で $F_s$ 、 $G_s$ と書いておりますけれども、これを設定していただくこととなります。これが設計条件以下となるように貯蔵用緩衝体を設計していただくという方針を確認いただくものというふうに考えております。

こちらの事業者さんへの引継ぎの方法について、もう少し次のページで御説明したいと思います。13ページになります。こちらに表が記載してありますけれども、型式証明と型式指定での説明内容について、設計方針、成立性、それから、それぞれ事業者さんへの引継事項をまとめた表になっています。

本申請は兼用キャスクについて審査いただくという段階ですので、設計方針として、型式証明では、まず貯蔵用緩衝体を装着できるということ、それから安全機能を担保する部材について、これは供用状態Dの基準を満足できるような設計用の荷重と加速度を設定しまして、これを貯蔵用緩衝体の設計条件として定義すると、そういう方針であるということにしています。基本的に型式指定も同じ内容なんですけれども、兼用キャスクの設計が具体的になりますので、貯蔵用緩衝体の設計条件を具体的に設定するというふうにしております。

それから、その下の成立性ですけれども、成立性については、型式指定の中で具体的な設計の御説明とともに、その中で成立性について御説明するというふうに考えております。それから、その下の事業者への引継事項ですけれども、この設計方針を踏まえまして、設置変更許可申請では、兼用キャスクの安全機能が損なわれないような荷重及び加速度を貯蔵用緩衝体の設計条件として設定する方針であるということを引き継ぐというふうに考えています。

それを受けて、今度、型式指定では、具体的な設計荷重と設計加速度を設定しますので、これを事業者さんに引き継ぐと。これを引き継いでいただいて、設工認では、施設と貯蔵用緩衝体の具体的な詳細設計がなされるというふうに考えますので、兼用キャスクに作用する荷重と加速度が具体的に評価されると思いますので、それらが型式指定から引き継いだ設計条件以下になるように設計されているということを御説明されるというふうに考えます。

このフローについて、もう少し概念図を使いながら次のページで御説明したいと思いますので、14ページを御覧ください。この図は、事業者さんへの引継内容について、フローを示したものになっています。

まず、型式証明ですけれども、先ほど御説明しましたとおり、兼用キャスクについての審査ということで、貯蔵用緩衝体を装着できるように設計するということと、それから兼用キャスクに発生する応力が供用状態Dを満足できるようにすることを設計方針とすると。これを受けて、事業者さんは、貯蔵用緩衝体の設計荷重 $F_D$ と設計加速度 $G_D$ が使えるように、これを定義する方針ということを御説明します。これが今回の型式証明。

それから、その右の設置許可申請では、まず、貯蔵用緩衝体が兼用キャスクに装着できるように設計するということと、それから第6項地震力で起因する衝突事象を設計すると。その衝突事象によって兼用キャスクに作用する荷重 $F_S$ と加速度 $G_S$ 、これを設定していただく方針ということ、まず御説明していただくことになると思います。その上で、荷重 $F_S$ と加速度 $G_S$ が私どもから引き継がれた設計荷重 $F_D$ 及び設計加速度 $G_D$ 以下になるように貯蔵用緩衝体を設計する方針であることを御説明いただくものというふうに考えます。

型式証明に続いて弊社では型式指定を申請するんですけれども、型式指定では、さらに具体的にその値、設計荷重 $F_D$ と設計加速度 $G_D$ の値を設定しますので、これが兼用キャスクに発生する応力が供用状態Dを満足するということを確認します。その上で、その具体的な値を事業者さんへの設工認に引き継ぎます。

これを受けて、設工認では、事業者さんのほうで実際に詳細設計がなされた貯蔵用緩衝体の設計を用いて荷重 $F_S$ と $G_S$ が具体的に計算されますので、それが設計条件以下となることを具体的に確認いただくということになるというフロー図でございます。

以上がNo.11への回答になります。

次に移りまして、15ページです。15ページでは、コメント12番への回答になります。コメント12番は、設置方法②について、貯蔵用三次蓋とモニタリングポートカバープレート

の具体的な条件について説明することというものでございます。

こちらに図がございまして、左側が輸送荷姿、それから右側が貯蔵用緩衝体として輸送用緩衝体の一部を改造した場合の例を示しています。この場合、青い点線で示しておりますように、モニタリングポートカバープレート、それと輸送用緩衝体の一部、ここに加工が必要になります。この加工についてですけれども、右下の表に記載しておりますが、四つの安全機能への影響が軽微であるように加工を実施するということが条件になります。

それでは、次のページ、16ページに移りまして、コメント13番への回答です。コメント13番は、蓋部以外の特定兼用キャスクに使用する金属ガスケットですとかボルトですとか、これらについても分類や申請の説明内容について説明することというものでございました。

表がありますけれども、この表が本申請での兼用キャスクと周辺施設の分類について、まとめた表になっています。金属ガスケットですとか蓋のボルトにつきましては、これらは特定兼用キャスクの安全機能を担保する部品でございますので、これらは特定兼用キャスクとして分類されます。したがって、特定兼用キャスクに分類されるものは型式証明と型式指定でこれは審査していただきますので、二重丸というふうにしています。

一方、貯蔵用緩衝体ですとか貯蔵用緩衝体取付フランジ、それから貯蔵架台、監視装置、これらは周辺施設に分類しますので、基本的には設置変更許可と設工認で申請いただく。ただし、貯蔵用緩衝体につきましては、先に御説明しましたとおり、まず、兼用キャスクに装着できることと、それから事業者さんに引き継ぐべき設計条件、これを明確にするということで、それらについて少し審査いただくことがございますので、それを踏まえて、設置方法②の型式のところ、そこにも、そういった意味で二重丸を付してございます。

