

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27回

令和5年8月24日（木）

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27回 議事録

### 1. 日時

令和5年8月24日（木） 13:30～15:45

### 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

渡邊 桂一	安全規制管理官（実用炉審査担当）
塚部 暢之	安全規制調整官
小澤 正義	システム安全政策研究官
寺野 印成	管理官補佐
松野 元徳	上席安全審査官
後神 進史	主任技術研究調査官
福田 拓司	主任技術研究調査官
甫出 秀	安全審査官
櫻井 あずさ	安全審査官

#### 三菱重工業株式会社

岸本 純一	原子力セグメント	機器設計部	主席プロジェクト統括
齊藤 雄一	原子力セグメント	機器設計部	プラント機器設計課 主席チーム統括
斎藤 慶行	原子力セグメント	機器設計部	プラント機器設計課 主席技師
三井 秀晃	原子力セグメント	機器設計部	プラント機器設計課 主席主任
尾方 智洋	原子力セグメント	炉心・安全技術部	炉心・放射線技術課 主席技師
平山 聖	原子力セグメント	炉心・安全技術部	炉心・放射線技術課 主任

#### 日立造船株式会社

森本 好信	機械・インフラ事業本部	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器事業推進室 室長
-------	-------------	----------------	---------------

大岩 章男	機械・インフラ事業本部 事業推進室 主席技師	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器
岩佐 和生	機械・インフラ事業本部 事業推進室 開発グループ長	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器
岡田 啓介	機械・インフラ事業本部 事業推進室 開発グループ	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器
樋口 晃	機械・インフラ事業本部 事業推進室 開発グループ	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器
濱田 健太	機械・インフラ事業本部 事業推進室 開発グループ	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器
吉田 篤	機械・インフラ事業本部 事業推進室 開発グループ	プロセス機器ビジネスユニット	原子力機器

#### 4. 議題

- (1) 三菱重工業（株）特定兼用キャスクの設計の型式証明について（MSF-28P型、MSF-76B型）
- (2) 日立造船（株）特定兼用キャスクの設計の型式証明について（Hitz-B69型）
- (3) その他

#### 5. 配付資料

- 資料1-1-1 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  
[MSF-28P型] 設置許可基準規則への適合性について
- 資料1-1-2 補足説明資料4-1 4条 地震による損傷の防止 地震に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料1-1-3 補足説明資料5-1 5条 津波による損傷の防止 津波に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料1-1-4 補足説明資料6-1 6条 外部からの衝撃による損傷の防止 竜巻及びその他外部事象に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料1-1-5 補足説明資料16-6 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設遮

蔽機能に関する説明資料

- 資料 1-2-1 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  
[MSF-76B型]設置許可基準規則への適合性について
- 資料 1-2-2 補足説明資料 4-1 4条 地震による損傷の防止 地震に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料 1-2-3 補足説明資料 5-1 5条 津波による損傷の防止 津波に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料 1-2-4 補足説明資料 6-1 6条 外部からの衝撃による損傷の防止 竜巻及びその他外部事象に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料 1-2-5 補足説明資料 16-6 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設遮蔽機能に関する説明資料
- 資料 1-3-1 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 指摘事項への回答 [MSF-28P型・MSF-76B型]
- 資料 2-1 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 設置許可基準規則への適合性について（コメント回答）
- 資料 2-2 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について（バスケット材料について）
- 資料 2-3 補足説明資料 16-1 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 資料 2-4 補足説明資料 16-3 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設遮蔽機能に関する説明資料
- 資料 2-5 補足説明資料 16-4 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設除熱機能に関する説明資料
- 資料 2-6 補足説明資料 16-6 16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設材料・構造健全性（長期健全性）に関する説明資料
- 資料 2-7 補足説明資料 4-1 4条 地震による損傷の防止 地震に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料 2-8 補足説明資料 5-1 5条 津波による損傷の防止 津波に対する安全機能維持に関する説明資料
- 資料 2-9 補足説明資料 6-1 6条 外部からの衝撃による損傷の防止 竜巻及びその他外部事象に対する安全機能維持に関する説明資料

## 6. 議事録

○渡邊管理官 定刻になりましたので、ただいまから第27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、議事次第のとおり2件です。

それでは議事に入ります。最初の議題は、議題1、三菱重工業株式会社、特定兼用キャスクの設計の型式証明について、MSF-28P型とMSF-76B型です。資料について説明を始めてください。

○三菱重工業（三井） 三菱重工の三井です。

では、資料について説明させていただきます。本日用いる資料でございますけれども、主に資料1-1-1、1-2-1、1-3-1の3点について説明させていただきます。

それではまず、資料1-1-1をお願いいたします。

まず設置許可基準規則への適合性28P型について説明をさせていただきます。資料1ページ、目次になっておりますけれども、本日の説明内容は、4条から6条の3点になります。

それでは資料2ページをお願いいたします。まず28P型の概要でございますけれども、名称としてはMSF-28P型となります。

最大貯蔵能力はPWR燃料を28体収納可能となります。そして最大崩壊熱量は15.7kWでございます。

それでは次のページをお願いいたします。3ページでございますけれども、28P型の設計方針になります。こちらの28P型でございますけれども、横置きと縦置きの2種類、蓋部が金属部へ衝突しない設置方法、または基礎等に固定する設置方法で貯蔵し、安全機能を有するように設計し、自然現象に対して安全機能を維持できる設計といたします。

概要の説明は以上になります。

では次のページをお願いいたします。4ページ目ですけれども、本日説明は、第4条、地震による損傷の防止、第5条、津波による損傷の防止、第6条、外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）となります。

次のページをお願いいたします。5ページでございますけれども、設置許可基準規則適合性説明に係る安全評価方法でございますけれども、第4条から第6条については、応力評価式を用いた評価方法でございます。こちらは先行キャスクMSF-24P（S）型と同じとなります。

次のページから第4条、第5条、第6条それぞれについての説明をさせていただきます。

6ページ、7ページの適合性の概要についてはちょっと省略をさせていただきます、8ページのほうからの説明をさせていただきます。

まず、こちら地震による損傷の防止、第4条第6項でございますけれども、具体的な設計方針としては、兼用キャスク告示に定める地震力によるキャスク蓋部の金属部への衝突に対して、その安全性が損なわれる恐れがない蓋部の金属部への衝突が生じない設置方法で横置きに設置する設計、または地盤の十分な支持を想定して貯蔵架台等に固定されたキャスクを基礎等に固定し、その安全機能を損なわない基礎等に固定する方法で縦置きに設置する設計といたします。

また、この縦置きに設置する場合でございますけれども、兼用キャスクの貯蔵架台等に固定する指示部（下部トラニオン）は、破断延性限界に十分な余裕を有することで、キャスクが転倒せず、兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼさない設計とします。

また、このキャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位は、おおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは、弾性状態に留まるように設計いたします。また、その他の部位については、塑性ひずみが生じる場合であっても破断延性限界に十分な余裕を有し、兼用キャスクの安全機能が維持される設計といたします。

また、後段審査で別途確認される事項ですけれども、地震時に貯蔵施設における周辺施設等からの波及的影響により、28P型の安全機能が損なわれないこととなります。

続きまして9ページ、10ページの審査ガイドの要求事項は説明を省略させていただきます、11ページからの地震力に対する安全評価についての説明をさせていただきます。

それでは11ページをお願いいたします。

まず（1）地震力に対する安全評価の概要でございますけれども、キャスクを支持するトラニオンの構造健全性評価に加え、キャスクの安全機能を担保する構成部材として、閉じ込め機能を担う密封境界部、臨界防止機能を担うバスケット、遮蔽除熱機能を担う外筒、及び除熱機能を担う伝熱フィンを評価対象として、機能維持評価を行いました。

評価は、金属キャスク構造規格を基に地震力に加え、供用中に作用する荷重を組み合わせ実施をいたしております。また、この際の地震力については、兼用キャスク告示に定める加速度による地震力を用いて評価を行っております。

そして、評価した結果ですけど、まず、（2）トラニオンの構造健全性評価でございますけれども、この右下の表に示しますとおり、こちらの下部トラニオンを対象として、応

力評価式により算出をしております。そしてトラニオンに生じる応力は、金属キャスク構造規格の評価基準を満足しており、トラニオンの構造健全性は維持されることを確認いたしております。

続きまして次のページ、12ページをお願いいたします。こちら(3)密封境界部、バスケット、外筒及び伝熱フィンの機能維持評価となります。

地震時に密封境界部、バスケット、外筒及び伝熱フィンに生じる応力を供用中に作用する荷重を考慮して、応力評価式により算出をいたしました。

評価結果が左側の表二つに記載してございます。

まず一つ目、地震時の一次蓋の横ずれ有無は、一次蓋に生じる慣性力と一次蓋ボルトの締付力による摩擦力の比較により評価をいたしました。

こちらの評価結果でございますけど、密封境界部、バスケット、外筒及び伝熱フィンに生じる応力は評価基準を満足することを確認しました。また地震時に一次蓋には横ずれが生じないことを確認いたしました。

これらの結果より設計方針妥当性としては、地震時にトラニオンの構造健全性及び特定兼用キャスクの安全機能は維持されることから、28P型の地震に対する設計方針は妥当であるというところを確認いたしております。

次のページ、13ページをお願いいたします。28P型キャスクですけれども、バスケットの構造に非対称構造となっておりますので、この補足説明としてバスケットプレート(縦板)の評価位置の関係について説明させていただきます。

まず(1)蓋部が金属で衝突しない設置方法(横置き)の場合について説明をいたします。

まずこの下の図の①から③の場合において、バスケットの径方向に作用する地震力を基に、バスケットプレートに生じる応力を比較し、応力が最大となる①180°方向に作用する場合の評価1、A-4を評価対象としております。こちらそれぞれA-4、B-3、C-3で比較しておりますけれども、その評価位置の選定根拠を次のページに示します。

14ページをお願いいたします。

一番左の①180°方向に作用する場合は、まず代表として説明をさせていただきます。

まず図のA-1からA-6について、下表のとおり、応力値を比較し、A-4が一番大きくなりますので、こちらを評価1と選定しております。

一方、このA-1からA-6より上側にあるところ、この紙面上、上側にあるところござい

ますけれども、このA-1からA-6よりも地震力作用方向反対側にあり、負荷荷重に寄与する燃料集合体の数が少ないため、このA-1からA-6より負荷荷重が小さいため、評価応力としては算出をいたしておりません。

また、このA-1からA-6より下側にあるところについては、仮に変形してもバスケット格子内のり寸法は変わらず、未臨界機能に影響はないため評価対象外といたしてあります。

また②、③の図のほうも同様に、②についてはB-1からB-4、③についてはC-1からC-4の応力について算出をしまして、それぞれ一番大きいところを評価位置として算定し、13ページのように、それぞれ①から③のとおり、応力値を比較して最終的にA-4を評価対象として選定をいたしてあります。

続きまして次のページ、15ページをお願いいたします。15ページは縦置きの評価位置の選定根拠についてでございますけれども、こちら方法としては、基本的には横置きと同様の方法で評価位置を選定してあります。

まずバスケットの径方向に作用する地震力でございますけれども、こちらの縦置きについては、②番0°方向に作用する場合の評価位置、B-3を評価対象としてあります。こちらに出る圧縮応力が最大となるので、こちらにしてあります。なお縦置きの場合は、バスケット径方向に作用する加速度は、一番左の図のとおり、2.35Gで共通となります。

