

補足説明資料 16-1

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

第16条

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

目 次

1.	特定機器型式証明申請に係る要求事項への適合性	3
2.	特定機器(CASTOR [®] geo26JP 型)の構造及び材料	15
2.1.	キャスク本体	17
2.2.	蓋部	19
2.3.	バスケット	20
2.4.	材料の設計入力値	22
2.5.	CASTOR [®] geo 型に用いる中性子遮蔽材の特性	51
3.	CASTOR [®] geo26JP 型の収納条件	54
4.	貯蔵施設の前提条件	56
5.	CASTOR [®] geo26JP 型の設計貯蔵期間	57
5.1.	要求事項	57
5.2.	要求事項への適合性	58
6.	CASTOR [®] geo26JP 型の安全設計	59
7.	参考文献	60

1. 特定機器型式証明申請に係る要求事項への適合性

(1) 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

発電用原子炉施設に使用する特定機器の設計の型式証明申請に係る安全設計の方針について、設計基準対象施設である CASTOR® geo26JP 型の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に対する適合性を以下に示す。

(地震による損傷の防止)

第四条 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。

2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。

3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全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。

4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全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。

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。

6 兼用キャスクは、次のいずれかの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でなければならない。

- 一 兼用キャスクが地震力により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な地震力として原子力規制委員会が別に定めるもの
- 二 基準地震動による地震力

7 兼用キャスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全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

1から5及び7について

型式証明申請の範囲外とする。

6 について

CASTOR® geo26JP 型は、地盤の十分な支持を想定して貯蔵架台等に固定された特定兼用キャスクを基礎等に固定し、かつ、その安全機能を損なわない、基礎等に固定する方法でたて置きに設置する

設計とする。また、CASTOR® geo26JP 型は、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と兼用キャスクが地震力により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な地震力として原子力規制委員会が別に定める地震力を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの貯蔵架台等に固定するキャスク本体の溝部と下部接触部は、弾性状態に留まるようにし、特定兼用キャスクが転倒せず、特定兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼさない設計とする。さらに、上記の荷重条件に対して、特定兼用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の鋼製部材は弾性状態に留まるように設計する。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する。

なお、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 CASTOR® geo26JP 型の安全機能が損なわれないことについては設置(変更)許可時に別途確認されるものとする。

(津波による損傷の防止)

第五条 設計基準対象施設(兼用キャスク及びその周辺施設を除く。)は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全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。

2 兼用キャスク及びその周辺施設は、次のいずれかの津波に対して安全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。

- 一 兼用キャスクが津波により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な津波として原子力規制委員会が別に定めるもの
- 二 基準津波

適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

CASTOR® geo26JP 型は、兼用キャスクが津波により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な津波として原子力規制委員会が別に定める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、特定兼用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の鋼製部材は弾性状態に留まるように設計する。

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する。

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

4 兼用キャスクは、次に掲げる自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

一 兼用キャスクが竜巻により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかにかわらず判断するために用いる合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定めるもの

二 想定される森林火災

5 前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。

6 兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

一 工場等内又はその周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある爆発

二 工場等の周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある火災

7 前項の規定は、兼用キャスクについて第三項の規定の例によることを妨げない。

適合のための設計方針

1から3, 及び5から7について

型式証明申請の範囲外とする。

4 について

- 一 CASTOR[®] geo26JP 型は、兼用キャスクが竜巻により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定める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、特定兼用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の鋼製部材は弾性状態に留まるように設計する。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する。

二 型式証明申請の範囲外とする。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料(以下この条において「燃料体等」という。)の取扱施設(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。
- 四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設(安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。
 - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設(キャスクを除く。)にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
 - イ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする。
 - ハ 使用済燃料貯蔵槽(安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。)から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであって、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れいたした場合において水の漏れを検知することができるものとする。
 - ニ 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。

3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。

- 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。
- 二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視することができるものとする。
- 4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。
 - 一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - 二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。
 - 三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。

適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

一 CASTOR[®] geo26JP 型は、以下のように設計する。

イ 型式証明申請の範囲外とする。

ロ 型式証明申請の範囲外とする。

ハ CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケットの鋼製部材、及び適切な位置に配置された中性子吸収材により臨界を防止する設計とする。その鋼製部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するために必要な構造健全性を維持する設計とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及び CASTOR[®] geo26JP 型に使用済燃料集合体を収納する際に冠水状態となること等、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。

なお、CASTOR[®] geo26JP 型に使用済燃料集合体を収納するに当たり、特定兼用キャスクの臨界防止機能に関する評価で考慮した因子についての条件または範囲を逸脱しないよう必要な措置が講じられることについては、設置(変更)許可時に別途確認されるものとする。

二 型式証明申請の範囲外とする。

3 について

型式証明申請の範囲外とする。

4 について

一 CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料集合体からの放射線を特定兼用キャスクの本体及び蓋部のガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とし、設計貯蔵期間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽能力への影響はなく、特定兼用キャスク表面の最大線量当量率を 2mSv/h 以下とし、かつ、特定兼用キャスク表面から 1m 離れた位置における線量当量率を 100 μ Sv/h 以下とする設計とする。

なお、CASTOR[®] geo26JP 型に使用済燃料集合体を収納するに当たり、特定兼用キャスクの遮蔽機能に関する評価で考慮した使用済燃料集合体の燃焼度に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないよう必要な措置が講じられること、及び当該貯蔵施設の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、工場等周辺の実効線量が周辺監視区域外における線量限度を超えないことについては、設置(変更)許可時に別途確認されるものとする。

二 CASTOR[®] geo26JP 型は、動力を用いずに使用済燃料の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料の崩壊熱を特定兼用キャスクの外表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除熱する設計とし、使用済燃料の健全性及び特定兼用キャスクの安全機能を有する構成部材の健全性を維持するために、使用済燃料及び特定兼用キャスクの温度を制限される値以下に維持する方針とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料及び特定兼用キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために、特定兼用キャスク外表面の温度を測定できる設計とする。