次のページに移りまして、17ページです。17ページは、コメント14番への御回答です。コメント14番は、周辺施設として分類する設備について、貯蔵用三次蓋、輸送用三次蓋等の設備も分類の考え方について説明することというものでございます。

こちらに図が書いておりますけれども、図の右側が特定兼用キャスクに分類されます本体、一次蓋、二次蓋で、左側が上段、下段に分かれていまして、上段が輸送用緩衝体と三次蓋、これらは外運搬に必要な機器になります。その下に貯蔵用緩衝体と貯蔵用緩衝体取付フランジとあります。これらは周辺施設に分類されるということになります。この二つの領域の間が特定兼用キャスクの安全機能を評価するために、互いにインプット、アウトプットする境界条件になっています。この境界条件を事業者さんに引き継ぐ条件として、型式証明の中で確認いただく内容というふうと考えております。

その下の四つ目の点のところに記載しておりますけれども、特定兼用キャスクの安全機能を損なわない条件、すなわちこの境界条件になりますけれども、この条件として、設計荷重、設計加速度と設計放熱量、これらを貯蔵用緩衝体の設計条件として設定して、設置変更許可では、これを満足する貯蔵用緩衝体を設計いただくということを御説明されるというふうに考えております。

それから、次のページの18ページに、同じまとめ方で設置方法⑤についても同様に図示しております。設置方法⑤では、貯蔵架台が周辺施設に分類されますので、兼用キャスクとの境界条件としてトラニオンの固定方法が貯蔵架台設計のために事業者さんに引き継ぐ条件としていまして、この方針について、この審査の中で審査していただくというふうに考えます。

下の三つ目の点のところと同様に書いてございますけれども、告示の地震力で転倒しないようなトラニオン固定荷重で固定できるということを貯蔵架台の設計条件としまして、これを引き継ぎまして設置変更許可で御説明いただくというふうに考えております。

それから、19ページに移ります。19ページでは、コメント15番への回答です。コメント15番は、設置方法②と設置方法⑤における貯蔵架台の具体的な固定方法について御説明することというものでございます。

図がありますけれども、左側が設置方法②、右側が設置方法⑤の設置状態の概念図を示しています。設置方法②の左側ですけれども、これは、貯蔵用緩衝体を装着しますので、これによって蓋部が金属部に衝突することはないということですので、地盤によって十分に支持されない場合でも安全機能を損なわないということになります。したがって、トラニオンを貯蔵架台に固定するすとか、貯蔵架台を基礎に固定するというようなことは必要としないということになります。

一方、右側の設置方法⑤ですけれども、これはトラニオンを貯蔵架台に固定することで転倒しないようにする設置方法ですので、これは地盤による十分な支持と、それから基礎に固定ということが前提条件になります。ですので、これはトラニオンを貯蔵架台に固定することと、その貯蔵架台も基礎ボルト等によって基礎に固定することが必要になります。

20ページに移ります。20ページは、コメント16番の回答です。コメント16番は、臨界等の評価について、過度な保守性を持っていないか、評価条件の設定の仕方について説明することというものでございました。

臨界評価については、評価条件のうち、まず燃焼度がありまして、一つ目の点のところに書いてございますけれども、これは燃焼度の上限以下であれば全ての燃料は収納できるというように合理的な仕様をしたいという考えがございまして、この左側の図にありますように、燃料タイプごとに想定される最高燃焼度がありまして、それを評価条件としているということになります。

それから、もう一つ、反応度がありまして、反応度については、二つ目のところに書いてございますけれども、乾燥時はガドリニアの中性子吸収を無視して燃焼度を0と最も反応度が高くなる条件としていまして、冠水時についても、これは右側に燃焼に伴って変化する無限実効増倍率を書いてございますけれども、これが、この分布を考慮してピークを抑えるように、無限増倍率1.3を条件とするというふうにしております。

これらの設定についてですけれども、これは燃焼度と反応度が上限を超えないような燃料は全て合理的に収納したいということで、それらを包絡できるように最大値で評価しているというものでございますので、特に、過度に保守性を設定しているというものではございません。

もう一つは、三つ目の点にありますように、輸送規則では、臨界防止については他の安全機能よりも、より厳密な安全管理が要求されていますので、この観点からも十分に保守性を持たせて、かつ合理的に収納できるというような条件で臨界評価の条件を設定しているということでございます。

それから、21ページに移ります。21ページと次の22ページでコメント17番への回答です。コメント17番は、閉じ込め機能において、60年間の設計貯蔵期間経過時に、一次蓋と二次蓋の間の圧力が設計基準の大気圧まで低下するとしている理由を説明することというものです。

21ページでは、図にありますように、圧力センサーで一次蓋と二次蓋の間の圧力を監視できる設計としているということと、蓋間の圧力が低下してもヘリウムガスの再充填によって蓋間の圧力は回復できる設計になっているということを御説明しています。

次のページに、蓋間ではなくてキャスクの中の圧力について御説明をしています。22ページですけれども、これは内部の圧力が60年の設計貯蔵期間後であっても大気圧以下を維持できるということを御説明しています。本申請では、使用する金属ガスケットに対して設計漏えい率というものを設定する、その設計漏えい率を満足するような金属ガスケットを使用するということによって、キャスク内部が設計貯蔵期間後も大気圧以下を維持でき

るというような設計方針としています。

下の図が金属ガスケットの漏えい率を $10^{-7}\text{Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ とした場合の兼用キャスク内部の圧力の推移を示しています。縦軸が内部の圧力で横軸が貯蔵期間になりますけれども、60年後も十分に大気圧以下を維持できているということを確認しています。

以上がコメントへの回答の御説明でした。

最後のページに、23ページになりますけれども、工程の概要を示しておりまして、一応、本日、四条と五条と六条への適合性について御説明いたしましたので、一応、本日でこの設置許可基準規則への適合性については全て御説明したというふうに考えております。