各評価位置の選定根拠を次のページ、16ページに示します。

16ページでございますけれども、基本的には先ほどの横置きと同様に評価位置の選定を行いまして、それぞれ①番についてはA-1からA-6、②番についてはB-1からB-4、③についてはC-1からC-4の応力を算出し、応力が最大となるところを選定し、15ページのほうに持ってきているという形でございます。そしてまた、15ページのほうで、それぞれを比較して、②番のB-3を評価位置として選定しているというところになります。

評価位置の選定については以上になります。

続きまして17ページをお願いいたします。17ページでございますけれども、こちらのバスケットサポートの構造健全性についての補足説明となります。

28P型のバスケットでございますけれども、バスケットプレート及び中性子吸収材のほかに、バスケットサポートA、B、C、3種類のサポート材が配置されます。このAからCのうち、バスケットサポートCについては燃料集合体を収納する格子を形成いたします。そのため地震時にバスケットサポートCに生じる応力を応力評価式により算出し、この左下の表のとおり、生じる応力は横置き、縦置き、どちらにおいても評価基準を満足することを



確認しております。

第4条についての説明は以上となります。

続きまして第5条の説明に移らせていただきます。

1ページ飛びまして、19ページをお願いいたします。こちら第5条、津波による損傷の防止でございますけれども、まず具体的な設計方針でございますけれども、津波による遡上波の波力及び漂流物の衝突による荷重が同時に作用する荷重条件に対して、キャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位はおおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは弾性状態に留まるように設計します。また、その他の部位については、塑性ひずみが生じる場合であっても、破断延性限界に十分な余裕を有し、特定兼用キャスクの安全機能が維持される設計といたします。また後段審査で別途確認される事項はなしとなります。

それでは津波荷重に対する安全評価の概要について説明をさせていただきます。

21ページをお願いいたします。

こちら、津波荷重に対する安全評価の概要ですけれども、こちらも基本的には地震時と同様でございますけれども、機能維持評価の評価部位は、兼用キャスクの安全機能を担保する構成部材として、閉じ込め機能を担う密封境界部、臨界防止機能を担うバスケット、遮蔽除熱機能を担う外筒、除熱機能を担う伝熱フィンといたします。また、機能維持評価は津波荷重に加え、供用中に作用する荷重を組み合わせ、貯蔵用緩衝体の構造体としての剛性を考慮しない条件として実施をいたしました。こちら、用いる津波荷重としては、兼用キャスク告示で定める津波による作用力といたしております。

それでは、次の22ページをお願いいたします。

まずは津波荷重の算定方法でございますけれども、こちら、機能維持評価に用いる津波荷重は、①番、津波波力 ( $P_t$ )、こちらに示します式でございますけど、これにより算出したものと、②番、漂流物衝突荷重 ( $P_c$ )、この二つを組み合わせ用います。

また、機能維持評価では、津波荷重に加え常時作用する荷重として、28P型の供用中に作用する荷重を考慮いたします。この荷重を算出した結果が、一番下の表のとおりとなります。

次の23ページをお願いいたします。

こちらは評価結果でございますけれども、密封境界部、バスケット、外筒及び伝熱フィンの機能維持評価となります。

(3)でございますけれども、津波荷重は28P型の長手方向と径方向の両方向からの作用を考慮いたします。ここで縦置き時の津波荷重は横置き時に比べ小さく、安全機能を担保する構成部材の応力は横置きに包絡されます。

ここで、横置きでの津波荷重作用時には、密封境界部、バスケット、外筒及び伝熱フィンに生じる応力は供用中に作用する荷重を考慮し、応力評価式により算出をいたしました。また津波荷重作用時の一次蓋の横ずれ有無は、一次蓋に生じる慣性力と一次蓋ボルトの締付力による摩擦力の比較により評価をいたしました。

その結果、下の表に示しますとおり、それぞれの部位に作用する応力は評価基準を満足していること、また一次蓋には横ずれが生じないことから、設計方針の妥当性としては、28P型の津波荷重作用時に、兼用キャスクの安全機能は維持されることから設計方針は妥当であるというところを確認いたしております。

それでは次、24ページをお願いいたします。こちらは津波荷重の作用時にも、地震時と同様にバスケットプレートの評価位置の関係について選定を行っております。

こちら、津波荷重が作用する方向 $90^{\circ}$  または $270^{\circ}$  方向について評価を行いまして、バスケットプレートに生じる応力が最大となる評価位置C-3を評価対象といたしております。評価地選定は、一番右の図のとおり、地震時の評価と同様に行っております。

また、バスケットサポートCでございますけれども、こちらは燃料集合体による荷重が作用しないため、生じる応力は小さいため、評価を省略しております。

またバスケットプレーと横板に作用する荷重は燃料集合体1体の慣性力による荷重であり、評価位置はバスケットプレート横板の断面積が最も小さい位置としております。

津波の評価については以上になります。

続きまして、第6条竜巻の評価について説明させていただきます。26ページをお願いいたします。

こちらの具体的な設計方針でございますけれども、竜巻による荷重及び設計飛来物の衝突による荷重を組み合わせた荷重条件に対して、キャスクの安全機能を担保する部位のうち、閉じ込め機能を担保する部位はおおむね弾性状態に留まるようにし、臨界防止機能を担保するバスケットプレートは弾性状態にとどまるように設計いたします。また、その他の部位については塑性ひずみが生じる場合であっても、破断延性限界に十分な余裕を有し、キャスクの安全機能が維持される設計とします。

後段審査で別途確認される事項としては、貯蔵施設における設計竜巻により、MSF-28P

型に衝突し得る設計飛来物の条件が、MSF-28P型で想定する設計飛来物の条件に包絡されていることとなります。

それでは評価のほうについて説明させていただきます。

28ページをお願いいたします。28ページの(1)でございますけれども、竜巻に対する安全評価の概要になります。

こちらは竜巻荷重に対するキャスクの安全機能維持評価を行いまして、機能が維持されることを確認いたします。評価方針としては基本的には津波と同様になります。また竜巻荷重に対しては兼用キャスク告示にて定める竜巻による作用力を考慮しております。

また設計飛来物については下の表に示しますとおり、竜巻影響評価ガイド解説表4.1に基づいております。ただ、鋼製材については注に記載のとおり、竜巻影響評価ガイドに記載の速度は水平が51、鉛直が34でございますけれども、保守的な値として57と38m/sといたしております。

それでは次の29ページをお願いいたします。

竜巻荷重の算定でございますけれども、①番、風圧力による荷重、②番、気圧差による荷重、③番、設計飛来物による衝撃荷重、これらを組み合わせた複合荷重④を作用させるものとしております。その算定結果は、右下の表に示すとおりとなります。

この荷重を用いて評価を行いますけれども、評価については30ページ、次のページをお願いいたします。

(3) 機能維持評価でございますけれども、竜巻荷重はMSF-28P型の長手方向と径方向の両方向からの作用を考慮いたします。ここで縦置き時の竜巻荷重は横置き時に比べて小さいことから横置き時の評価に包絡されます。また、この横置き時の竜巻荷重でございますけれども、第5条で示した津波荷重に比べて小さいこと、また津波荷重以外の荷重条件、その他の条件は同じであることから、この津波荷重による構造健全性評価に包絡されることから、竜巻荷重が作用しても、同様に構造健全性が維持されるものとなります。

最後、設計方針の妥当性でございますけれども、これらの評価結果からMSF-28P型の竜巻に対する設計方針は妥当であるというところを確認しております。

本資料の説明については以上になります。

それでは次の資料、資料1-2-1をお願いいたします。

こちらはMSF-76B型の適合性に関する説明資料となります。こちらは主に基本的な28Pと同様でございますので、異なっている点について説明させていただきます。

まず、資料3ページをお願いいたします。

こちら、MSF-76B型の概要設計方針でございますけれども、MSF-76B型の設置方法についてはMSF-28P型と異なりまして、横置きのみ蓋部が金属部へ衝突しない設置方法のみとなります。この点がMSF-28P型と異なる点となります。

それで次、ちょっと飛びまして、5ページをお願いいたします。

こちらは適合性説明に係る安全評価方法でございますけれども、評価方法としてはMSF-28P型と同じとなりまして、また、それと同様にMSF-24P (S) 型と同様となります。

それでは、次の第4条のほうの説明に移らせていただきます。設計方針などは基本的にはMSF-28P型と同様でございますので省略させていただきます。

少し飛びまして10ページのほう、お願いいたします。

10ページ、まず地震力に対する安全評価でございますけれども、こちらのMSF-28P型と同様にトラニオンの構造健全性評価を行っております。

評価結果についてでございますけれども、右下の評価結果の表に示しますとおり、トラニオンに生じる応力は評価基準を満足していることから、トラニオンの構造健全性は維持されることを確認しております。

それでは、次の11ページをお願いいたします。

11ページでございますけれども、28P型と同様に、密封境界部、バスケット、外筒、伝熱フィン、また一次蓋の横ずれ評価を行いまして、この左の表、二つに示しますとおり、発生する応力は評価基準を満足すること。また、一次蓋の横ずれは生じないことを確認しており、設計方針は妥当であるというところを確認いたしております。

第4条の説明については以上になります。

それでは次、第5条の説明に移らせていただきます。こちらも評価方法などについてはMSF-28P型と同様でございますので、評価結果についてのみ説明させていただきます。

少しページを飛びまして17ページをお願いいたします。

17ページでございますけれども、こちらMSF-28P型と同様の評価を行いまして、密封境界部、バスケット、外筒、伝熱フィンに生じる応力は、評価基準を満足することを確認いたしております。また、一次蓋の横ずれは生じないことを確認しております。

以上のことからMSF-76B型の津波に対する設計方針は妥当であるというところを確認いたしております。

それでは最後、第6条について説明させていただきます。こちら基本的にはMSF-28P型

と同様になりますが、設計飛来物が少々異なりますので、21ページ、説明させていただきます。

21ページ、こちらの設計飛来物の条件の表が一番下の表にございますけれども、こちら基本的には竜巻影響評価ガイドに基づくものでございますけれども、鋼製材のところはMSF-28P型と異なっておりまして、MSF-76B型についてはガイドに示す数値のままとなります。鋼製材のところの水平の速度が51 m/s、鉛直のところは34m/sとなります。

これらに基づきまして評価した結果が23ページになります。

こちらでございますけれども、竜巻荷重は規則適合性（第5条）津波荷重に示すものより小さいこと、また、構造健全性評価条件のうち津波荷重以外のものは、その他荷重条件及びその他条件は同じであることから、竜巻荷重による構造健全性評価は津波荷重による評価に包絡されるものとなります。

以上のことから、MSF-76B型の竜巻に対する設計方針は妥当であるというところを確認いたしております。

それでは、本紙の説明は以上となります。

それでは最後、資料1-3-1を説明させていただきます。こちらの前回までの指摘事項への回答を説明する資料となります。

資料をめくっていただきまして、2ページをお願いいたします。

本日の回答としては、2ページのNo.2と、次の3ページのNo.5、No.6となります。No.2の第16条関連については前回6月22日の審査会合で回答済みとなりまして、本日は第4条から第6条関連を説明させていただきます。またNo.5、No.6については本日説明させていただきます。