なお、CASTOR[®] geo26JP 型に使用済燃料集合体を収納するに当たり、特定兼用キャスクの除熱機能に関する評価で考慮した使用済燃料集合体の燃焼度に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないよう必要な措置が講じられること、並びに CASTOR[®] geo26JP 型を貯蔵建屋に貯蔵する場合において、貯蔵建屋が特定兼用キャスクの除熱機能を阻害せず、貯蔵建屋の給排気口が積雪等により閉塞しない設計であること、及び貯蔵建屋内の周囲温度が異常に上昇しないことを監視できることについては、設置(変更)許可時に別途確認されるものとする。

三 CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料を限定された区域に閉じ込めるため、特定兼用キャスクの蓋及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持する設計とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型は、一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、蓋間を正圧に維持することにより圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間を特定兼用キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、CASTOR[®] geo26JP 型は、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能を監視できる設計とする。

なお、CASTOR[®] geo26JP 型の万一の閉じ込め機能の異常に対する修復性の考慮がなされていることについては、設置(変更)許可時に別途確認されるものとする。

(2) 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

CASTOR® geo26JP 型は、CASTOR® geo26JP 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設計とする。以下、CASTOR® geo26JP 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、発電用原子炉施設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に沿って確認する。

(地震による損傷の防止)

第四条 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。

- 2 前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。
- 3 耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力(以下「基準地震動による地震力」という。)に対して安全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。
- 4 耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全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。
- 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。
- 6 兼用キャスクは、次のいずれかの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でなければならない。
 - 一 兼用キャスクが地震力により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な地震力として原子力規制委員会が別に定めるもの
 - 二 基準地震動による地震力
- 7 兼用キャスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全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

1から5及び7について

CASTOR® geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

6 について

CASTOR® geo26JP 型は、地盤の十分な支持を想定して貯蔵架台等に固定された特定兼用キャスクを基礎等に固定し、かつ、その安全機能を損なわない、基礎等に固定する方法でたて置きに設置する設計とする。また、CASTOR® geo26JP 型は、自重その他の貯蔵時に想定される荷重と兼用キャスクが地震力により安全機能を損なうかどうかをその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として原子力規制委員会が別に定める地震力を組み合わせた荷重条件に対して、特定兼用キャスクの貯蔵架台等に固定するキャスク本体の溝部と下部接触部は、弾性状態で、特定兼用キャスクが転倒せず、特定兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼさない設計とする。さらに、上記の荷重条件に対して、特定兼用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の鋼製部材は、弾性状態に留まるように設計する。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する。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

(津波による損傷の防止)

第五条 設計基準対象施設(兼用キャスク及びその周辺施設を除く。)は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全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。

2 兼用キャスク及びその周辺施設は、次のいずれかの津波に対して安全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。

- 一 兼用キャスクが津波により安全機能を損なうかどうかをその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津波として原子力規制委員会が別に定めるもの
- 二 基準津波

適合のための設計方針

1 について

CASTOR® geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

2 について

CASTOR® geo26JP 型は、兼用キャスクが津波により安全機能を損なうかどうかをその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津波として原子力規制委員会が別に定める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、特定兼用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の鋼製部材は弾性状態に留まるように設計する。

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する。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設(兼用キャスクを除く。)は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。以下「人為による事象」という。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

4 兼用キャスクは、次に掲げる自然現象が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

- 一 兼用キャスクが竜巻により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定めるもの
- 二 想定される森林火災

5 前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。

6 兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

- 一 工場等内又はその周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある爆発
- 二 工場等の周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある火災

7 前項の規定は、兼用キャスクについて第三項の規定の例によることを妨げない。

適合のための設計方針

1から3, 及び5から7について

CASTOR® geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

4 について

- 一 CASTOR[®] geo26JP 型は、兼用キャスクが竜巻により安全機能を損なうかどうかをその設置される位置のいかんにかかわらず判断するために用いる合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定める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、特定兼用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の鋼製部材は弾性状態に留まるように設計する。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する。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。
- 二 CASTOR[®] geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料(以下この条において「燃料体等」という。)の取扱施設(安全施設に係るものに限る。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。
- 四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設(安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。)を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。
 - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設(キャスクを除く。)にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
 - イ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。

ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであって、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする。

ハ 使用済燃料貯蔵槽(安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。)から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであって、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れした場合において水の漏れを検知することができるものとする。

ニ 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。

3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。

一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。

二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視することができるものとする。

4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。

一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。

二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。

三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。

特定兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

1 について

CASTOR[®] geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

2 について

一 CASTOR[®] geo26JP 型は、以下のように設計する。

イ及びロ CASTOR[®] geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

ハ CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持するためのバスケットの鋼製部材、及び適切な位置に配置された中性子吸収材により臨界を防止する構造とする。その鋼製部材は、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで、設計貯蔵期間中を通じて使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持す

るために必要な構造健全性を維持する設計とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型の貯蔵施設への搬入から搬出までの乾燥状態、及び CASTOR[®] geo26JP 型に使用済燃料集合体を収納する際に冠水状態となること等、技術的に想定されるいかなる場合でも、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

二 CASTOR[®] geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

3 について

CASTOR[®] geo26JP 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

4 について

一 CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料集合体からの放射線を特定兼用キャスクの本体及び蓋部のガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により遮蔽する設計とし、設計貯蔵期間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽能力への影響はなくの低下を考慮しても、特定兼用キャスク表面の最大線量当量率を 2mSv/h 以下とし、かつ、特定兼用キャスク表面から 1m 離れた位置における最大線量当量率を 100 μ Sv/h 以下とする設計とする。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

二 CASTOR[®] geo26JP 型は、動力を用いずに使用済燃料の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料の崩壊熱を特定兼用キャスクの外表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除熱する設計とし、使用済燃料集合体の健全性及び特定兼用キャスクの安全機能を有する構成部材の健全性を維持するために、使用済燃料及び特定兼用キャスクの温度を制限される温度以下に維持する方針とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型は、特定兼用キャスク外表面の温度を測定できる設計とする。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