以上です。

○田口管理官 それでは、質疑に入ります。規制庁から、お願いします。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

まず、資料1-1の10ページ目、御覧いただいて、10ページ目のところには配置の（i）、それから配置の（iii）については、軸方向の燃焼度分布の確認が不要であると。これは、（i）と（iii）というような、同じ1-1の資料でいいますと26ページにあるような配置（i）、それから28ページ目にありますような配置（iii）というような、それぞれ燃料種類と最高燃焼度、それから冷却期間、その他、ここに書いてある条件を満足すれば軸方向の燃焼度分布の確認は不要であるという配置であると。

それから、一方、配置（ii）につきましては、枠内に書いてあるようないろいろな実態のあるプラントの軸方向燃焼度分布を調査した結果、対象外になる場合もあるというふうに書いてありまして、そういうわけで、具体的には、次のPの11ページにありますような最大のピーキングファクターだとか、それから燃焼度分布そのものを引き継ぐ必要があるというふうに考えていますが、実際に、こういうような配置（ii）に制約条件を加えた場合、電力事業者には一体、どのような形で、どのようなデータを引き継いで、キャスクの収納というものが安全に行われるというふうに考えておられるのか、その辺りの説明をお願いいたします。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

今の御質問については、資料の1-4、16条の遮蔽機能についての資料ですが、ページでいきますと16条の別添2の遮蔽の参考の1の12ページを見てください。

今、御指摘いただいたように、配置（ii）につきましては、今までの燃料の種類や平均燃焼度、ウラン重量や濃縮度以外に軸方向の燃焼度分布について確認をいただく必要があ

りますので、今、御説明させていただいていた配置（ii）につきましては、それぞれの配置する位置に対して適切に収納される軸方向燃焼度になっているかどうか、事業者さんのほうで確認いただきます。

それにつきましては、申請書のほうに具体的な軸方向の燃焼度の分布については記載されておりますので、それに従いまして、事業者さんのほうで収納する燃料を特定させていただいて、それに基づいて確認の上、収納していただくという形になっております。ですので、申請書の中で、このようなフローの条件について具体的に記載して確認いただくという方針にしております。

以上です。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

ということは、今、参考のほうで資料1-4のところの参考1-6と書いてありますピーキングファクターがそれぞれ載っているんですけども、この載っている値と、それから平均の燃焼度を掛け算したような値が燃焼度分布として引き継がれて、これを守ればピーキングファクターを込みで燃焼度も確保できて、このデータを守るような条件設定を事業者にお願ひするというで安全を確保できるというふうに考えているということによろしいですか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

今、御説明いただいた内容になります。ですので、申請書のほうに、具体的には、ピーキングファクターと平均濃縮度を掛けたものが確認いただきたい燃焼度になりますので、具体的な燃焼度については申請書のほうに数値として書いて・・・形で記載しております。

以上です。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀です。

最後、1点ですけれども、この場合は、24ノードの各ノードが全部、この値以下じゃないと駄目って、そういう意味ですか。要するに、1ノードでも、どこか超えてしまったら、もう、その集合体は配置（ii）としては使えなくて、キャスクには収納しない、そういう条件になっているというふうに考えてよろしいですか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

ここの、まずは条件としては、これをノードごとに超えてはいけないというふうに決めております。それは、安全機能上は一部、超えても問題はありませんけれども、評価としては現状の軸方向燃焼度分布として決めていますので、ノード一つでも外れていた場合に

は収納から外していただくという方針で申請しております。

○深堀上席審査官 規制庁、深堀、了解しました。

○松野上席審査官 規制庁の松野です。

資料1-1の16ページ目についてでございますが、こちらでは兼用キャスクと周辺施設の分類ということで整理された表がございます。その中で周辺施設に分類している貯蔵用緩衝体でございますが、こちらは型式証明と指定の段階で設置方法②として二重丸がついております。先ほどの説明では、貯蔵用緩衝体の二重丸の説明がありましたけれども、こちらは、これまでの会合等の議論を踏まえて、貯蔵用緩衝体は型式証明の審査の範囲対象外であるということで、整理した認識でございます。貯蔵用緩衝体そのものの適合性は後段のほうで見ていくのかなど。この上に書かれてある特定兼用キャスクの二重丸がついてある意味合いと、貯蔵用緩衝体の二重丸は意味合いが違うんですけど、その理解でいいかという確認でございます。

二つ目でございますが、同じく周辺施設に監視装置がありますが、こちらを見ますと、設工認の段階で二重丸がついております。こちらの監視装置に係る設計方針の説明というのは、許可の段階で方針の説明を行う理解でいいかという確認です。いかがでしょうか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

まず、貯蔵用緩衝体につきましては、先ほど小林のほうから御説明しましたが、ほかの二重丸とはちょっと意味合いが同じではありませんので。このところは、松野さんがおっしゃったように、ちょっと意味合いとしては違いまして、具体的には、設置変更許可のほうで具体的に審査していただくという。型式につきましては、つけるという前提だということになりますので、すみません、二重丸としては、ほかのものとは意味合いが違っております。

あと、監視装置につきましては、具体的なものの方針としては設置変更許可申請で見させていただきますし、型式証明の中では監視装置がつけられることというのを別途御説明していますので、バーとなっておりますけれども、先ほどの貯蔵用緩衝体と同じ意味で、取り付けられることということがこのバーのところに含まれているという形になります。すみません。整理として、きれいなものになっておりませんけれども、ちょっと口頭で補足させていただきます。