それでは資料4ページをお願いいたします。

こちら、指摘事項No.2でございますけれども、MSF-28P型のバスケット構造が非対称であることについて、強度評価及び安全機能評価での考慮を説明することとなります。

この下の表を説明させていただきます。第4条から第6条でございますけれども、バスケットプレートに生じる応力が最大となる加速度作用方向及びバスケットプレート評価位置を、バスケット構造の非対称性を考慮しつつ選定し、強度評価を実施しております。

なお、詳細は5ページから9ページに示しておりますけれども、こちら、先ほどの資料1-1-1のほうで説明済みですので、5ページから8ページ、すみません。9ページの説明については省略をさせていただきます。

それでは続きまして、資料10ページをお願いいたします。こちらのNo.5への回答となります。まず指摘事項でございますけれども、型式証明申請書添付書類一、第1-6表、安全機能評価結果に記載されている評価結果の数値処理の考え方について説明することというところとなります。

回答といたしましては、型式証明申請では設計方針の妥当性を示す位置づけであることを踏まえ、型式証明申請書添付書類一、第1-6、安全機能評価では、評価結果詳細値、第16条の補足説明資料に示す値を数値処理した値を記載しております。数値処理の考え方を下表、MSF-28P型については下の表、MSF-76B型については、次のページの表に示します。

まず臨界ですけれども、臨界については0.01刻みで結果を切り上げているというところになります。遮蔽については、表面については0.2mSv単位、表面から1m地点については10 $\mu$ Sv刻みで切上げとしております。また除熱については、解析で得られた温度に対して5 $^{\circ}$ C加算し、5 $^{\circ}$ C刻みで切り上げているというものになります。閉じ込めについては、特に処理、処置なしというところになります。

また、この表の数値処理の考え方でございますけれども、先行のMSF-24P(S)型と同様となります。

また、この申請書で切り上げた数値を記載している理由でございますけれども、型式指定詳細設計による細かいところの変更により、解析結果が若干変わる可能性も考えられますので、申請書に記載するこの数値を型式指定の際に超えないようにするため、申請書の添付書類1のほうでは切り上げた値を記載してございます。

次の11ページ、MSF-76B型についても、MSF-28P型と同様の数値処理の考え方となりますので、説明は省略させていただきます。

それでは最後、No.6の回答に移らせていただきます。ここで説明者交代させていただきます。

○三菱重工業（平山） 三菱重工の平山です。

指摘事項No.6、MCNP5コードによる線量当量率の計算が適切に行われたと判断する過程について、10個の統計指標、この10個の統計指標を満足しない場合も含め、より詳細に説明すること。これについて12ページより説明いたします。

まずこちらの回答としましては、「放射性物質輸送容器のモンテカルロ法による遮蔽安全評価手法ガイドライン原案の策定」、こちらのドキュメントを参考に、3段階のステップで確認を行っています。この3段階のステップというものを同12ページ、右のフロー図

になぞって説明いたします。

まず、MCNPの解析を実施し、そのアウトプットファイルに10個の統計指標が出力されます。

まず一つ目のステップ、(1) その10個の統計指標のうち、相対誤差、具体的にいうと relative errorのvalueのところですね、相対誤差が判断基準を満足するかがまず確認を行います。これが満足していれば次のステップに進んで、満足しなかったら計算モデルの見直しに移ります。

満足していた場合は次のステップ、(2) 10個の統計指標のうち、先ほど確認した相対誤差、これ以外の判断基準の確認を行います。これが全て「yes」であれば計算が妥当なもの判断できますが、ここで「no」を含む場合、次の第3、三つ目のステップ、線量当量率分布が連続性の確認などを行います。この線量当量率分布の連続性の確認というのを具体的に言いますと、こちらフロー図、脇の注釈に書いてあるとおり、線量当量率分布の連続性の確認のほかに、こちらに記載のような手順での確認を行います。この確認をもって、計算が妥当であることの判断を行っています。

では、MSF-28B型及びMSF-76B型について、具体的にこのフロー図でどのように手順を確認しているか、この次のページ、13ページのほうで説明いたします。

13ページのほうは、MSF-28P型の例になります。ページ左下に書いてある表は、MSF-28P型の統計指標のリスト一覧になるんですが、まず(1) 統計指標のうち、相対誤差の確認を行います。MSF-28P型の場合、全て「yes」であったので、次の確認項目(2)に進みます。相対誤差以外の確認項目、こちらは一部「no」がございましたので、次のステップ、線量当量率分布の確認に進みます。資料中の右のほうの、今回は線量当量率分布の連続性について示しますが、資料右のとおり、線量当量率分布はこのような形になっておりますので、妥当なもの判断をもって、今回MCNP5の計算が適切であるということを確認したものにになります。

以上が指摘事項6、No. 6への回答の説明となります。

○三菱重工業（三井） 三菱重工からの説明は以上となります。

○渡邊管理官 ありがとうございます。

それでは質疑に入ります。質問のある方は手を挙げてください。

はい、櫻井さん。

○櫻井審査官 規制庁、櫻井です。

私のほうからは、資料1-3-1の指摘事項No.2のバスケット構造が非対称であることについて、地震、津波、竜巻において、強度評価及び安全機能評価についての考慮方法を説明することについて、確認したいと思います。

今、御説明していただいたとおり、バスケットプレートに生じる加速度方向だったり、あと評価位置というのを考慮して、その非対称性を考慮して強度評価等を行っているという御説明ではあったんですが、これのほかにかどうか加えて、キャスク本体の評価について、バスケット構造が非対称性であることだとか、あと荷重条件とかを考慮する必要性があるかないかということについて、御説明いただきたくお願いします。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

バスケットが非対称であるところが本体の評価に影響するかというところでございますけれども、5ページにバスケットの絵がございますけれども、基本的にはバスケットの外接円というところは、バスケットが本体胴に接する面というのは、基本的には本体胴の内面と同心円になりますので、バスケットから胴内面に伝わる荷重というのは、接するところから伝わることになります。円と円が接触するというところで、バスケットの非対称構造というところは影響はないということになります。

説明は以上になります。

○櫻井審査官 今の御説明ですと、5ページとか、6ページから同心円状に伝わるから、非対称であっても影響はないという御説明ではあるんですけれども、それについて、説明が補足だったりとか概要パワポとかにないので、補足説明資料でいいので、その点は先行のMSF-24P（S）とは異なるというか、非対称性という部分は異なる点でありますので、キャスク本体への影響はないということに記載いただければなと思います。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

記載について承知いたしました。

○櫻井審査官 規制庁、桜井です。

それによってキャスクの向きだったり、置き方というのには、先ほどキャスク本体には影響ないということなんですけれども、向きとか置き方について制限だったり、そういうのはあるんでしょうか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

キャスクの横置きの置き方でございますけれども、こちらの今の0°方向を上側にして評価を行っておりますけれども、キャスクの形状、主にトラニオンの形状から、0°もし



くは180° 上側にした置き方が可能でございます。

また、今、0° 方向を上にして評価をしておりますけれども、180° 方向を上として評価を行っても、特に評価基準を超えるようなことはないということを確認しております、特に制限はないものというふうに考えております。

以上です。

○櫻井審査官 ありがとうございます。じゃあ、その向きとか置き方について、横置きですけれども、についても制限というのは、0° だったり180° の向きについて検討して影響ないということを確認しているという旨も記載をお願いします。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

記載について承知いたしました。

○渡邊管理官 すみません。規制庁の渡邊です。

今の話に若干関連してなんですけれども、まず、今、櫻井から話がありました向きというか、置き方についてなんですけれども、今、御説明だと0° を上にしてもいいし、180° のほうを上にしてもいいと。ここの今、資料に記載されているのは0° を上にしたときの評価だけなんですけれども、180° のほうを上にしたときの評価でも基準値を満足することを確認しているというふうにおっしゃいましたけど、これ0° のほうを載せているのは、よりこの0° のほうが評価基準値に対して厳しいから載せているんでしょうか。それとも180° のほうでやっぱり厳しくなるようなものというのがあるということなんですか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

基本的にその置き方としては、0° 方向を上にして置くということが基本設計になりますので、基本的な考え方になりますので、0° を上にしたもので評価を行っております。180° のほうが、0° のほうが応力が厳しいというわけではございません。

○渡邊管理官 規制庁の渡邊ですけれども。

先ほど三井さんの御説明だと、180° のほうを上にも大丈夫だというふうなお話だったと私は理解したんですけれども、それは間違いないですか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

その点については間違いございません。

○渡邊管理官 そうすると、例えば、そのキャスクの使用するときの使用の制限というか、要は、これ実際には使用済燃料の貯蔵建屋とかのですね、そういったところの許可なりの申請にいずれ引き継がれて、ほかの部分は見るということになると思うんですけど、その

ときの使用の仕方の制限とかを何か加える必要はないということですか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

0° を上にしても、180° を上にしても、特にその生じる応力が基準値を超えるようなことはございませんので、制限を加える必要はないかと考えております。

○渡邊管理官 規制庁の渡邊です。

分かりました。180° を上にしたときでも基準値を満足するということについては、代表的な数値だけでも構わないと思いますけれども、補足説明資料のほうにはその旨は追記していただければと思います。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

記載については承知をいたしました。

○渡邊管理官 それから、これ資料の1-1-1の17ページですけれども、バスケットプレートに、バスケットサポートA、B、Cというのがかくっついているというふうなお話を書いてありまして、このサポートCというのは、燃料集合体を収納する格子を形成しているということなんですけれども、ここについては応力評価結果が出ていますけれども、これはバスケットサポートのAとかBというのは、これはここに評価が載っていないのは、それは評価をする必要がないから評価をしてないということなのか、それとも燃料集合体を収納する格子を形成するものではないので、ここに載せていないのか。あるいはその評価結果は出ていて、それは十分基準値を満足するんだけれども、格子を形成するようなものじゃないから載せてないということなんですか。どういう意図でしょうか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

バスケットサポートAとBについてでございますけれども、燃料を収納する格子、これを形成していない部材になりますので、そもそも評価を行っていないところになります。基本的には格子を形成するバスケットプレート、その外側にある部材になりますので、評価対象外というところとしております。

以上です。

○渡邊管理官 そうすると前のページとか、前の前のページぐらいとかで、縦置きとか横置きとかのときに、バスケットプレートに生じる応力の計算をされていますけれども、その計算の中でも、特にこのサポートのAとかBとかがあることに、これの影響がない前提でやっていらっしゃるということなんですかね。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

強度評価については、このバスケットサポートA、Bはないものとして評価を行っておりますが、ただ、重量としては付加されますので、重量については考慮しております。

以上です。

○渡邊管理官 はい、分かりました。ありがとうございます。

あと最後に、これはバスケットサポートCの応力評価の結果載せていただいていますけれども、これ置き方変えたときの数字というのは出していますよね。先ほど180°のときに計算しているというふうにおっしゃったんで。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

こちら、180°が方向が違いますと基本的に燃料集合体の荷重が作用しない場所となりますので、その場合は、津波のところに書きましたけれども、24ページのほうに書いておりますけれども、三つ目の矢羽根でございますけれども、バスケットサポートCには燃料集合体による荷重が作用しなくなりますと、生じる応力は無視できるほど小さくなりますので、評価対象外というふうにさせていただいております。