三 CASTOR[®] geo26JP 型は、使用済燃料を限定された区域に閉じ込めるため、特定兼用キャスクの蓋及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間を通じて、使用済燃料を内封する空間を負圧に維持する設計とする。また、CASTOR[®] geo26JP 型は、一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、蓋間を正圧に維持することにより圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間を特定兼用キャスク外部から隔離する設計とする。さらに、CASTOR[®] geo26JP 型は、蓋間の圧力を測定することにより、閉じ込め機能を監視できる設計とする。以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

2. 特定機器 (CASTOR® geo26JP 型) の構造及び材料

CASTOR® geo26JP 型は、加圧水型原子炉 (以下「PWR」という。) で発生した使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の原子力発電所敷地外への運搬に使用する輸送容器の機能を併せ持ち、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第百条第1項第二号で規定する特定兼用キャスク (以下「特定兼用キャスク」という。) である。

CASTOR® geo26JP 型は、キャスク本体、蓋部及びバスケットから構成され、貯蔵架台の上に固定装置により固定され、設置される。

CASTOR® geo26JP 型は、キャスク本体、蓋、バスケットから構成される。CASTOR® geo26JP 型の構造図を図 1 に、仕様を表 1 に、各部の構造及び材料の設計入力値を 2.1 から 2.4 に示す。