以上です。

○松野上席審査官 了解しました。では、今の2点については、今後、補足説明資料のほ

うに適切に反映をお願いいたします。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

承知いたしました。

○田口管理官 ほか、いかがでしょうか。

○止野調査官 規制庁の止野でございます。よろしく申し上げます。

深堀の質問に関連して、私からも1件、確認をさせていただきたいんですけども、パワーポイントの10ページ目ですけども、今回、収納としては三つ、1、2、3という収納の形があるということで、配置の（ii）については、ここに書いてあるように、配置（i）（iii）よりも合理的に収納できる軸方向燃焼度分布を設定したと記載があるんですけど、この「合理的に収納できる」という意味合いをちょっと教えていただきたいと思っています。この「合理的」というのは、何が合理的に収納できるという意味なんでしょうか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

ちょっとお待ちください。

日立GEの平沼です。

まず、御指摘いただいた資料1-1の10ページで、まず簡単に御説明しますと、右側を見ていただいて、配置（i）になりますけれども、ブルーのラインがピーキングファクターの最大値。ああ、すみません。すみません。ピーキングファクターで設定したときに青いような燃焼度になりますが、実際は左側のように、ピーキングファクターで評価した場合には、低い燃焼度にもかかわらず、ピーキングファクターが高いために、ピーキングファクターで設定した場合には、逆に右に映ったように、収納条件とした黒い線に対してピーキングファクターで設定した燃焼度は大きく乖離してしまうということがございます。

具体的には、資料の1-4、先ほど御説明した資料4の16条の別記の2の遮蔽の参考の1-8ページを見ていただくと、もともとは、例えば、配置の（i）でいえば、図の2のようにピーキングファクターベースで高いものを集めて実線のような燃焼度に相当するピーキングファクターを設定していましたが、これまでは、実際、燃焼度を焼き直しますと、ピーキングで見ますとブルーのような形で実際の燃焼度が低いために、実際の実線で設定したものに対して実際の燃焼度が低いという形になっていますので、ピーキングファクターで設定するというよりは、実際は燃焼度が重要なものになりますので、燃焼度をベースとした設定をしていきたいということです。それが合理的というような意味になります。

今、対象としているものは、既に使用済燃料プールにあります8×8燃料になりますので、

基本的には、全体をある程度調査すれば燃焼度分布が特定できるということで、合理的なものとして設定いたしました。

以上です。

○止野調査官 規制庁の止野です。

要は、燃焼度で設定をしたという話になると、そこは実際のところを確認しにいかないと燃焼度が分からないので、配置（ii）については、そういう条件を設定したと、そういう理解でよろしいのでしょうか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 調査しておりましておおむね包絡するとは思っていますけれども、事業者さんのほうに、それは確認していただくという形にしております。

○止野調査官 分かりました。今、確実に申請書に書いて引き継ぐというお話を頂いたので、そこは、また改めて確認をしたいと思います。

私からは以上です。

○小野審議官 ほかに、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、次の資料について説明を続けてください。

○日立GEニュークリア・エナジー（小林） 日立GEの小林です。

じゃあ、続きまして、資料1-7について御説明します。こちらは、第四条への適合性についての御説明です。

まず、めくっていただきまして2ページに移ります。2ページは、適合性のまとめを記載しております。まず、四条の要求事項は、地震力に対して安全機能が損なわれないことというふうにされておりますので、まず、これは冒頭に御説明いたしました設置方法のうち、地盤による十分な支持を想定した上でトラニオンを介して基礎等に固定するというので、設置方法⑤を対象として御説明をいたします。

一方、設置方法②については、貯蔵用緩衝体を装着するというので、これは地震力にかかわらず安全機能を維持するということとしておりますので、第四条の地震に対する防護ということからは適合性の説明の対象外というふうにいたします。

まず、地震力としては、設置される位置のいかににかかわらず判断するために用いる合理的な地震力、これはいわゆる告示地震力ですけれども、この地震力か、あるいは基準地震動を適用することというふうになっております。これに対して、設計方針としては、特定兼用キャスクのトラニオンを貯蔵架台に固定するというのを条件としまして、告示地

震力が作用してもキャスクが転倒しないというふうな設計とすることにしてあります。

この方針のポイントですけれども、トラニオンに発生する応力、これを見まして、許容限界を超えないか、または塑性ひずみが発生したとしても、それが小さなレベルにとどまるということを評価いたします。評価の結果としましては、トラニオンに発生する応力が許容限界を超えないということを確認しております。

次のページへ移りまして、3ページです。3ページは特定兼用キャスクの構造を示しておりますけれども、これは、この図に示しますとおり、兼用キャスク、下部についております四つのトラニオンを貯蔵架台に固定するということを条件としてあります。そういった構造で評価をするということにしてあります。

それから、4ページに移りまして、4ページは、審査ガイドの確認内容に沿って、地震による損傷の防止について、その考え方をまとめたものになっております。

まず、考慮する自然現象の設定方針として告示地震力か基準地震動というふうにされておりますので、本申請では、右に書いてありますとおり、告示地震力を適用します。その下の基本方針と設計評価の方針として、適用する地震力の作用に対して安全機能が維持される設計であるということが求められますので、これはトラニオンに発生する応力が許容限界を超えないと、または塑性ひずみが発生しても小さいということで、キャスクが転倒しない設計とするということにしてあります。

さらに、次のページに続きまして、5ページですけれども、設計評価の方針のところ、(1) のところで荷重及び荷重の組合せが妥当であるということが求められていますので、これについては、想定される地震力に加えまして自重とかトラニオンの固定装置による押しつけ力、それから熱荷重、これらを適切に組み合わせるということにしてあります。

(2) では、適切な規格に基づいて許容限界を設定する、それから密封境界部がおおむね弾性範囲となること、それからバスケットが臨界防止上、有意な変形を起こさないということが求められておりますので、これについては金属キャスク構造規格を適用しまして、それからバスケットの変形についても、バスケットについては別途、臨界評価のほうで適切に考慮するというふうにしてあります。