以上です。

○渡邊管理官 これはあれですか、0°が上のときですかね、この24ページに書いてあるのは。それは地震のときのやつも同じじゃないですか。これと、先ほどのお話だと0と180をぐるっと反対側にしたときの評価でもという話だったと思うんですけど、そうすると、このサポートCに力がかかったりしないんでしょうか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

前のページ、16ページの図を見ていただきたいんですけども、バスケットサポートCは0°方向のところにある部材になりますけれども、バスケットサポートCに荷重がかかるのは、この②番の場合、0°方向に作用する場合のみとなりまして、①番、③番の場合は、燃料集合体の荷重が作用しない状態となりますので、基本的にはこの②番の方向に加速度が作用する場合についてのみの評価を行っております。

以上です。

○渡邊管理官 はい、分かりました。ありがとうございます。

ほかにどなたか。はい、松野さん。

○松野上席審査官 規制庁の松野です。

私からは指摘事項への回答No. 5の評価結果の数値処理の考え方について1点確認があります。資料1-3-1の10ページ目にある、この表の右側に記載がある数値処理の考え方の説

明については理解いたしました。

1点確認ですけれども、この考え方は先行キャスクと同じ考え方であるとのことですが、今後もこの考え方というのは同じ考え方で数値処理をしていくのか。もしくはこの考え方が変わる可能性があるということなのか、説明をお願いいたします。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

もし、今後また新たなキャスクを申請させていただくという場合には、同じ考え方を踏襲する予定でございます。

以上です。

○松野上席審査官 分かりました。今の補足説明資料には、この考え方などについて記載がありませんので、この考え方について補足説明資料の記載のほうをお願いしたいと思いますけど、いかがでしょうか。

○三菱重工業（三井） 三菱重工、三井でございます。

承知いたしました。この考え方について追記をいたします。

以上です。

○渡邊管理官 ほかにありますでしょうか。

はい。後神さん。

○後神主任技術研究調査官 規制庁の後神です。

私のほうからは、資料1-3-1の指摘事項No.6への回答について、ちょっと確認させていただきます。

これは前回の審査会合で私のほうからお願いした話ですが、この10個の統計指標の確認の仕方について、もう少し分かりやすく図表を使っていただければという話をしたんですけども、それに答えていただいて、フロー図を用意していただいて、分かりやすくなったかと思います。

その中で一つ確認ですけれども、この12ページ目のフロー図の（3）のところ、今、10個の統計指標の確認をして、「yes」、「no」の判断をして、「no」が残ってしまった場合、線量当量率分布の連続性の確認などを行いますと。ここの「など」については、フロー図の左下に、線量当量率分布の連続性の確認のほかに、幾つかこういう視点で確認しますよというのを書いていただきました。

解析結果の重要性というんですかね。例えば、線量率が非常に高くなって、基準値に非常に近いようなところは、かなり信頼性を高く考えていただかないと危ないことになりま

すので、例えばそういうところに対しては、こういったところも確認していただきたいですし、ただ、ここに書かれていること以外にも、いろいろと確認する視点というのはあると思いますので、例えば、全ての評価結果に対して網羅的に全部見てくださいということではないんですけども、重要なところは、いろいろな視点から見ていただきたいので、ここで確認などと書かれているのは、そういう重要なところはいろいろな視点から、例えばここに書いてあるようなことも確認しますよと、そういう考えということで大丈夫でしょうか。

○三菱重工業（平山） 三菱重工の平山です。

まさに御説明いただいたとおり、御認識のとおりというのが、こちらから書いております。まさに分布の確認なんていうのは、まさに今回の評価全体が適切な結果を吐き出しているかという確認になりますし、まさにこの10個の指標の確認というのが今回見るべき、より厳しいであろうポイント、10個のポイントに対して、この統計指標を確認しながら、それが駄目だったら、こちらに書いたような観点で確認をしていくということになりますんで、まさに考え方、説明していただいたとおりという印象になります。

○後神主任技術研究調査官 規制庁の後神です。

これまでの審査プロセスの中で、幾つかの話を挙げたんですけども、例えば、この10個の統計指標「yes」、「no」というのは、解析が終わった時点の評価結果であると思うんですけども、例えばこのMCNPコードであれば、10個の統計指標がヒストリーごとにどんなふうに進展してくるかという情報も出てきますけども、そういったところも参考にするとというようなことも考えておられるというあたりはいかがでしょうか。

○渡邊管理官 ちょっとマイク近づけてお願いします。

○三菱重工業（平山） はい、三菱重工の平山です。

そうですね、確かに審査の初めのほうの段階から、そのヒストリー増加に伴うこの結果の推移ということについては、いろいろ議論させていただいたものだと思いますが、そうですね、今回ちょっと、今回でいえば、はい、御指摘のとおり、ヒストリー数の結果についても、今回提示はできておりませんが、一通り確認はしておりますし、もちろんそこでおかしな挙動がないということをもって、「yes」、「no」の判断を行ったというところも今回ございます。

すみません。回答は以上です。

○後神主任技術研究調査官 規制庁の後神です。

はい、よく分かりました。具体的なことは型式指定の段階で設計が固まって、それに対する評価結果が何  $\mu$  Sv/hと出てきて、それに対する10個の統計指標がこういう結果になりましたよと。それがそろって初めて、全て「yes」だったらもうそれで終わります。「no」が幾つか残ったから重要度も考えて、ここまで見ますよという話に発展すると思いますので、そこでここはかなり慎重に判断していかないといけないというものが出来た場合は、例えば今言ったようなことで、ここに資料として書かれているようなこと。とにかくいろんな観点、視点から見ていただいて、結果の信頼性というのを確保していただければいいかなと思いますので、これからの計算なり、評価なりについては、そういう考えを持って対応していただければいいかと思えます。

○三菱重工業（平山） 三菱重工の平山です。

まさにコメントいただいたこと、完全に同意いたします。今後そのような感じで、型式指定のほうでも結果を御説明させていただきますので、ということになります。

○渡邊管理官 ほかによろしいでしょうか。

三菱重工のほうから何かございますか、確認したいこと。

○三菱重工業（岸本） 三菱重工、岸本です。

特にございません。

以上です。

○渡邊管理官 はい、分かりました。

それでは以上で、議題1を終了します。

ここで一旦休憩に入りまして、15分後、14時35分から再開して、議題2に入りたいと思います。

（休憩 三菱重工退室、日立造船入室）

○渡邊管理官 それでは、会合を再開いたします。

次の議題は、議題2、日立造船株式会社、特定兼用キャスクの設計の型式証明について（Hitz-B69型）です。

それでは資料について説明を始めてください。

○日立造船（岡田） 日立造船の岡田です。

それではまず資料の確認をいたします。

まず資料2-1、設置許可基準規則への適合性についてのコメント回答、こちらが資料2-1。資料2-2、同じくバスケットの材料についての説明資料になります。資料2-3、こちらが第

16条の燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設。資料2-4、補足説明資料16-3、遮蔽機能に関する説明資料。資料2-5、補足説明資料16-4、除熱機能に関する説明資料。資料2-6、補足説明資料16-6、材料構造健全性、長期健全性に関する説明資料。資料2-7、第4条、地震に関する安全機能維持に関する説明資料。資料2-8、第5条の補足説明資料5-1、津波に対する安全機能維持に関する説明資料。資料2-9、補足説明資料6-1、竜巻及びその他外部事象に関する対する安全機能維持に関する説明資料となります。

それでは、まず資料2-1、設置許可基準規則への適合性についてのコメント回答、こちらについて説明させていただきます。

それでは担当者から説明いたします。

○日立造船（濱田） はい、日立造船、濱田です。

では資料2-1の指摘事項、コメントリスト、コメント回答について御説明させていただきます。

資料2-1の5ページ目を開いていただきまして、コメントNo.2の、5ページ目から9ページ目までのコメントリストについて御説明させていただきます。

○渡邊管理官 すみません。ちょっとマイクを近づけるなりして、もう少し声が入るような形で御発言をお願いします。

○日立造船（濱田） はい、すみません。今、聞こえていますかね。

コメントリストとしては5ページ目から9ページ目になります。その内回答について、11ページ目から御説明させていただきます。

まず指摘事項の2番、バスケットの構造について、上部格子枠の構造にした理由を説明すること。また燃料集合体と格子枠、コンパートメントとの関係を示すこと。さらにクランプとその構造部材に対して、Hitz-B52型と構造が異なるが、考え方や評価の問題ないことを説明すること。さらにJSMEの金属規格でバスケット材として規定されていないSG295材を採用した理由を説明すること。

この中で、順番に御説明させていただきますと、1番、上部格子枠の構造にした理由について、12ページ目で御説明させていただきます。

Hitz-B69型では、キャスク重量は使用済燃料の収納体数分の増加分、52から62体に対して増加するため、バスケットの軽量化を図る必要が生じたため、全長をコンパートメントするというもともとの構造から、上部格子枠とコンパートメントを組み合わせる構造に変更しました。

続きまして13ページで、(2)番、クランプとその構造部材に対する御回答になります。バスケットの全体として、サポートプレートは周方向に分割して外周のコンパートメントに溶接して、クランプ及びクランプボスという連結部材で周方向のサポートプレートを締結しています。この中でクランプ構造としましては、周方向に分割したサポートプレートを締結する部材となります。

このクランプ構造について、製作時のバスケットの取扱いで、バスケットを束ねるという役割を持っておりまして、本体胴にバスケットを挿入する際の補助機能、補助的機能を担っています。

このクランプ構造は、外部事象に対して重要な構造部材ではなく、クランプの有無にかかわらず、使用済燃料集合体の幾何学的配置並びに中性子吸収材の適切な配置を保持できるとなっております。

さらにモデル化について、14ページで御説明しております。

地震、津波及び竜巻飛来物の評価において、クランプ構造の有無にかかわらずバスケットは本体胴で保持されていることから、クランプ構造に有意な応力が生じないため、クランプを評価対象としておりません。

続きまして、SG295材に関して、15ページで御説明させていただきます。

まずSG295材を採用した理由としましては、先ほど御説明してあるとおり、Hitz-B69型はキャスク単体として軽量化を図る必要があります。その方法としてバスケットの軽量化が有効であるということから、SG295、厚さ6mm以下の薄い鋼板が規定されているSG295材を採用しています。また、さらに採用においてASME規格についても考慮しています。

型式証明審査におけるSG295材の審査について、16ページで御説明させていただきます。

JSME金属キャスク構造規格に記載のない材料であるSG295材については、JSME材料規格の新規材料採用ガイドラインに基づいた材料試験により、金属キャスク構造規格に従って設計するための材料特性を取得して、設計強度を規定します。

SG295材の適合性については型式証明で説明します。型式証明の審査においては、設計認証する基準値の設定についての妥当性を説明します。基準値の設定方法としては、材料の基準値について材料試験により材料特性を取得し、JSMEの材料規格の新規材料採用ガイドラインに基づいて、保守的な設計用強度を設定しています。この際、ASME規格等の差異についても考慮します。