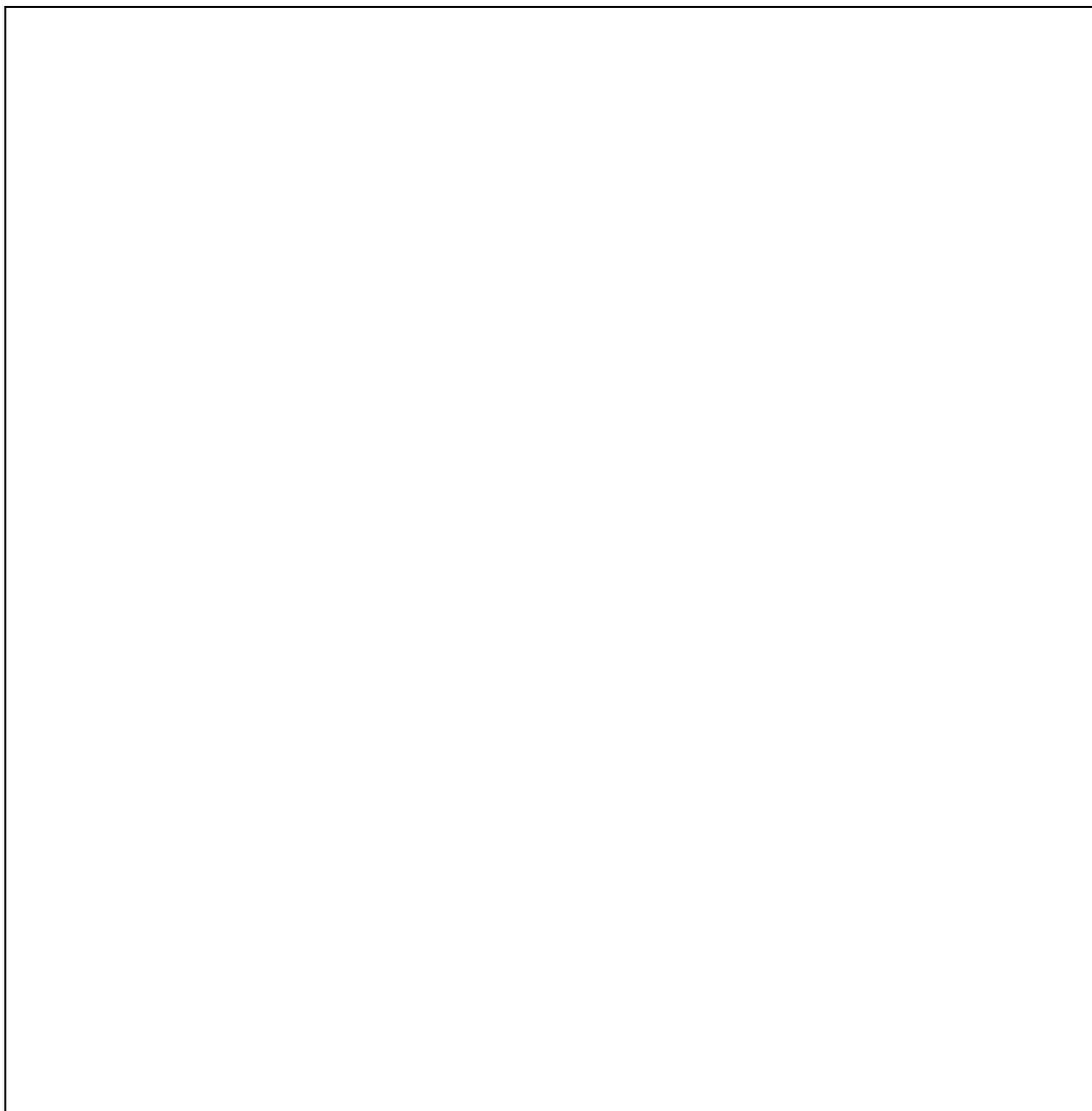


図 1 キャスクの構造図

表 1 CASTOR® geo26JP 型の仕様

項目		仕様	担保する安全機能
質量		約 118 t	
寸法	全長	約 5.0 m	
	外径	約 2.5 m	
収納体数		26 体	
最大崩壊熱量		18.0 kW	
キャスク本体	胴	球状黒鉛鑄鉄（低温用厚肉フェライト球状黒鉛鑄鉄品） FCD 300 LT (JIS G 5504)	閉じ込め 遮蔽
	中性子遮蔽材(棒状) (内列/外列)	ポリエチレン □	遮蔽
	中性子遮蔽材(円板状) (蓋、底部)	ポリエチレン □	遮蔽
	遮蔽棒	炭素鋼(一般構造用圧延鋼材) □	遮蔽
	トランニオン、 トランニオンボルト	ステンレス鋼 □	吊り上げ
	キャスク底板	ステンレス鋼（圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品） □	-
蓋	一次蓋(一次蓋密閉カバーを含む)、二次蓋	ステンレス鋼(圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品) □	閉じ込め 遮蔽
	一次蓋ボルト、 二次蓋ボルト	□ □	閉じ込め
	金属ガスケット	外被材 銀、内被材 ステンレス鋼 コイルスプリング(ニッケル合金製)	閉じ込め
バスケット	H-ビーム	ステンレス鋼（熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯又は冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯） □ □	臨界防止 遮蔽
	熱伝導及び中性子吸収板	ほう素添加アルミニウム合金 Al B ₄ C (□ mg/cm ² B-10)	臨界防止 除熱
	コーナーエレメント、 バスケット側板	ステンレス鋼（圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品） □	臨界防止 遮蔽
	鋼製エッジセグメント	ステンレス鋼（圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品） □	遮蔽、除熱
	エッジセグメント	アルミニウム合金（アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条） □	遮蔽、除熱
	バスケット底板	ステンレス鋼（圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品） □	-

CASTOR® geo26JP 型は、キャスク本体、蓋、バスケットから構成され、それぞれの説明を次に示す。

2.1. キャスク本体

キャスク本体及び蓋部の構造を図 2 に示す。

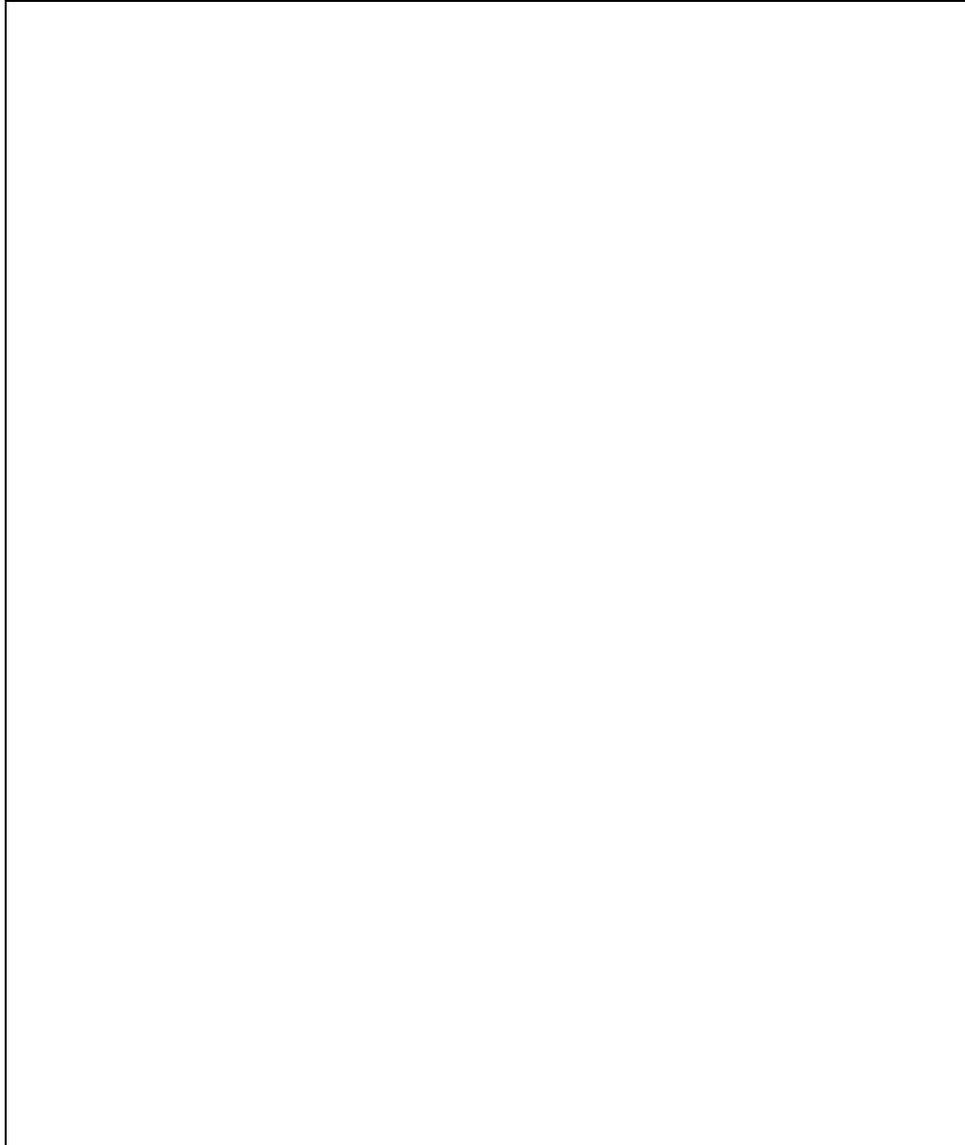


図 2 キャスク本体及び蓋部の構造

球状黒鉛鋳鉄製の胴の側部には、底面から円周方向に 2 列の軸方向の円筒(ボアホール)が機械加工されており、各ボアホールにはポリエチレン製の棒状の中性子遮蔽材が遮蔽棒及びスプリングとともに挿入されている。下部トランニオンのやや上方のキャスク胴には、キャスク固定装置の舌部が食い込む溝部が機械加工されている。

キャスクの底面にはポリエチレン製の円板状の中性子遮蔽材が取り付けられ、キャスク底板によって閉じられる。二次蓋にもポリエチレン製の円板状の中性子遮蔽材が取り付けられている。

キャスクの取扱いのために、キャスク本体には上部に 2 対のトランニオン、下部に1対または2対のトランニオンが取り付けられる(図 3 参照)。ステンレス鋼製のトランニオンは、キャスク本体に嵌め込まれ、六

角穴付きボルトで締め付けられる。上部トラニオンは、垂直及び水平方向のハンドリングに用いられ、下部トラニオンは、キャスクの立て起こし及び水平方向ハンドリングに用いられる。