それから、(3) のところでは、耐震性の評価上、適切な評価部位を選定して応力評価と、それから疲労評価を行うということが求められておりますので、これについては、評価上、最も厳しい断面を選定しまして、その断面で応力評価と疲労評価を実施するということとしてあります。

それから、(4)につきましては、要求内容は上記とほぼ同じでございますので、方針としても上記のとおりというふうになっております。

それから、6ページに移りまして、この6ページから四条への適合性について少し具体的に御説明いたします。

まず、要求事項は、上のボックスにありますように、告示地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものとするというふうになっておりますので、方針としては、トラニオンを貯蔵架台に固定するという条件として、告示地震力が作用してもトラニオンが健全性を維持すると、それによって兼用キャスクが転倒しないというふうにしております。そのための特定兼用キャスクの構造としては、トラニオン本体、それからトラニオンをキャスクに接続する部分については、ステンレス鋼ですとか炭素鋼等の十分な強度を有する材料、それから十分な厚さを有するというような構造としています。

評価方法は、先に御説明しましたとおり、構造上、最も厳しい断面を選びまして、そこに発生する応力を評価すると。おおむね弾性範囲となるか、塑性ひずみがあっても十分に小さいということで、キャスクが転倒しないということの評価することにしてあります。

次のページへ移りまして、7ページです。こちらに具体的な評価方法を示しております。

図がございまして、左側の図が、特定兼用キャスクに地震力が発生した場合に、トラニオンに作用する荷重を概念的に示したものになっています。地震力がキャスクに作用しますと、キャスクが転倒しようとするモーメントが発生します。図の中に転倒モーメントと、曲がった矢印がありますが、このようなモーメントが発生しまして、これによって、転倒の回転中心が黒三角で示してありますが、その反対側が浮き上がろうとして転倒しようします。

これによる荷重が発生しますので、その荷重がトラニオンのところに書いてある水色の矢印になりますけれども、これに対して、この転倒を防止するためのトラニオンの固定荷重を作用させます。それが逆向きのオレンジ色の矢印になります。ですので、このオレンジ色の荷重が作用するというので、この固定荷重に対して応力の評価を実施するということになります。

右側の図にトラニオンの応力評価断面を概念的に図示しておりますけれども、赤い実線で示します評価断面①②③とありますが、このうち構造上、最も応力が厳しくなる評価断面②を選定しております。選定して、この断面について応力を確認する。それから、トラニオンと兼用キャスクの本体の接続部が評価断面④になりますので、こちらは、また別の

応力が発生するというので、この評価断面②と④を対象に工学式を使って応力評価を実施します。

次のページへ移りまして、8ページです。8ページで、応力評価に適用する評価基準について示しております。上のボックスのところに示しておりますけれども、金属キャスク構造規格を適用しまして、ここに規定される供用状態Dの設計基準を使います。具体的な基準は、その下に書いてございますように、評価断面②と④に、それぞれに対して設定をするということにしています。

それから、評価基準を決めるに当たっての設計温度ですけれども、130℃とありますが、これは除熱評価の結果に基づいてトラニオンのところの温度を、ある程度保守性を考慮して、この温度に設定するというようにしております。

次のページに移りまして、9ページです。評価結果を示しています。上の図は評価断面②の応力評価結果で、下の表が評価断面④の評価結果を示しております。いずれの応力も評価基準としております許容応力よりも小さいということを確認しておりますので、これをもって兼用キャスクは転倒しないということを確認しました。

10ページに移ります。10ページは、トラニオンを固定する設置方向としては縦置きと横置きがございまして、これ横置きについては縦置きで代表できるということを御説明しています。

下の二つの図がありまして、縦置きの場合は、兼用キャスクの重心の位置がトラニオンの固定位置よりも高いということになっておりますので、これに地震力が作用しますと転倒モーメントが発生します。これによる荷重が作用するということになりますが、これに対して、横置きの場合は重心の高さがトラニオンの固定位置と同じ高さにあるということで、横方向の地震力に対して転倒モーメントが発生しないということになりますので、この転倒モーメントによる荷重が発生しないということになります。したがって、この観点でトラニオンに作用する荷重は縦置きのほうが厳しいということになりますので、縦置きの評価で代表するということとしております。

最後に、11ページでございます。設計方針の妥当性について、まとめておりまして、ここにありまして、告示地震力が作用してもトラニオンの健全性が維持されますので、兼用キャスクが転倒することはないということで、地震による損傷の防止に係る設計方針は妥当であるということを確認しました。

以上になります。

○小野審議官 それでは、質疑に入りたいと思います。

○石井主任審査官 規制庁の石井です。

私のほうから、一つ。今日の資料からは、今、説明いただきましたように、トラニオンを用いた固定による特定兼用キャスクの転倒防止という設計については、そちらの主張は大体把握できたのですが、設計成立性を見通すというためには、トラニオンの健全性に加えて遮蔽、閉じ込め、除熱、臨界防止、この四つの機能が維持できるという観点でも、これらの四つの機能を担保する主要な部材、その個々について健全性を確認する必要があると考えています。

具体的には、伝熱フィン、それから密封境界となる一次蓋のシール部や一次蓋のボルト、あとはバスケットプレート、それから外筒、そういったものになると思うんですが、そうした部材ごとの強度評価の結果、それから、一次蓋であれば横ずれの力が作用すると考えられますので、一次蓋の横ずれの評価結果の確認が必要と考えています。ただ、今日の資料からは、補足説明資料も含めて、こういったデータが示されていないので、次回会合で、今、申しあげましたような評価値の説明を受けたいと考えております。