材料特性の取得及び設計用強度の設定の考え方については、補足説明資料16-1の別紙の



3で説明しています。

指摘事項No.3の設計基準値の考え方につきまして、地震、津波、竜巻に対する評価部位及び評価基準について、御説明させていただきます。

評価部位について密封境界部及び二次蓋ボルトについては、金属キャスク構造規格に定める密封容器の供用状態Dにおける許容応力としています。

外筒につきましては、同じく金属キャスク構造規格の中間胴の供用状態D、バスケットについては、バスケットの供用状態Dにおける供用応力としています。

伝熱フィンにつきましては、破断しないことを基準としておりまして、それを確認するための基準として $S_v$ 値を採用しています。

続きまして、No.5の指摘になります。

○日立造船（吉田） 日立造船、吉田です。

指摘事項No.5、遮蔽関係の質問について、私のほうから解説いたします。

指摘内容は、Hitz-B69型に特徴的な構造である上部格子枠のモデル化の考え方の保守性と妥当性について説明することということで、補足説明資料16-3の別紙8を参照と書かせていただきましたが、そちらのほうに関連する説明を記載させていただいております。

回答といたしましては、Hitz-B69型の遮蔽解析モデルにおきまして、胴内はR-Z二次元モデルでモデル化するため、燃料集合体とバスケットを均質化しております。

ここでキャスクの径方向は、燃料領域とバスケット外周部領域と言われる領域に区分し、キャスク軸方向には、燃料集合体とバスケットそれぞれ構造が変わる位置で区分すること、区分された領域ごとに領域の体積及び含まれる部材の量に基づき均質化材質として原子個数密度を設定するというように考慮しています。

ここで燃料領域の境界としまして、これがコンパートメントを含むために設定しておりますが、上部格子枠につきましては、その設定した燃料領域境界に基づいて、燃料領域とバスケット外周部領域それぞれに均質化する部材の量を考慮するという考え方を基本的な考え方としますが、遮蔽機能評価に適用しているモデルにおいては、この考え方に対して保守的となるよう、部材の量が少なく見になるような計算をしております。詳細については補足説明資料等を参照していただきたいと思いますと思っております。

遮蔽機能評価に適用しているモデルは、このように基本的な考え方に対して保守的なものでありますが、また、上部格子枠から離れた位置では、この上部格子枠のモデル化の影響というのは微小でありまして、遮蔽機能評価において最も基準に対する余裕が小さい評

価位置が、この影響が少ないところにあるというところからも、この遮蔽機能評価に適用することは妥当であると考えております。

続きまして、20ページの指摘事項No.6の回答について説明いたします。

こちらは長期健全性に関する指摘事項でございます。使用済燃料（Zrライナなし）のものについて、基準値200℃に対し解析結果が197℃と裕度が小さいため、解析の保守性や基準値の妥当性について説明することという指摘事項ございました。

回答といたしましては、除熱解析における使用済燃料の発熱量、これはHits-B69型では配置制限、配置(1)～(4)というもので、パターンを決めておりますが、使用済燃料の各配置制限において、収納位置ごとに収納され得る燃料集合体の中で最も発熱量の大きいものをY1に入れたものとして定めた設計崩壊熱量を解析の入力条件としております。

この設計崩壊熱量は、キャスク1基当たりの制限発電量となる最大崩壊熱量に対して26%以上の保守性があるものになります。

徐熱解析のモデルの考え方で、その他にも保守性を考慮しているというところも含めまして、この審議事項に関連しているところの配置(3)における新型8×8燃料（Zrライナなし）の徐熱解析の結果は、基準値200℃に対して197℃と裕度が小さいものの、この解析結果というものが17%以上の保守性を有していると考えられるところから、これは保守的な評価の結果でありますので、この裕度が小さいというところは問題ないと考えております。説明のところ、補足説明資料等には、それに関連した説明を追記させていただきます。

続いて21ページをお願いいたします。基準値の妥当性に関する御説明になりますが、まず、今回、使用済燃料被覆管の照射後内圧から評価した周方向応力を21ページ中ほどの表に示しております。

この燃料被覆管の熱による経年変化の基準値としましては、記載の文献に基づきまして、燃料被覆管の温度と周方向応力の観点から、燃料被覆管の機械的特性が劣化しない条件というものを設定させていただいております。

続きまして22ページ、指摘事項No.7。こちらはまた遮蔽のコメントとなりまして、中性子遮蔽材の質量減損について設定した温度の根拠と、具体的な温度の考慮の仕方を説明することという御指摘をいただいております。

回答につきましては、補足説明資料16-3の別紙2の14ページからのところに記載しておりますが、内容といたしましては、中性子遮蔽材の質量減損を計算するために設定した温度は、徐熱機能評価のための解析結果、これを貯蔵期間0年として、同様の解析において、

貯蔵期間に応じて貯蔵期間分、冷却期間が延長されたものとして、発熱量を低下させた解析結果というものを解析で求めておりまして、それを根拠として温度を設定しております。

温度の考慮の仕方といたしましては、貯蔵期間中の中性子遮蔽材の温度を時間区分して、階段状に温度低下するものとし、貯蔵期間中の最高温度を常に上回る温度履歴を設定すると。具体的には記載のとおり、貯蔵期間に応じて、分割、変えるとしております。

23ページに、徐熱解析結果から設定した中性子遮蔽材の温度を示しておりまして、24ページに、そこからどのように温度履歴を考えるかというところを記載しております。

続きまして、25ページ、指摘事項No. 8、こちらも遮蔽に対するコメントでございまして、表面線量率が先行例と比較して大きく低い値となっているが、その理由に挙げている中粒子が遮蔽されやすい構造について説明することとございました。

回答といたしましては、補足説明資料16-3の別紙7に、これに関連する説明を記載しております。Hitz-B69型と類似設計のHitz-B52型とを比較すると、いずれも表面線量率が最大となる位置においては、中粒子が支配的となっております。

Hitz-B69型のほうが中粒子源強度が小さいですが、遮蔽厚さが薄いというところもありまして、結果として、表面線量当量率分布の状態というのは、外筒下部の端板付近を除き、おおむね同程度となっております。

ここで、Hitz-B69型は、外筒下部の端板をHitz-B52型よりも底部側に配置し、側部中粒子遮蔽材が、より底部側まで配置される構造というふうにしております。そのため、中粒子源から評価位置までの距離が遠くなる。また、側部中粒子遮蔽材と、底部中粒子遮蔽材との空隙が狭まることで、中粒子線量当量率が低減されているという御説明になります。

26ページに図示はしておりますが、御参照ください。

○日立造船（濱田）では続きまして、指摘事項No. 9について、日立造船、濱田から説明させていただきます。

No. 9はシール部の許容値の見直しについてになりまして、もともと除熱の補足説明資料16-6の中で、底板145℃、胴フランジを含めた胴は135℃として結果を示しておりまして、補足説明資料の地震、津波、竜巻の中で、シール部の設計温度は除熱の補足との整合性を取ることにしまして、シール部の設計温度145℃を135℃に見直すことにしました。

ただし、こちらについては、申請時の記載の許容基準値を用いても安全機能への影響はないことから、申請時のままの145℃に再度修正した、あるいは元に戻した値で記載することとします。

続きまして指摘事項のNo. 10につきまして、28ページから御説明させていただきます。

こちらは入力値の誤りについての御説明になりまして、まず、バスケットに対する津波の影響評価において、補足説明資料の作成時に、誤りについて発見をしております。

具体的な中身としましては、横置き貯蔵に対して、津波に伴って作用する加速度の整理が十分できていなかったということがありまして、縦置き貯蔵の評価方法とは考え方が異なりまして、横置きで作用する加速度をそれぞれ取り違えて、軸方向と径方向の加速度を取り違えて評価を行っておりました。

こちらは、社内チェックではキャスクに作用する加速度を評価モデルで確認しているのですが、簡易的な評価モデルであったため、キャスク方向ごとの加速度が明記されておらず、取り違えを発見することができませんでした。こちらについては再チェックで、評価モデルにキャスク方向ごとの加速度を明記するように是正いたしました。

続きまして、外筒に対する竜巻飛来物の影響評価についての誤りの御説明を29ページでさせていただきます。

こちらは、外筒中央部の曲げ応力評価する際に、津波に伴う漂流物衝突荷重と、竜巻に伴う飛来物衝突荷重を混同して、津波に伴って作用する漂流物衝突荷重を、竜巻に伴って作用する漂流物衝突荷重として、誤って使用してしまいました。

この原因としまして、キャスクに作用する荷重は社内チェックで確認しているのですが、津波作用時と竜巻作用時の計算を一つのマークシート上で計算していたため、漂流物衝突荷重と飛来物衝突荷重の混同に気がつくことができませんでした。

こちらにつきましても、計算書を別々のワークシートに分割して、ワークシートごとに計算条件を設定、また確認することで、計算条件を混同しないように是正いたしました。

これらの誤りについて、社内の確認体制について御説明いたします。

30ページに進んでいただきまして、確認体制については、1番、社内の設計管理規程に従って業務を実施しています。

2番、先行他社の申請書の内容を確認し、その方針を社内で決定しています。

3番、評価内容、工学式の根拠について確認しています。

4番、工学式による計算書の作成及び評価を実施します。

その次、5番、計算の入力、計算結果についてはダブルチェックを行います。

6番、作成した計算書は、原設計者以外による検証を行います。

7番、妥当性の確認として、Hitz-B52型の評価内容と比較して、結果の傾向を確認して

います。

8番、申請前に、関係者で申請書の読合せを実施し、申請書を確認しています。

今御説明しました誤りについての対応としまして、応力評価式で確認している計算書の再チェックを実施し、ほかに誤りがないことを確認しました。

バスケットの強度計算書の再チェックにおいては、評価モデルにキャスク方向ごとの加速度を明記しました。

外筒の計算書につきましては、ワークシートを分割して、ワークシートごとに計算条件を設定、確認することとしました。

ダブルチェック時に同種の誤りを起こさないように、原因と是正処置を報告書にまとめ、社内で水平展開いたしました。

続きまして、指摘事項No. 11について、申請時から設計方針が変更になった点について御説明いたします。

申請の評価の方針としまして、まず、先行して審査されたキャスクの申請書を考慮して申請書を作成します。

申請後、先行して審査が進められているHitz-P24型の審査コメントを考慮しました。このHitz-P24型の審査コメントについて、社内で検討し、反映が必要と判断したものは、補足説明資料に反映しています。

申請書記載内容について、申請内容を踏まえて、こちらにも必要と判断したものについては見直しを行っています。

それ以外について、審査の過程で見直しを行っています。

実際の地震、津波、竜巻の評価において、見直しを行っている箇所について、32ページ目以降に示しています。

実際の数値の申請前、申請後の数値については、33～35ページ目に示すとおりになります。

個別の変更について、36ページ目から御説明いたします。

密封シール部につきましては、先ほど27ページで御説明したとおり、もともと145℃とした結果を135℃に修正を行ったんですけれども、申請時の応力評価結果における評価基準を用いても、基本的に安全機能への影響はないことから、こちらは145℃に戻す、申請時の数値を使うということで補足説明資料のほうを修正することにいたします。

バスケットにつきましては、各地震力を不利な方向の組合せで作用させることを考慮しま

して、数値の修正、組合せ応力の修正を行っています。

またコンパートメントの重量を保守的に考慮することとして、こちらについても計算の修正を行っています。

実際にこのバスケットの数値が変わる箇所については、37ページ目に示すとおりです。

コンパートメントの重量の修正については、38ページに示しております。

もともと外周部のコンパートメント24体を評価対象とし、その24体を積載質量としていたんですけれども、より安全側になるように、コンパートメント69体全てを積載質量とすることに變更いたしました。