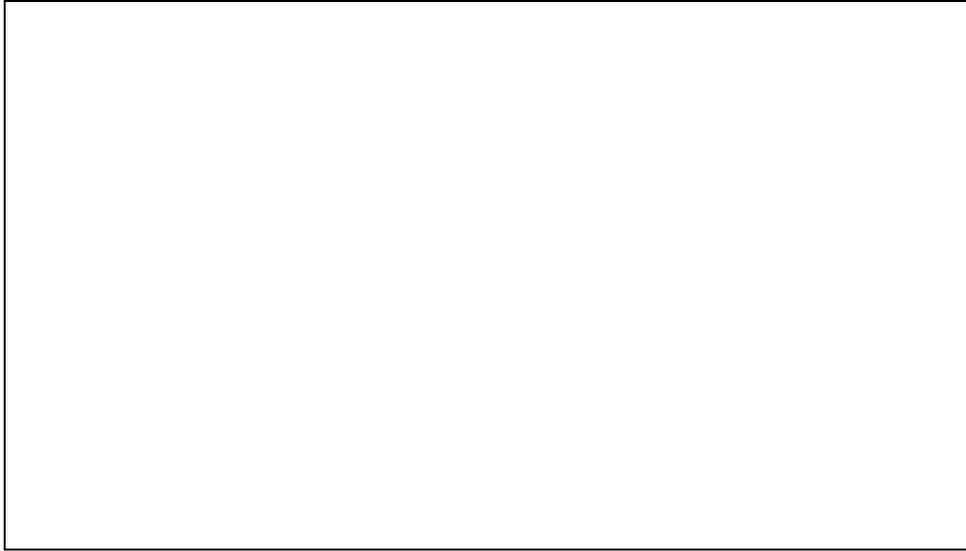


図 3 上部トラニオン(左、a)と下部トラニオン(右、b)の形状

2.2. 蓋部

蓋部の構造を図 2 及びその詳細構造を図 4 に示す。



図 4 蓋部の詳細構造

蓋部は一次蓋、二次蓋、一次蓋密閉カバー、クイックコネクタカバーで構成される。一次蓋密閉カバーは、一次蓋内の貫通口を、クイックコネクタカバーは二次蓋内のクイックコネクタの貫通口を塞ぐ。

一次蓋は [] の一次蓋ボルトで固定され、 [] の金属ガスケットで閉じ込められる。一次蓋の金属ガスケットは、キャスクの頭部に一時的に取り付けられる漏えい試験用補助蓋と一次蓋との間の空間を利用して気密漏えい試験が行われる。

一次蓋内のオリフィスは、排水、真空乾燥及びヘリウム充填に必要な機器の接続部である。一次蓋内の貫通口は、金属ガスケットが取り付けられ、 [] の六角穴付きボルトによって一次蓋密閉カバーが締め付けられることで閉じ込められる。

二次蓋には円板状の中性子遮蔽材が取り付けられており、蓋側の軸方向中性子遮蔽に寄与する。二次蓋は [] の六角ネジで締め付けられ、 [] の金属ガスケットで閉じ込められる。

二次蓋は、一次蓋と二次蓋との間の蓋間空間への接続、例えばヘリウム充填又は圧力監視のための機器の接続、が可能な構造である。クイックコネクタが入っているオリフィスはクイックコネクタカバーで閉じられる。クイックコネクタカバーは金属ガスケットで密閉され、 [] の六角穴付きボルトで締め付けられる。二次蓋のもう一方のオリフィスは、貯蔵時の圧力監視に使用される。圧力監視装置が接続されていない時は、このオリフィスは二次蓋密閉カバーによって閉じられ、金属ガスケットによって密閉され、 [] の六角穴付きボルトによって締め付けられる。

2.3. バスケット

バスケットの構造を図 5 に示す。



図 5 バスケットの構造(左)、バスケット底板に H-ビームを1段取り付けた状態の詳細図(右上)、H-ビーム/熱伝導及び中性子吸収材部分の詳細図(右下)

バスケット底板付近の詳細図を図 5(右上)に、H-ビーム/熱伝導及び中性子吸収材部分の詳細図を図 5(右下)に示す(バスケット底板に H-ビームを3段積み上げた状態を側面から見た図)。注水時には、バスケット底板部分の穴及び H-ビーム/熱伝導及び中性子吸収材部分の穴を経由して、すべての水ギャップに水が満たされる設計としている。