あと、評価値をまとめるときの考え方としましては、例えば、資料1の12の、その中に表3.1-2というものがあると思うんですが、ページで言うと19ページですね、こういった形に多分、強度評価の結果というのはまとまると思うんですが、この表の中には各部材ごとにかなり細かいデータが出ています。ただ、我々、今の段階では成立性見通しを確認できればよいので、各部材ごとに最も安全余裕が小さくなる応力、それだけのデータがあればいいと考えています。なので、この表3.1-2の中で最も厳しいところだけピックアップすると、そういったイメージのデータ表で強度評価の値、こんなものになりますよという説明を受けたいと考えます。よろしいでしょうか。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

地震時におけるキャスク本体の評価、安全性が保たれることを説明が必要ということについては、理解いたしました。

具体的な部位の評価については、こちらは兼用キャスクでもありますので、どういう地震力、もしくは地震力を上回る加速度をもってして評価するという方法もあると思いますので、その辺はちょっと検討した上で、具体的な部位についての設計裕度について、成立性について御説明したいと思います。

以上です。

○石井主任審査官 規制庁の石井です。

了解しました。よろしくお願いいたします。

○小野審議官 ほかは、いかがでしょうか。よろしいですか。

それでは、次の資料についての説明をお願いします。

○日立GEニュークリア・エナジー（小林） 日立GEの小林です。

では、続きまして、資料1-9について御説明をいたします。こちらは、第五条及び第六条への適合性についての御説明です。

まず、2ページに移ります。2ページは、まず、第五条の適合性についてのまとめを記載しています。第五条の要求事項は、津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないこととされていますので、設計方針としましては、キャスク告示津波を適用しまして、告示津波が作用すると、その場合でも安全機能が損なわれないというような設計とすることとしています。このときのポイントですけれども、津波荷重が特定兼用キャスクの安全機能を構成する部材に作用して、その場合におおむね弾性範囲にとどまる荷重及び応力以下であるということを確認するというふうにしています。

ここで、注記1、ポイントのところの注記1に記載してございますけれども、荷重が作用したときにおおむね弾性範囲にとどまるということについては、外運搬規則の告示の要件でございます9m落下の荷重を適用して御説明いたしますけれども、これについては、先ほどコメント4番への回答としまして、別途、兼用キャスクであることの補足説明資料の中で安全機能が損なわれないことを確認した設計荷重であるということをお説明していますので、これをもって4番への回答とさせていただきたいというふうに思います。

○止野調査官 すみません。規制庁の止野でございます。

ちょっと今、画面の映像のほうがそちらのほうから途切れておりますけれども、音声については、こちら、良好に聞こえておりますので、引き続き審査会合として進めさせていただきたいと思っております。

○日立GEニュークリア・エナジー（小林） 了解いたしました。すみません。

じゃあ、引き続き御説明をいたします。

この表の中の評価結果のところですが、評価結果としましては、設計方針のポイントを満足いたしまして、兼用キャスクの安全機能が損なわれないということを確認いたしました。

次の3ページに移りまして、こちらにも構造図を示しておりますけれども、こちらは先ほ

ど資料1-7で御説明したことと同じでございます。ただ、五条、六条への適合性の御説明としましては、これは兼用キャスクであるということで、基本的には兼用キャスクの堅牢性を持っているということで、堅牢性をもって安全機能を維持できるということを趣旨として御説明いたしますので、基本的には貯蔵用緩衝体による保護がない設置方法⑤の状態でご説明することにしておりますので、この図の中には設置方法⑤の状態でご示しております。

4ページに移りまして、ここから第五条への適合性について少し具体的に御説明をいたします。要求事項は、上のところに書いてございますように、告示津波による波力と、それから衝突による荷重に対して、安全機能が損なわれるおそれがないものとするとなっておりますので、その下の設計方針としましては、告示津波による津波荷重が安全機能を構成する部位に作用した場合でも安全機能が損なわれない設計とすることとしております。このため、構造としましては、兼用キャスクの安全機能を構成する部位については、炭素鋼等の十分な強度を有する材料、それから十分な厚さを有する構造というふうにしております。

評価方法ですけれども、津波波力と、それから漂流物の衝突荷重、これらを工学式によって計算しまして、それらを同時に作用させるというふうにしております。先ほど御説明しましたように、基本的に兼用キャスクの堅牢性を基にした安全機能の説明ですので、緩衝体による保護のない状態で基本的には評価をするというふうにしております。

それから、5ページに行きまして、5ページは審査ガイドの確認内容に沿って、津波による損傷の防止の設計の考え方をまとめております。

まず、考慮する自然現象の設定方法として告示津波か基準津波というふうになっておりますので、本申請では告示津波を条件として適用しております。それから、その下の基本方針と設計評価の方針としまして、津波波力及び漂流物の荷重を適切な指針等を参考に設定して、評価上、最も厳しくなる位置に作用させるということが求められております。これにつきまして、津波避難ビルの暫定指針と、それから道路橋示方書を参考に津波波力と漂流物荷重を算出しまして、これらの荷重を同時に作用させるというふうなことにしております。

6ページに移りまして、6ページは、津波波力と漂流物の衝撃荷重について、具体的な算出方法について御説明をしています。左側の津波波力は津波避難ビル暫定指針にありまして、その波力として、ここに記載の式を適用します。この式に告示津波の条件と、それか

ら設置許可基準規則の解釈の条件から、水深10m、それから流速20m/s、それから漂流物の質量100tを適用いたしますと、3.65MNというふうになります。

それから、右側の漂流物衝突荷重ですけれども、これは道路橋示方書を適用しまして、その衝突荷重としてここに記載の式がございまして、同様に流速20mと、それから漂流物質量100tを適用しまして、1.97MNというふうになります。津波荷重としては、これらが同時に作用するというようにしておりますので、合計をいたしまして5.62MNとしております。

次に、7ページに移りまして、評価部位について御説明します。下の表にありますように、評価部位はフランジ部、二次蓋、外筒としております。このうちフランジ部は密封構造と遮蔽機能を有する構造でございますので、評価基準としては、特に密封境界への影響がないということを確認するために、津波荷重が作用した場合でもフランジ部がおおむね弾性にとどまるということを基準にしています。