続きまして、39ページ目になりまして、外筒につきましては、地震時において先行しているHitz-P24型の評価に合わせて、FEMでの評価に見直すこととしています。

続きまして、伝熱フィンにつきまして、まず、設計基準値をこちらもHitz-P24型に合わせて $S_u$ 値として、その $S_u$ 値、物性値についてはASMEから引用することとしました。

また、評価断面積についても見直しを行っておりまして、もともと胴体との溶接部だけを対象としていたんですけれども、外筒との溶接部についても評価対象としました。さらに溶接箇所であるということから、継手効率についても考慮することとしました。

伝熱フィンの修正、評価基準値の修正について、40ページと41ページに示すとおりになります。

続きまして、42ページの外筒の修正になります。

こちらは評価モデルの見直しを行っておりまして、もともと両端固定梁としてモデル化していたんですけれども、下部レジンカバーとの接続部が変形する可能性を考慮しまして、こちらは下部レジンカバーとの接続部をピン支持とするモデルに変更しました。

また、津波を受ける投影面積についても、外筒の外径×外筒の長さとするすることで、実際の現象に即した条件となるように見直しを行いました。

続きまして、トラニオン接続部の評価について、43ページ目に示しておりますとおり、修正を行っております。おねじ部の支圧圧力について、設計基準値を $f_p$ から $1.5f_p^*$ に修正しております。めねじ部の評価基準につきましても $S_u$ から $0.4S_u$ に修正しております。こちらは両方とも誤記訂正になります。

さらにトラニオン接続部の断面積の見直しを行っておりまして、こちらの説明を44ページに示しております。もともとめねじ部のねじ山の数を設計計画値で計算していたんですけれども、めねじ部の開口部の機械加工を考慮しまして、開口部の不完全ねじ部を考慮し

た評価へ変更することとしました。

続きまして、指摘事項No. 12、コンパートメントの基準値及びサポートプレートの基準値の考え方について、45ページで御説明いたします。

コンパートメントにつきましては、バスケットの供用状態Dにおける応力強さの許容応力として $S_0$ を適用しています。サポートプレートについては同じく、圧縮応力の許容応力として、 $1.5f_c$ を適用しています。

この中で、バスケットに臨界防止上、有意な変形が生じない設計とするため、コンパートメントでは、この $S_0$ に加えて、さらに $S_y$ というのを判断基準に入れております。

続きまして、指摘事項のNo. 13になります。こちらは、津波荷重の荷重条件につきまして、もともと津波波圧と漂流物衝突荷重の荷重が同時なのか、別々なのか不明瞭であるという御指摘をいただいております。こちらについては補足説明資料5-1で、等分布荷重である津波波圧 $P_z$ 及び集中荷重である漂流物衝突荷重 $P_c$ がそれぞれ作用するという表現をしていたんですけれども、こちらについては同時に作用するという記載に見直すこととしました。

具体的な津波荷重の設定方法につきまして、47ページに示しております。

Hitz-B69型では、緩衝体を取り付けた状態で設置しております。胴フランジに直接津波荷重及び漂流物衝突荷重は作用しません。その状態の横置き姿勢で、トラニオンで支持されていることから、両端支持梁のモデルとなるため、漂流物衝突荷重が一番厳しい条件として胴中央部へ作用させています。

密封シール部と外筒については、この(1)の波圧と漂流物衝突荷重が同時に作用する条件で評価を行っております。バスケット、伝熱フィンにつきましては、この波圧と漂流物衝突荷重による津波荷重による加速度が作用するとして、この(2)の図のように評価を行っております。

以上で、指摘事項への回答について、御説明を終わります。

○日立造船（樋口） ここで説明者を交代させていただきます。日立造船の樋口でございます。

資料2-2、バスケット材料について御説明させていただきます。

ページをめくっていただきまして、4ページ目、先ほどコメント回答でも御説明しましたとおり、Hitz-B69型は、先行例のHitz-B52型に比べて、キャスク単体の質量を軽量化する必要があるということに対して、バスケットの軽量化が有効であるということから、バ

スケットのコンパートメントに採用する材質をSG295にしております。

もともとのB52型はSGV410という材料を使っております、SGV410は厚さが6mm～200mmの規定をされている材料でございます、SG295は1.6mm～6mmの厚さが規定されている材料で、6mm以下の厚さを採用する場合は、SG295を採用するほうが妥当であるというふうに当社で考えておまして、そちらを採用しております。

SG295の化学成分ですが、めくっていただきまして右下5ページ、こちらの化学成分は、金属キャスク構造規格のほうで規定されております、バスケットに適用できる材料のSGV材、SGV410と同等の化学成分及び製造方法と言える鋼材でございます、おおむね同等の機械的性質を有しております。実際の化学成分は、そこに記載しております表のとおりでございます、機械的性質もそこに記載しているとおりでございます。

続きまして、めくっていただきまして、右下7ページになります。

バスケット材料の選定基準、こちらに関しては軽量化が必要ということと、バスケットの取扱重量制限、こちらは変わりませんので、バスケット単体の軽量化は有効ということを考えております。

さらに、バスケット材料の課題といたしまして、金属キャスク、日本機械学会の規格のほうではバスケットに使用できる材料がステンレス鋼、炭素鋼しかない。炭素鋼に比べてステンレス鋼は当然ながら熱伝導率が低い。炭素鋼よりステンレス鋼は密度が高いため、重くなる傾向があると。

バスケットに適用できる炭素鋼は現時点でSGV材のみということと、SGV材は6mm以下の厚さが規定されていない。軽量化が難しいということと、あと、SGV材の寸法公差は大きくて、本体自体を軽量化するのに、バスケットと本体胴の隙間を小さくすると、それが有効に働くんですが、それが寸法公差から難しいというふうなことが考えられます。

バスケット材料への要求事項といたしましては、経年変化による構造強度への影響がないこと。破壊靱性要求を満足すること。徐熱機能を満足すること。クリープ温度域で使用しないこと、クリープ温度域で使用する場合はクリープ特性を考慮すること。腐食環境で腐食を考慮することになります。

SG295材を適用する理由としましては、SGV410と同等の化学成分で、おおむね同等の機械的性質を有していることであると考えています。それから、経年変化による構造強度への影響はないということと、不活性ガス環境下で使用する場合は腐食を考慮する必要がない。さらに6mm以下の薄い鋼板であるため、脆性破壊を考慮する必要がない。さらに、



クリープ温度域で使用することがないため、クリープを考慮する必要がない。さらに、ステンレス鋼に比べて熱伝導性が高い。さらにSGV材より寸法公差が小さいということで、SG295材を選択しております。

材料試験につきましては、JSMEの新規材料採用ガイドラインに基づいて試験を実施しております。基本的化学成分、化学成分制限、機械的性質の常温の規格値、寸法制限及び寸法公差等はJIS G 3116に準拠しております。材料試験により応力-ひずみ特性、高温及び低温の引張特性及びその他の特性を取得しております。破壊靱性試験、クリープ試験、腐食試験等は使用条件から考慮する必要がないため材料試験から除外しております。

設計用強度の規定につきましては、JSMEの新規材料採用ガイドラインに基づいて設定しております。

続きまして、右下9ページからになります。実際に材料試験で取得した項目、それから、JIS G 3116に準拠している項目について記載しております。

この中で、特に(7)マクロ及びミクロ組織に関しましては、特殊な添加元素による強化機構がない普通鋼のため不要としております。

(8)に関しましては、普通鋼に分類される炭素量0.2%以下の軟鋼であるため不要としております。

続きまして、右下10ページ、(10)の機械的性質に関しましては、靱性に関しましては、炭素量は0.2%以下の軟鋼であり、かつ脆性破壊が生じにくい16mm以下の薄い鋼板であるため不要としております。この16mmという厚さに関しましては、ASME、もしくはJSMEのほうで破壊靱性試験が除外される板厚になります。

続きまして、硬さに関しましては、炭素量が0.2%以下の軟鋼であり、厚さ6mm以下の薄い鋼板で、かつ使用条件に硬さが求められないため実施しておりません。

さらにクリープ及びクリープ破断特性に関しましては、使用温度がクリープ温度域に達しないため実施しておりません。

時効性に関しても、時効性材料でないため実施しておりません。

溶接性に関しましては、炭素量が0.22%以下というふうに文献で言われている、溶接が容易な材料であるため実施しておりません。

耐食性については、不活性ガス環境下での使用のため不要としております。

疲労に関しましては、JSME金属キャスク構造規格の設計疲労線図（炭素鋼）を適用しております。

続きまして、右下11ページから18ページまでが、材料試験の結果をまとめて記載しております。

まず、12ページが試験片の化学成分の実際の値を記載しておりまして、13ページが高温引張の $S_y$ 、設計降伏点のほうの試験の結果を示しておりまして、そこから設計降伏点をどのように算出しているかというところを示しております。

右下14ページの $S_u$ 値も同じになります。

右下15、 $S_m$ 値、右下16ページ、 $S$ 値も同様でございます。

その後、右下17ページ、高温引張特性結果の伸び、それから、縦弾性係数及びポアソン比の試験結果を示しております。

右下18ページは比熱容量、温度伝導率、熱伝導率の測定結果、線膨張係数の測定結果をそれぞれ示しております。

続きまして、右下20ページ、こちらに関しましては、実際の設計に用いる設計降伏点、設計引張強さ、設計応力強さ、右下21ページに参りまして、許容引張応力のほうを示しております。縦弾性係数及び線膨張係数に関しましては、それぞれJSME材料規格のほうを適用しております。

右下23ページに行きまして、こちらは長期健全性に対する考え方を示しております。貯蔵時、並びに貯蔵後の輸送に必要とされる健全性を設計貯蔵期間を通じて維持することが求められるバスケット材料ですが、こちらにSG295を使用する場合、経年変化に対する強度低下について検討する必要があるというふうに考えております。

特に熱的影響、放射線照射による影響、腐食に対する影響をそれぞれ考察しております。

熱的影響に関しましては、使用済燃料の制限温度が約 $300^{\circ}\text{C}$ 以下であることから、バスケット材料の最高温度は同程度の温度になるということで、クリープによる変形を考慮すべき温度は一般に融点の、絶対温度ですけれども、3分の1と言われておりまして、SG295の融点は $1494^{\circ}\text{C}$ と、3分の1で $315^{\circ}\text{C}$ ということでございますので、 $300^{\circ}\text{C}$ 以下の使用条件であれば、構造強度への影響はないと考えております。

放射線による影響につきましては、バスケット材料の劣化機構としては中性子照射による脆化が考えられますが、60年間の中性子照射量は $2.2 \times 10^{15} \text{n/cm}^2$ と評価されておりまして、鋼種によらず、 $1 \times 10^{16} \text{n/cm}^2$ 以下であれば、顕著な脆化はございません。したがって、構造強度への影響はないと考えております。

腐食による影響に関しましては、貯蔵機の金属キャスクはヘリウムガスを充填しており

まして、バスケットが挿入されている部分は不活性ガス環境下を維持されていれば、腐食による劣化は問題になることはないと考えております。

さらに乾燥時の残留水分、さらには燃料棒内のガスが、腐食性ガスが漏れたというふう  
に仮定して、ヨウ素ガスですけれども、こちらが漏れたというふうに1%相当の燃料破損  
を考慮しても、ヨウ素ガスの存在を考慮しても、バスケットの腐食による構造強度への影  
響はないというふうに考えております。