バスケットの格子構造を図 6 に示す。

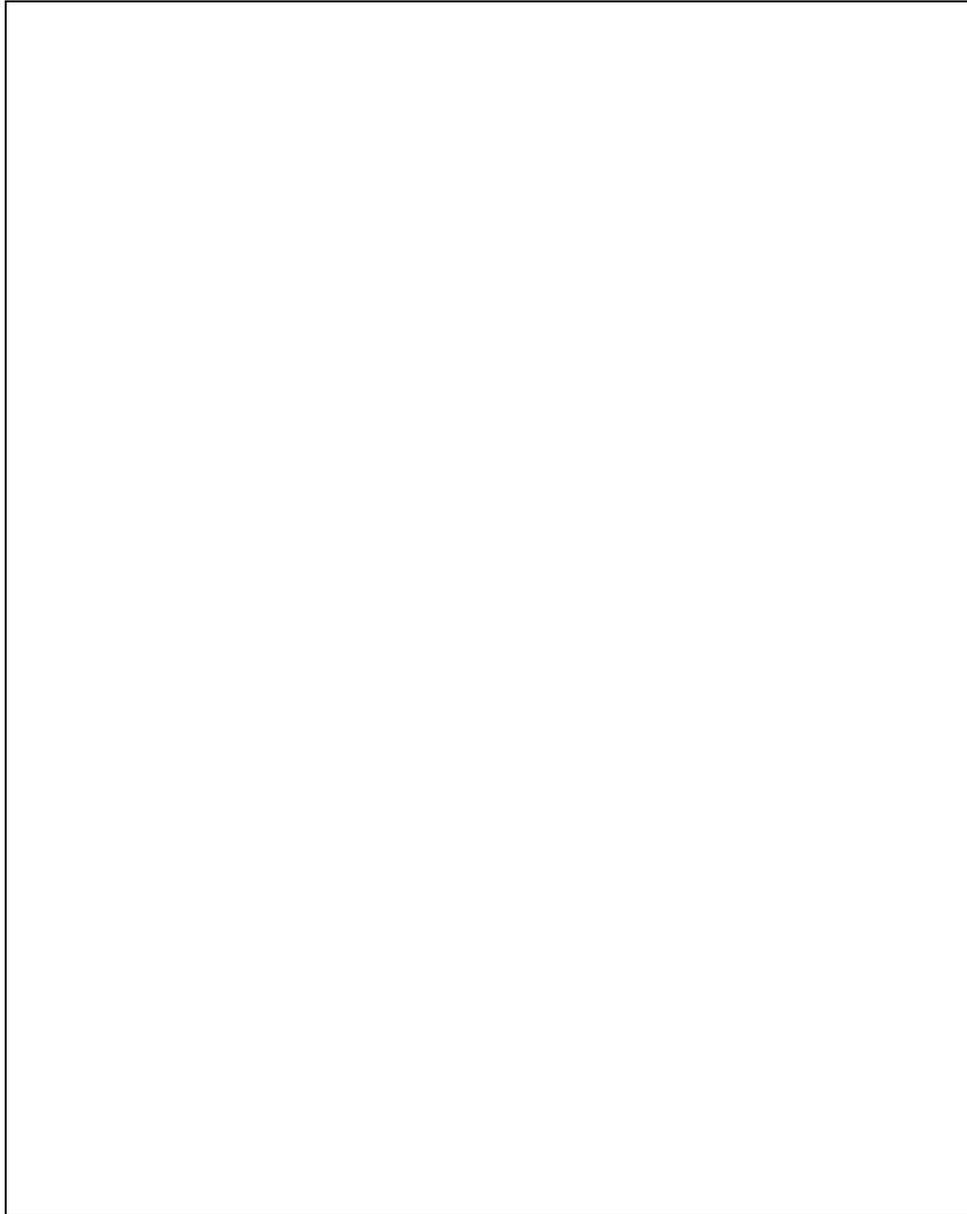


図 6 バスケット格子構造

バスケットは、ほう素添加アルミニウム合金製の熱伝導及び中性子吸収材とステンレス鋼製の H-ビームで構成される。熱伝導及び中性子吸収材は H-ビームに平行に密着する。これらで構成されたものが格子構造に配置される。それら格子構造のものが、ステンレス鋼製のバスケット側板で囲まれる。

バスケットは、燃料集合体を収納する 26 個の の格子を形成する。

45°、135°、225° 及び 315° の位置には、ステンレス鋼製の三角形の断面を持つコーナーエレメントが配置されており、これらがバスケットを支持している (図 5 参照)。

これらで構成されたものがステンレス鋼製のバスケット底板に載せられ、コーナーエレメント及びバスケット底板により固定される。バスケット底板の凹部は、真空乾燥時にキャスク内部からの排水を促進する。

H-ビーム、バスケット側板及びコーナーエレメントが、バスケットの構造健全性を担保する部材となる。

2.4. 材料の設計入力値

1. 及び 2. に示した構成部材に関する安全設計への入力値について示す。

2.4.1～2.4.14 に記載されている設計応力強さ、設計降伏点及び設計引張強さの値は、特別の記載がない限り、最低要求値である。また、特別の記載がない限り、記載された物性値は制限温度まで有効である。なお、温度の中間における値は、比例法によって計算する。

2.4.1. 低温用厚肉フェライト球状黒鉛鋳鉄品 FCD 300 LT - JIS G 5504

表 2 FCD 300 LT の物性値

制限温度 T_{max} ^(注1)	350 °C
質量計算用密度 ^(注2)	7200kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.29

^(注1) 参考文献[1] 参照

^(注2) 参考文献[2]、表 PRD - Ductile cast iron

表 3 FCD 300 LT の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	3.0 - 3.7
Si	1.2 - 2.3
Mn	≤ 0.25
P	≤ 0.03
Cu	≤ 0.1
Ni	≤ 1.0
Cr	≤ 0.07
Mg	≤ 0.07

^(注1) 参考文献[3]附属書「原子力用使用済燃料等輸送・貯蔵容器(キャスク)の追加要件」参照

表 4 FCD 300 LT の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
-30 - 40	100	200	300
75	82	165	245
100	78	158	235
150	77	151	230
200	75	147	225
225	75	146	224
250	74	145	222
275	74	144	221
300	73	142	220
325	71	139	212
350	68	136	203

(注1) 参考文献[1]別表 5-1 参照

(注2) 参考文献[1]別表 5-8 参照

(注3) 参考文献[1]別表 5-9 参照

表 5 FCD 300 LT の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
20	163000
50	160000
75	158000
100	156000
125	154000
150	152000
175	150000
200	148000
225	146000
250	143000

(注1) 参考文献[1]別表 6-1 参照

表 6 FCD 300 LT の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) 上段: 係数 A、下段: 係数 B、 [10 ⁻⁶ mm/mm/°C]	熱伝導率 ^(注2) [W / (m × K)]	熱拡散率 ^(注2) [x10 ⁻⁶ m ² /s]
20	11.29 11.82	37.50	11.44
50	11.53 11.96	38.50	11.59
75	11.72 12.08	39.18	11.56
100	11.92 12.19	39.73	11.51
125	12.11 12.30	40.15	11.44
150	12.31 12.42	40.45	11.36
175	12.50 12.53	40.64	11.26
200	12.70 12.65	40.73	11.13
225	12.89 12.76	40.73	10.99
250	13.09 12.88	40.64	10.83
275	13.28 12.99	40.47	10.65
300	13.48 13.11	40.23	10.44

^(注1) 参考文献 [1] 別表 6-2 参照

係数 A: 瞬間熱膨張係数 (× 10⁻⁶ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°C から指示温度までの平均熱膨張係数 (× 10⁻⁶ mm/mm/°C)。

^(注2) 参考文献 [2]、表 TCD-Ductile cast iron

2.4.2. ポリエチレン

表 7 物性値

制限温度 T_{max}	130 °C (注 1)
密度 at 20°C (注 2)	955kg/m ³
ポアソン比 (注 3)	0.4
放射係数 (注 4)	0.90