それから、二次蓋と外筒については、変形はしても破断してしまうと遮蔽機能と除熱機能に影響してまいりますので、こちらは破断しないということの評価基準にしております。

それから、8ページに移りまして、8ページは、まず、フランジ部の評価結果を示しております。フランジ部は、図がありまして、左側の図にありますように、フランジ部の側面に津波荷重が作用した場合の発生応力を評価しております。評価基準は、右側の図にありますように、これは別途、弾性範囲にとどまるということを確認しております、これは輸送時の落下事象、輸送用緩衝体を装着した状態での9m落下を指しますけれども、そのときのフランジ部側面に作用する荷重を適用しております。

下の表に評価結果を示しておりますけれども、津波荷重と、それから、それによって発生する応力、いずれについても評価基準を満足しているということを確認しました。閉じ込め機能と遮蔽機能を損なわないということを確認しました。

それから、9ページに移りまして、9ページでは、次に二次蓋と外筒の評価を示しております。二次蓋と外筒は破断しないということの評価基準としておりますので、漂流物の衝突荷重が衝突した位置に局所的に作用するといった場合を考慮します。このときに、せん断破壊を引き起こさないということの評価しております。せん断破壊の評価は、ここに記載しましたとおり、外運搬規則の適合性の評価で適用しております1m貫通の評価の式を適用しています。この式を適用しますと、特定の荷重が作用したときに破断を引き起こすための必要な衝突部の外径が評価されるということになります。

そのときに、下の表に評価結果を示しておりますけれども、二次蓋の場合は衝突物の直

径が19mm以下の場合に破断する、それから外筒の場合は149mm以下の場合に破断が生じるというような評価結果になっています。ここで、告示では100tの漂流物を想定していますがけれども、100tの漂流物を考えますと、衝突部の直径はこの値よりも十分に大きいというふうに考えられますので、破断を生じる可能性は小さいというふうに判断しております。

10ページに移りまして、こちらは津波荷重が作用した場合の加速度の評価について示しております。ただし、加速度については、一応、基本的に兼用キャスクであることの堅牢性を考慮するという事で、堅牢性を考えますと十分に健全性は維持するというふうに考えているんですけども、一応、それを数値的に確認しているという位置づけで、ここに記載しております。

上のボックスのところに書いてありますとおり、作用する加速度は津波荷重を質量で割るということで算出されますので、緩衝体の有無で質量が違う設置方法②と設置方法⑤のそれぞれで算出しております。評価基準には、先ほどフランジ部の評価で御説明しました落下時の設計加速度を適用しています。下の表が評価結果ですけれども、設置方法⑤と②のいずれについても設計加速度よりも小さいということを確認しましたので、安全機能は損なわれないということを確認しました。

次に、11ページに移ります。11ページは、ここから第六条への適合性について御説明します。第六条の要求事項は、告示の竜巻が発生した場合でも安全機能が損なわれないということにされていますので、設計方針としましては、告示竜巻による飛来物が安全機能を構成する部位に衝突した場合でも、安全機能が損なわれない設計とするというふうにしております。この設計方針のポイントとしましては、安全機能を構成する部位に飛来物による荷重が作用しても、おおむね弾性範囲にとどまるということを確認することとしています。評価結果としては、この設計方針のポイントを満足しておりまして、安全機能が損なわれないということを確認しております。

12ページに移りまして、少し具体的に御説明をします。六条は要求事項が、上のボックスのところに書いてありますように、告示竜巻の飛来物の衝突による荷重に対して、安全機能が損なわれるおそれがないものとするということとなっていますので、設計方針としては、告示竜巻の飛来物による衝突荷重が作用しても安全機能が損なわれない設計とするというふうにしております。構造としては第五条と同じでございまして、炭素鋼等の十分な強度を有する材料を使用するという事、十分な厚さを有する構造というふうにしております。

評価方法ですけれども、これは告示竜巻による飛来物の衝突荷重について、文献等を参考に工学式によって計算するという事で評価を実施します。条件としては、緩衝体の保護のない状態で評価を実施しています。

13ページに移りまして、審査ガイドの確認内容に沿った評価の考え方をまとめています。まず、考慮する自然現象の設定方法として、告示竜巻の条件と竜巻影響評価ガイドの条件に基づいて評価することとされておりますので、これらの条件を適用して評価をしております。

それから、その下の設計方針として、竜巻飛来物の衝突荷重について、竜巻影響評価ガイドや適切な文献を参考に算出することが求められていますので、文献を参考にし、衝突荷重についてはRieraの式を用いて算出しています。安全機能については、おおむね弾性範囲にとどまるということか、破断をしないということを確認するというふうにしております。

14ページに移りまして、具体的な衝撃荷重の算出について御説明をします。衝撃荷重は、先ほど御説明しましたとおり、Rieraの式を適用して、告示の竜巻の条件として風速100m毎秒と、それから竜巻影響評価ガイドに記載されております飛来物の条件を適用して計算をします。このときに、最も荷重が大きくなる飛来物を選定して、その衝突荷重が特定兼用キャスクに作用する範囲を設定して、その範囲で発生する応力を計算するというようにしております。

15ページに移りまして、こちらが竜巻飛来物の種類と飛来物の衝突面積について示しております。こちらは竜巻影響評価ガイドに記載される飛来物の条件でございまして、その衝突面積を評価しております。注記1に書いてありますように、飛来物の衝突面積についてですけれども、これは衝突の方向が3方向、考えられますので、その3方向のうち最も応力が大きくなる方向で衝突面積を評価しています。その面積を評価する際に、飛来物側の衝突面の寸法に加えて、フランジ側の当たる部分の寸法も考慮して衝突面積を計算するというようにしています。