続きまして、右下26ページになります。設計基準になります。こちらに関しましては、  
基本的に先行例のHitz-P24型と同じ考え方をしておりますが、P24型はアルミニウムをバ  
スケットに採用しております、こちらは炭素鋼ということで、考え方に多少違いがござ  
います。

特に違いがありますのは、供用状態Aにおきます設計評価基準の考え方におきましては、  
設計基準の設定にクリープ破断及びクリープの変形を考慮しないというところが大きく違  
います。

供用状態B、Cに関しましては先行例と同じでございます。

Dに関しましても、基本的には塑性変形が生じる場合、変形量を考慮した臨界解析によ  
り、有意な影響がないことを確認するということは基本的には同じでございます、基  
本的にはバスケットの破断を防止するように設計をしております。

バスケット材料に関する説明については以上になります。

○日立造船（岡田） それでは、日立造船からの説明は以上となります。よろしくお願  
い  
します。

○渡邊管理官 ありがとうございます。

それでは、質疑に入ります。質問、コメントのある方。

松野さん。

○松野上席審査官 規制庁の松野です。

私からは、バスケット材料にSG295の材料を使用することについて、1点確認と指摘があ  
ります。

資料2-2のパワポ資料の5ページ目に、SG295の化学成分と機械的性質が表で示されてお  
ります。金属キャスクの構造規格の規定から、バスケット材料として適用できるJIS G  
3118のSGV410と同等であると説明がありますが、このSGV410とSG295についてJIS規格  
を見てみますと、使用用途がそれぞれ違うものであるということ。それから、規格で規定

されている事項において差異が生じています。金属キャスクの構造規格では、より多くの項目について規定されているSGV410のほうがバスケット材料として使用可能と判断されています。

具体的な項目を言いますと、SGV410のJISの規格におきましては、製造方法、熱処理、あとはオーステナイト結晶粒度が明確に規定されておりました、これらを考慮した場合に、SG295のJIS規格に規定されていないことについても定める必要があると考えております。

この点について、考え方、何か方針がありましたら説明をお願いいたします。

○日立造船（樋口） 失礼いたしました。日立造船の樋口でございます。

基本的には規格の中で、特にオーステナイト結晶粒度に関しましては規定がないというところで、こちらに関しましては、製造時にその条件、SGVと同等の条件を課して製作するように考えております。

○松野上席審査官 そのあたりの熱処理、ここでは、SGV410はオーステナイト結晶粒度と言っていますけれども、金属組織について、詳細に定める必要があると考えておりました、今のこの情報だけでは、SG295の適用として判断する根拠としては情報が不十分かと考えております。

SGV410に規定されている製造方法、熱処理、あとは金属組織というのを明確に定めた上で、それに基づいて化学成分の同等性を示していただきまして、その同等性が示せる材料に基づいて、機械的性質のデータであるというところを、今後の審査会合の場で示していただきたいと思っております。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

承知いたしました。

○渡邊管理官 ほかに。

小澤さん。

小澤政策研究官 原子力規制庁の小澤です。

今の質問に併せて指摘したいんですけど、製造条件として、SGV410については、素材が細粒キルド鋼から製造することになってます。一方で、SG295のほうはキルド鋼かリムド鋼かも分からないと。そうすると、もし何らかのことでリムド鋼が適用された場合に、中に欠陥とかがある、内在する可能性も出てきますので、材料の信頼性が大きく損なわれることになると思います。そこも併せて御検討いただければと思います。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

ご指摘ありがとうございます。現在、日本で製造されております炭素鋼に関しましては、基本的にはほぼ全てがキルド鋼であるということは確認しておりますが、さらに保守的な考え方といたしまして、キルド鋼であることを製造時に指定するというふうなことを考えております。それについては、また改めてコメント回答させていただきたいというふうに考えております。

以上でございます。

○小澤政策研究官 原子力規制庁、小澤です。

了解しました。

○渡邊管理官 そのほか、ありますでしょうか。

福田さん。

○福田主任技術研究調査官 規制庁の福田です。

今のお話で、最初のほうの御説明の中に、JIS 3116、SV295材を用いるときは、あと、熱処理、この規格自体に最終熱処理の詳細な指定というのは多分なかったというふうに記憶しております。なんですけれども、今回、このキャスクのバスケット材料として用いる場合においては、製造時のそういうコントロールをした上で材料を調達するというような材料を採用していくという方針であるという認識でよろしいでしょうか。

すなわち、JIS 3116と同等材ではあるんですけれども、規格で指定するようなものではなくて、それを上回るスペックのものを使用するという、そういう認識でよろしいでしょうか。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

御指摘のとおり、基本的にはJIS G 3116に基づいて製造するように考えておりますが、保守性を考慮して、さらに上乘せの条件を付加して製造することを考えております。

○福田主任技術研究調査官 ありがとうございます。

それから、もう一件よろしいでしょうか。先ほどオーステナイト結晶粒度の話がちょっとあったんですけれども、こちらのほうもちょっと庁内のほうで話をしまして、これは用いられる先がコンパートメントという燃料集合体を入れる筒で、これは非常に臨界に対して重要な部材であるということから、強度の維持が重要であるということから、でありながらも、先ほど御説明がありましたように鉄鋼材料なので、使用温度を考慮すると、それほどクリープは心配する必要はないんだというお話だったんですけれども、おっしゃるように、再結晶とか、そういうのは心配する必要はないんですが、初期の組織がちゃんと維

持されまして、これは、60年後もちゃんとこれはしっかり形状を維持しているという性能が重要ですので、こういったところも加えて、必要な条件として考慮する必要はないでしょうかというのを質問とさせていただきます。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

御指摘いただいた件につきましては、再度ちょっと材料製造メーカーと一度確認を取りまして、再度回答させていただきたいというふうに考えております。

○福田主任技術研究調査官 どうもありがとうございます。

○渡邊管理官 そのほか、何かありますでしょうか。

今の話。小澤さん。

○小澤政策研究官 原子力規制庁の小澤です。

今回、JIS G 3116材となると、もしかすると供給される素材としてはコイル材もあり得るかと思えます。今回、キャスクのバスケット材に使用する場合には、ある程度真っすぐな材料になっていないといけないと思ひまして、そうしたときに、ある程度冷間加工が入るのかなど。あと製造時の中でも、もしかすると曲げたりする、そういう加工が入るかもしれないと。

そういうことを考えたときに、そのときに、長期健全性を考えたときに熱処理が必要か、必要じゃないかと、そういう判断をどのようにされるか。今お考えがあれば教えていただきたいんですが。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

SG295材につきましては、炭素量が0.2%以下という軟鋼でございますして、加工性には富んだ材料になると考えております。したがいまして、御理解のとおり、この材料は製造時、つまり6mm以下の材料であれば、コイル材になることが考えられます。したがいまして、ある程度の冷間加工が入るといふものと、あとコンパートメントという角パイプ形状に成形する上で冷間加工が入るといふこともありますが、軟鋼といふことで、特に加工後の熱処理といふものは必要ないといふふうに考えております。

○小澤政策研究官 原子力規制庁、小澤です。

軟鋼の場合であっても、150℃ぐらいで時効が進む**動的ひずみ時効**といふのがあったと記憶しています。その辺も考慮しても、特段熱処理は必要ないといふ理解でしょうか。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

基本的には必要ないとは考えておりますが、ちょっと再度確認して、**動的ひずみ**の件に

関しましては御回答させていただきたいと思います。

○小澤政策研究官 規制庁、小澤です。

了解しました。

○渡邊管理官 ほかに、このSG295に関して何かありますか。

なければ、ほかの事項についてはいかがでしょうか。

はい、櫻井さん。

○櫻井審査官 規制庁、櫻井です。

私のほうから、指摘事項No.2の(2)クランプ構造について確認したいと思います。特にクランプ構造のそのモデル化についてなんですけれども、ページだと14ページの真ん中辺りなんですけれども。図は黒枠の中なんですけれども、モデル化に関して、地震、津波、竜巻の評価に関しては本体胴で保持されることから、クランプを評価対象としていないという記載があって、輸送の評価、今回、型式証明の対象外ではあるんですけど、バネ要素として考慮するというふうに記載されていまして、今回、特定兼用キャスクであることから、輸送時と貯蔵時における評価対象のこの考え方というのは同じであるべきじゃないかなと思うんですけれども、この考え方を違うようにした理由があれば教えてください。

また、その上で、もしそのクランプ構造に有意な応力は生じないというふうにも記載されていますが、地震加速度とかを受けたときのバスケットの挙動などを踏まえて、有意な応力を生じないことを説明してください。この評価の考え方の違いの理由をまず教えてください。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

こちらに関しましては、輸送に関しましてはFEMモデルでモデル化しておりまして、クランプ構造に関しましては、バネ要素でモデル化していると。

何が問題になるかというところなんですけれども、輸送時の、特に特別な試験条件下における自由落下、9m落下と呼ばれるものなんですけれども、こちらに関しましては、変形量が非常に大きくなるというところもございまして、心配されるのが、中性子吸収材の適切な配置が維持できるかどうかというところに関しまして、それに関しましてはクランプ構造をバネ要素としてモデル化して評価することによって問題がないことを確認しております。

地震時、津波時に関しましては、発生する荷重が大きくないというところがありまして、すみません、バスケットの変形量が大きくないというところもございまして、先ほど御説明したのは特別な試験条件下なんですけれども、一般の試験条件化に関しましては、クラ

ンプ構造がなくても中性子吸収材の適切な配置というものは維持できるということも確認しておりますので、そういったことも踏まえて、基本的にはクランプ構造は重要な構造強度部材ではないという位置づけで、評価対象とはしていないんですけれども、特別の試験条件下においては、中性子吸収材の配置を保持するために評価対象に加えていると、評価対象というか、評価要素に加えているというふうに考えております。

○櫻井審査官 今、輸送時だと、規制庁、櫻井ですけど、特別の試験条件下を考えて、変形量が大きいから中性子吸収材の配置が変わらないように、クランプをバネ要素として考慮、変な話、しないと変わっちゃうから考慮していますというふうに理解しました。

だけど、地震、津波、竜巻のほうだと、そこまで変形量が大きくない、貯蔵時だと一般試験条件と同じようなことだから、このクランプがなくても大丈夫なんですと今理解したんですけど。なんですけど、バスケット変形量が大きくなりから評価対象としないよというのは通らないと思うので、クランプ構造に有意な応力が生じないということ、ここで一文ありますけど、生じないということ具体的に説明して、それでクランプを評価対象としませんよ、本当は評価対象とした上で、クランプ構造に有意な応力が生じませんという説明じゃないかなと思うんですけど、評価はされているんですよ。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

基本的には、外部事象に関しましてはコンパートメントその他、サポートプレート等が塑性変形しない領域でありますので、評価対象にしてないというのが正しい御説明になるかと思っております。

さらに先ほど、審査の範囲外ですけども、0.3m落下においても塑性変形しないということで、コンパートメント、クランプ構造を評価対象としていないと。

基本的には、クランプ自身は変形しても大きな問題は起きない。先ほども申し上げましたとおり、重要な構造強度部材ではないというふうな認識を持っておりますので、そういった意味で、評価対象とはしておりません。