(注 1) 参考文献[4]及び 2.5 参照

(注 2) 参考文献[4]参照

(注 3) 参考文献[5]参照

(注 4) 参考文献[6]参照

表 8 化学組成

化学組成 (注 1) [%]	
C	85.63
H	14.37

(注 1) C₂ H₄ の化学体系から算出

表 9 熱的特性

--	--

2.4.3. ポリエチレン

表 10 物理的特性

制限温度 T_{max}	135 °C (注 1)
密度 at 20°C (注 2)	935 kg/m ³
ポアソン比 (注 3)	0.4
放射係数 (注 4)	0.90

(注 1) 参考文献[8]及び 2.5 参照

(注 2) 参考文献[8]参照

(注 3) 参考文献[5]参照

(注 4) 参考文献[6]参照

表 11 化学組成

化学組成 (注 1) [%]	
C	85.63
H	14.37

(注 1) C₂H₄ の化学体系から算出

表 12 熱特性

--	--

2.4.4. 一般構造用圧延鋼材 SS 330 - JIS G 3101

表 13 SS 330 の物性値

温度制限 T_{\max} (注 1)	371 °C
質量計算用密度(注 2)	7750 kg/m ³
ポアソン比 (注 2)	0.3

(注 1) 参考文献 [2]、表 2A- Carbon steel

(注 2) 参考文献 [2]、表 PRD- Carbon steels を参照

表 14 SS 330 の化学組成

化学組成 (注 1) [%]	
C	-
Mn	-
P	≤ 0.050
S	≤ 0.050

(注 1) 参考文献 [9] 参照

表 15 SS 330 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率(注 1) α 上段:係数 A、中段:係 数 B、下段:係数 C(注 2)	熱伝導率(注 3) λ [W/(m × K)]	熱拡散率 (注 3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	11.5 11.5 0	60.4	18.10
50	12.0 11.8 0.4	59.8	17.03
75	12.3 11.9 0.7	58.9	16.27
100	12.7 12.1 1.0	58.0	15.60
125	12.9 12.3 1.3	57.0	15.00
150	13.2 12.4 1.6	55.9	14.43

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係 数 B、下段:係数 C ^(注2)	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
175	13.5 12.6 2.0	54.7	13.90
200	13.8 12.7 2.3	53.6	13.40
225	14.0 12.9 2.6	52.5	12.90
250	14.3 13.0 3.0	51.4	12.42
275	14.6 13.2 3.4	50.3	11.95
300	14.9 13.3 3.7	49.2	11.48

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1- Coefficients for Carbon Steels, Group 1 参照

(注2) 係数 A:瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。
係数 B:20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。
係数 C:20°Cから指示温度までの線膨張係数(mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD - Group A 参照

2.4.5. ステンレス鋼棒 SUS 630 H1150-JIS G 4303

表 16 SUS 630 H1150 の物性値

制限温度 T_{\max} ^(注1)	350 °C
質量計算用密度 ^(注2)	7920 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

(注1) 参考文献[10]参照

(注2) 参考文献[2]、表 PRD- Precipitation hardening steel 参照

表 17 SUS 630 H1150 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.07
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 1.00
P	≤ 0.04
Cu	3.00 - 5.00
Ni	3.00 - 5.00
Cr	15.00 - 17.50
S	≤ 0.03
Nb	0.15 - 0.45

(注1) 参考文献 [5] 参照

表 18 SUS 630 H1150 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	311	725	930
75	311	687	846
100	311	666	846
150	311	640	845
200	303	621	826

(注1) 参考文献 [10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

(注2) 参考文献 [10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献 [10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 19 SUS 630 H1150 (ボルト材) の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	242	725	930
75	229	687	846
100	222	666	846
150	214	640	845
200	207	621	826
225	204	612	817
250	201	603	809

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
275	198	595	802
300	196	588	797
325	194	582	791

(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 2 参照

(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 20 SUS 630 H1150 の弾性率

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	203,000
25	195,000
100	190,000
150	186,000
200	183,000
250	178,000
300	176,000
350	173,000
400	169,000
450	166,000

(注1) 参考文献 [10]、付録材料図表 part 6、表1参照

表 21 SUS 630 H1150 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ^(注2)	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [x10 ⁻⁶ m ² /s]
20	11.5 11.5 0	17.3	4.80
50	11.8 11.6 0.3	17.6	4.84
75	12.0 11.8 0.6	18.0	4.85

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段: 係数 A、中段: 係数 B、下段: 係数 C ^(注2)	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
100	12.3 11.9 1.0	18.4	4.86
125	12.5 12.0 1.3	18.9	4.87
150	12.7 12.1 1.6	19.3	4.87
175	12.9 12.2 1.9	19.8	4.87
200	13.1 12.3 2.2	20.2	4.88
225	13.2 12.4 2.6	20.7	4.88
250	13.4 12.5 2.9	21.1	4.88

^(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1150 参照。

^(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C: 20°Cから指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

^(注3) 参考文献 [2]、表 TCD - Group I 参照

2.4.6. ステンレス鋼鍛造品 SUS F347 - JIS G 3214

表 22 SUS F347 の物性値

制限温度 T_{\max} ^(注1)	425 °C
質量計算用密度 ^(注2)	8030 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

^(注1) 参考文献[10] 参照

^(注2) 参考文献[2]、表 PRD- High alloy steels を参照

表 23 SUS F347 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.08
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 2.00
P	≤ 0.04
S	≤ 0.03
Ni	9.00 - 13.00
Cr	17.00 - 20.00

(注1) 参考文献 [1] 参照

表 24 SUS F347 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	137	205	480
75	137	195	427
100	137	188	416
150	137	177	385
200	137	166	364
225	137	161	359
250	137	157	354

(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 25 SUS F347 の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	201,000
25	195,000
100	189,000
150	186,000
200	183,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1, Group G 参照