16ページに移りまして、16ページが計算結果です。評価基準には、津波による損傷の防止と同様に、外運搬規則での落下事象で用いました設計荷重と、それから応力を基準として適用しています。表に書きましたとおり、全ての飛来物について衝突荷重と応力のいずれについても評価基準を満足するということを確認しましたので、閉じ込め機能と遮蔽機能が損なわれるおそれがないことは確認しております。

一応、荷重の算出に当たって、注記1に書いてありますように、鋼製パイプと鋼製材、それからコンクリート板については、これらは質量分布が一様というふうに想定されますので、Rieraの式で計算するときの質量分布の形、それは矩形として計算しています。一方、コンテナとトラックについては、注記2にありますように、構造上、質量の分布があるということで、その分布は無視できないというふうに考えられますので、例えば、質量が集中する、エンジンのところがかなり質量が集中しているですとか、そういったことを一応考慮して、質量分布の形状を三角形としてRieraの式で計算をしているという条件としております。

17ページに移りまして、こちらは二次蓋と外筒の評価について説明しています。二次蓋と外筒は破断しないということが評価基準ですので、飛来物の衝突荷重が衝突した位置に局所的に作用するとした場合に、破壊を引き起こさないということを評価しています。その評価に、ここに記載のように、竜巻飛来物の評価で一般的に使用されているBRL式というのがございますけれども、これを適用して、特定の飛来物が衝突した場合に貫通が発生する限界の厚さが評価されますが、その厚さを評価いたしております。

次の18ページがその結果になりますけれども、表がありまして、この表に示しますように、竜巻影響評価ガイドに記載している飛来物の条件でBRL式を適用して限界貫通厚さを評価しました。その結果、いずれも二次蓋と外筒の厚さよりも小さいと、すなわち二次蓋と外筒は貫通するよりも十分な厚さを有しているということになりますので、貫通は発生しないということを確認いたしました。

最後の19ページですけれども、こちらで竜巻飛来物の衝突荷重が作用した場合の加速度の評価について示しています。この加速度は、第五条と同様に、キャスクの堅牢性を考えて十分に健全性を維持するというふうに考えているんですけれども、一応、数値として確認しているという位置づけです。作用する加速度は津波荷重の場合と同様に衝突荷重を質量で割るということで計算されますので、ここは、緩衝体を装着しない設置方法⑤のほうが質量が小さいですので、発生する加速度が大きくなるということで、設置方法⑤の結果を記載しております。評価基準としては、先ほどと同様に落下時の設計加速度を適用しています。

評価の結果ですけれども、下の表にありますように、設計加速度よりも小さいということで、安全機能は損なわれないということを確認してございます。

以上で五条、六条への適合性に関する説明を終わります。

○小野審議官 それでは、質疑に入りたいと思います。

○松野上席審査官 規制庁の松野です。

資料1-9の7ページ目に津波の安全評価について記載がございますが、ここの評価基準として、キャスクの安全機能が影響する評価部位を選定して、津波荷重が作用しても安全機能が損なわれないことを確認するとしておりますけれども、この下のフランジ部についてでございますが、ここの評価基準を見ますと、フランジ部がおおむね弾性範囲内にとどまることが示されております。このキャスクの密封境界部につきましては、キャスク内の気密性を確保する上で、安全機能上、重要な評価部位でございますので、応力評価の実施だけでなく、密封境界部である蓋部の横ずれ評価についても行うべきと考えておりますけれども、その評価の考え方について説明をお願いいたします。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

今の7ページ目につきましては、まず、評価の考え方として、7ページについては直接、津波による荷重が評価部位に当たった場合について、フランジ部については、こちらでは輸送容器として密封部の境界部のおおむね弾性範囲が保たれている荷重を受けても問題がないという評価をしておりますので、資料で言えば、参考の資料の1-12に示してあります特定兼用キャスクであることの説明資料の中で、ここで設計基準としています作用荷重や応力であれば、密封部がおおむね弾性範囲であることは示していると考えております。

そのほか二次蓋、外筒については、除熱機能と遮蔽機能を維持するために、その部分について、変形があっても、その部分にもものがあることということで破断しないこととしております。

また、全体に慣性力が加わったときにつきましては、10ページ目に示されておりますように、これにつきましても、キャスクが衝突によって慣性力を受けたときにキャスクの閉じ込めが維持されている、設計加速度に対して十分に低い値になっておりますので、密封部についても、閉じ込め部についても、横ずれ等も含めて・・・に入っていると考えております。

また、御指摘いただいたように、こちらの関係と資料の1-12の関係について、関連づけが明確ではないところもありますので、その部分については補足させていただきたいというふうに思っております。

以上です。

○松野上席審査官 規制庁の松野です。

今の説明資料の中では、横ずれ評価に関する説明の記載がないというところと、あと、フランジ部、密封境界部である弾性範囲にとどまることだけでなく、蓋部の横ずれ評価も、成立性見通しの中での一つとして説明していただきたいと考えておりますので、次回の審査会合までに、その点、整理の上、説明をお願いいたします。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 承知いたしました。評価について、実施しておりますけれども、記載がないようなところについては拡充して御説明させていただきたいと思います。

以上です。

○松野上席審査官 あと1点、確認なんですけど、竜巻評価についても、横ずれ評価については同様の考え方だと思いますので、それも含めて説明をお願いいたします。

○日立GEニュークリア・エナジー（平沼） 日立GEの平沼です。

承知いたしました。

○小野審議官 ほか、いかがですか。よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題のほうの審議を終了いたします。

本日、予定しておりました議題は以上でございます。

それでは、第11回審査会合を閉会といたします。どうもありがとうございました。

（注） 音声が入りず発言内容を確認できなかった箇所は「・・・」と表記。