バスケット自身は、ここで述べておりますとおり、クランプがなくても、外部事象に対しては中性子吸収材の位置が保持できるということは確認しておりますので、こちらについては、また別途表現が……。

失礼いたしました。日立造船の樋口でございます。説明は、クランプには応力は生じないというものの、どの程度の応力が生じているかということについては別途お示しさせていただいて、改めて御説明させていただきたいと思っております。



○櫻井審査官 はい、よろしくお願いします。

私からは以上です。

○渡邊管理官 そのほか、何か。

○甫出審査官 規制庁の甫出でございます。

今の御説明なんですけれども、何か非常に緩いから大したことないと。ちょっと厳しい荷重が入ってくるから詳細にやろうというのは、ちょっと考え方が、統一性というところから考えると、ちょっとどうなのかなというふうに思います。基本的には厳しいモデルなら厳しいモデルでやった上で、それで有意な影響が出るということであれば、それで詳細に展開して、臨界解析のモデルにつなげるというのが本来の筋ではないかと考えますので、全体の説明ロジックですね、そういうものも踏まえて、どういう方法で説明すれば一貫性があるのか、ロジックに統一性があるのかということをよく踏まえて御検討いただきたいと思います。

以上です。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

承知いたしました。

○渡邊管理官 そのほか。

寺野さん。

○寺野管理官補佐 規制庁の寺野です。

ページの19ページ目、上部格子枠の遮蔽の解析について確認をします。上部格子枠においては、均質化二次元モデルであるということ踏まえて、均質化の保守性としては部材の量が少なくなるよう考慮されて評価をされているということだったんですけれども、軸方向についての評価なんですけど、こちらについては上部格子枠の構造上、上部格子枠を均質化してしまうと、軸方向の線量の評価については少し非保守側の評価になるように思うんですけれども、このあたり、すみません、どのように考慮されていますでしょうか。

○日立造船（吉田） 日立造船、吉田です。

軸方向の、補足説明資料のほうを見てということですね。資料の2-4、補足説明資料16-3の別紙8として後ろのほうについておりますが、具体的な考慮の仕方ということを別紙8-4図、別紙8-3図ですね。別紙8-4ページの枠囲いの中なんですけれども、軸方向について効くというところで、燃料領域に均質化する部分と、こういったところを含めているところが非保守的なのではないかという御指摘だと理解しました。

これは一般的には、この燃料集合体、単品から見たときには確かに格子に隙間が空いているから、そこが遮蔽に寄与することがないということになるかと思うんですけども、これが69体、たくさん並んでいるときにはある程度角度を持って入ってくるころというのが、逆に、この縦になっている板に対して薄くじゃなく効くとか、そういったところがおおよそ平均化してあげると妥当な結果になるというような考え方で均質化が適切であるというふうに判断しております。

○寺野管理官補佐 規制庁の寺野です。

そうすると、今、ちょっと当方の懸念としては、おっしゃられたとおり、軸方向には抜けていく、構造上、遮蔽体がないような形で構造はつくられているんですけども、69体で評価すると、ある程均質化されたことによる効果も実現象をある程度表せているんじゃないかということだと思うので、すみません、そのあたり、径方向については整理されているように補足説明資料等を拝見でき、確認できたんですけど、軸方向の考慮についても、説明についてちょっと追加等をしていただきたいと思うんですけども、いかがでしょうか。

○日立造船（吉田） 日立造船、吉田です。

承知いたしました。ちょっと軸方向についての説明の記載を少し加えるようにいたします。これも補足説明資料のほうに記載させていただきます。

以上です。

○渡邊管理官 ほかにありますでしょうか。

塚部さん。

○塚部調整官 規制庁の塚部です。

指摘事項10番の入力値の誤りについて、こちらについては前回、5月の会合のときにこちらから追加で確認させていただいたことの御回答だと思うんですが、その際、前回の会合で議論になったのが、チェックしましたという御説明があって、他になかったですという御説明があって、そのときはどの範囲をチェックしたんですかということとチェックの体制はどうですかというのが、こちらからのコメントだったと思います。

その上で確認させていただきたいのが、今回、もともと津波時のバスケットの構造強度について数値の誤りがありましたということ起因してチェックした結果、全部、29ページ目ですね。28、29ページ目の29ページ目のほうにある外筒に対する竜巻飛来物の構造強度の結果についても同様な誤りがありますという御説明だったかと思うんですが、それで再チェックした中で出てきた、全体として誤りはこの2件だったということで、まずよろ

しいのかということをお教えください。

○日立造船（濱田） 日立造船、濱田です。

今、御質問のあったとおり、全体を確認しまして、応力評価式で確認している計算書について全体をチェックしまして、バスケットのこの28ページの間違いと、29ページの外筒の間違いの二つだけがあります。間違いはこの二つだけでした。

○塚部調整官 規制庁、塚部です。

分かりました。応力評価式というくくりの中で調べられたということなんですけど、その際に範囲としてどこまで、今バスケットには限定せず、全体について確認されたということによろしいですか。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

右下30ページのところで、これまでの誤りについての対応のところなんですけれども、下の1ポツ目なんですけど、応力評価式で確認している計算書というものが、対象となるのがバスケット、トラニオン、外筒、伝熱フィン、あと一次蓋の横ずれになりまして、この全てにおいて再チェックを実施して間違いが確認されましたのが、バスケットに対する津波の影響評価と、外筒に対する竜巻飛来物の影響評価、この二つになります。

○塚部調整官 分かりました。

その際、当該キャスクについての計算を確認されたのか、それとも、日立造船の場合には、発電所に限らず、ほかのタイプについても型式のしるし等をされているものがあると思いますけど、水平展開をされたという話もあるんですけど、具体的にどの範囲まで確認されたことになるのでしょうか。

○日立造船（樋口） 日立造船の樋口でございます。

今回のチェック対象としましては、当該Hitz-B69型に限定してチェックを実施しております。

○塚部調整官 はい。そういう意味で、御社の是正措置の仕方だとは確かに思うんですけど、そういう意味では、同じような間違いが発生する環境にあるかどうかというのは確かに重要な要素だと思うんですけど、通常こういうものが一つ見つかった場合は、他への影響はないのかということも当然確認されるべきことかなと思うんですけど、そちらについて何かお考えはありますか。

○日立造船（岡田） 日立造船の岡田です。コメントありがとうございます。

今回、弊社の他のキャスクという点では、Hitz-52というのがございますが、その場合、

今回特に間違いの理由というのが縦置きであることと横置きであることの差異。今回、横置きであるというところの部分で大きな、横置きであるという部分でちょっと間違いが確認されましたので、そういった観点でいくと、ちょっと設計の考え方が縦置きと横置きで違う部分、ここの部分がございますので、今回はHitz-B69という、この設計の中での確認とさせていただきます。

52に関しましては設置方法の違いというところで、今回の間違いというところの観点ではちょっと設計されてないものというところで、69に限定いたしました。

以上です。

○塚部調整官 規制庁、塚部です。

そういう意味では、29ページ目の外筒の飛来物の話は縦置き、横置きの話ではないような気がするんですが。

あと、日立造船のキャスクとあって、型式とあって、我々、また別途P24も評価させていただいている、審査をさせていただいているところなので、そちらについても気になっていて、しっかり確認されているのかというのを趣旨でお伺いしています。

○日立造船（岡田） 日立造船の岡田です。

先ほどB52というのは、また中間貯蔵施設ということで、飛来物という観点では、そちらでは別途評価ということで、今回の型式証明では評価対象とはなっておらず、飛来物及び津波ですね。一方で、今回、発電所内の貯蔵施設の設計というところで、その差異というのは認識しております。ですから、評価内容の違いというところで、52のほうは評価していない部分がございますので、そちらへの展開という意味では、ちょっと別物と考えておりました。

飛来物に関しては以上となります。

○塚部調整官 規制庁、塚部です。

すみません、ちょっと細かい議論というよりも、御社の水平展開に対する考え方をお聞きしていて、社内で水平展開をするといった際に、当該事象と同じような誤りが発生しないかというのは、多分過去に遡って確認されるのが普通ではないかと考えてお聞きしています。

○日立造船（岡田） 日立造船の岡田です。

今のお話どおり、今回の展開という意味では、今回の誤りというのは不適合といいますか、社内の体制としましては、そういったところで教育して、メンバーですね、我々の考

え方としては、今回の担当者以外にも課内で教育をして、今回のような誤りがないように教育を行いというところは考えております。水平展開といいますか、はい。

その際に、当然過去の事例等々も別途、また過去の事例等も教育で展開といいますか、教育してというところは実施しておりますので、同じような形で今回の事例を教育していきたいと考えておるところです。

○塚部調整官 規制庁、塚部です。

ちょっとやり取りがあれなんですけど、教育したからといって、過去間違っていたものは直らないので、そこに誤りがないことを確認しないんですかという質問を私は何度もしているつもりです。

○日立造船（岡田） 日立造船の岡田です。

今回の確認、過去の事例も確認いたします。我々としてはちょっと、そうですね、はい。確認いたします。ありがとうございます。

○塚部調整官 規制庁、塚部です。よろしく申し上げます。

その上でちょっと1点だけ追加で確認したいのは、30ページ目のほうで、確認体制という手順が書いてありまして、こちらについては、多分通常的设计の段階での確認の方法が記載されているかと思うんですが、5ポツで今回の誤りの原因の一つとして、ダブルチェックで発見すべきであったということが書いてあるんですが、これはダブルチェックというのは、別の者が確認するような仕組みで運用されて、一方、6ポツで原設計者以外による検証も行おうと書いてありまして、このダブルチェックはどう行われるかということと、あと、6ポツの原設計者以外の検証というものが具体的にどんなものかというのを教えていただけますでしょうか。

○日立造船（岡田） こちらの5ポツの計算結果のダブルチェックを行う、6ポツに関しましては計算結果をダブルチェックで行うというところなんですけど、このダブルチェックに関して、原設計者以外が行うという通常のやり方になっております。ですから、5番と6番は連動しているというふうに御理解いただければと思います。課内でのチェックになります。

○塚部調整官 はい、分かりました。そういう意味では、5番も別の者が確認したけれども見落としてしまったという、5番、6番のチェックで異なる者がチェックしたが見落としてしまったと。それは分かりにくかったからという趣旨だったと理解しました。

すみません、あともう1点、別の観点で、指摘事項の11のほうで、今回、設計変更のと

ころをまとめていただいて、設計を見直したところをまとめていただいて、33ページ目のほうに補正申請と書いてあるので、今後補正されるという趣旨かと思うんですが、今回、前例の申請書等の考え方等も反映して、かなり複雑に数字等をいじられていると思うので、こちらについては別途、補足説明資料のほうにでも、ちゃんと前後も含めて、まとめた資料をつくっていただいて、実際申請の補正の手続があった際にも、我々もそういうもので確認していきたいと思っていますので、補足説明資料にまとめていただければと思います。

○日立造船（岡田） はい、承知いたしました。ありがとうございます。

○塚部調整官 私からは以上です。

○渡邊管理官 ほかにありますでしょうか。よろしいですか。

それでは、以上で議題2を終了いたします。

本日予定していた議題は以上になります。

それでは、第27回審査会合を閉会いたします。ありがとうございました。