表 26 SUS F347 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ^(注2)	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	15.3 15.3 0	14.1	3.57
50	16.0 15.6 0.5	14.6	3.64
75	16.5 15.9 0.9	15.0	3.69
100	17.0 16.2 1.3	15.4	3.75
125	17.4 16.4 1.7	15.7	3.8
150	17.8 16.6 2.2	16.1	3.86
175	18.1 16.8 2.6	16.5	3.92
200	18.4 17.0 3.1	16.8	3.98

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1- Coefficients for Austenitic Stainless Steels, Group 3 参照

(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C: 20°Cから指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD - Group K 参照

2.4.7. 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品 SUS F316 – JIS G 3214

表 27 SUS F316 の物性値

制限温度 T_{\max} ^(注1)	425 °C
重量計算用密度 ^(注2)	8030 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

^(注1) 参考文献[10]参照

^(注2) 参考文献[2]、表 PRD – High alloy steels (300 series)参照

表 28 SUS F316 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.08
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 2.00
P	≤ 0.04
S	≤ 0.03
Ni	10.00 – 14.00
Cr	16.00 – 18.00
Mo	2.00 – 3.00

^(注1) 参考文献[1]参照

表 29 SUS F316 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S_m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S_y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S_u [MPa]
最大 40	137	205	480
75	137	187	438
100	137	176	437
150	137	161	430
200	132	149	421

^(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

^(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

^(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 30 SUS F316 の弾性率

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	201,000
25	195,000
100	189,000
150	186,000
200	183,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1、G 群参照

表 31 SUS F316 の熱特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	15.3 15.3 0	14.1	3.57
50	16.0 15.6 0.5	14.6	3.64
75	16.5 15.9 0.9	15.0	3.69
100	17.0 16.2 1.3	15.4	3.75
125	17.4 16.4 1.7	15.7	3.8
150	17.8 16.6 2.2	16.1	3.86
175	18.1 16.8 2.6	16.5	3.92

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
200	18.4 17.0 3.1	16.8	3.98

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 – Coefficients for Austenitic Stainless Steels, Group 3 参照

(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C: 20°Cから指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD – Group K 参照

2.4.8. 低合金ボルト用棒鋼 SNB 21-2 – JIS G 4108

表 32 SNB 21-2 の物性値

制限温度 T_{max} ^(注1)	350 °C
質量計算用密度 ^(注2)	7750 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

(注1) 参考文献[10]参照

(注2) 参考文献[2]、表 P PRD – High alloy steels 参照

表 33 SNB 21-2 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	0.36 – 0.44
Si	0.2 – 0.35
Mn	0.45 – 0.70
P	≤ 0.025
S	≤ 0.025
Cr	0.80 – 1.15
Mo	0.5 – 0.65
V	0.25 – 0.35

(注1) 参考文献[1]参照

表 34 SNB 21-2 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	321	960	1070
75	312	937	971
100	306	919	945
150	297	891	945
200	289	867	945

(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 2 参照

(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 35 SNB 21-2 の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	210
25	204
100	200
150	197
200	193

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1, Group C 参照

表 36 SNB 21-2 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [x10 ⁻⁶ m ² /s]
20	11.5 11.5 0	41	11,87
50	12.0 11.8 0.4	40,8	11,47
75	12.3 11.9 0.7	40,7	11,16
100	12.7 12.1 1.0	40,6	10,88

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
125	12.9 12.3 1.3	40,5	10,6
150	13.2 12.4 1.6	40,4	10,33
175	13.5 12.6 2.0	40,3	10,08
200	13.8 12.7 2.3	40,1	9,82

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 – Coefficients for Carbon and Low Alloy Steels, Group 1 参照

(注2) 係数 A:瞬間熱膨張係数($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B:20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C:20°Cから指示温度までの線膨張係数(mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD – Group C 参照

2.4.9. ステンレス鋼板 SUS 347 – JIS G 4304 / JIS G 4305

表 37 SUS 347 の物性値

制限温度 T_{\max} ^(注1)	425 °C
質量計算用密度 ^(注2)	7920 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

(注1) 参考文献[10]参照

(注2) 参考文献[2]、表 PRD – High alloy steels 参照

表 38 SUS 347 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.08
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 2.00
P	≤ 0.045
S	≤ 0.03
Ni	9.00 – 13.00
Cr	17.00 – 19.00

(注1) 参考文献[10]参照

表 39 SUS 347 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	137	205	520
75	137	195	488
100	137	188	474
150	137	177	444
200	137	166	429
225	137	161	423
250	137	157	417

(注1) 参考文献[1]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 40 SUS 347 の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	201,000
25	195,000
100	189,000
150	186,000
200	183,000
250	179,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1、G 群参照

表 41 SUS 347 の熱特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散係数 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	15.3 15.3 0	14.1	3.57
50	16.0 15.6 0.5	14.6	3.64
75	16.5 15.9 0.9	15.0	3.69
100	17.0 16.2 1.3	15.4	3.75
125	17.4 16.4 1.7	15.7	3.8
150	17.8 16.6 2.2	16.1	3.86
175	18.1 16.8 2.6	16.5	3.92
200	18.4 17.0 3.1	16.8	3.98
225	18.6 17.2 3.5	17.2	4.05
250	18.8 17.4 4.0	17.6	4.11

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 – Coefficients for Austenitic Stainless Steels, Group 3 参照

(注2) 係数 A:瞬間熱膨張係数($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B:20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C:20°Cから指示温度までの線膨張係数(mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD – Group K 参照

2.4.10. ステンレス鋼棒 SUS 410 – JIS G 4303

表 42 SUS 410 の物性値

制限温度 T_{\max} ^(注1)	350 °C
質量計算用密度 ^(注2)	7750 kg/m ³
ポアソン比 ⁽²⁾	0.31

^(注1) 参考文献[10]参照

^(注2) 参考文献[2]、表 PRD – High alloy steels
(400 series)参照

表 43 SUS 410 の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.15
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 1.00
P	≤ 0.040
S	≤ 0.030
Ni	≤ 0.60
Cr	11.50 – 13.50

^(注1) 参考文献[10]参照

表 44 SUS 410 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S_m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S_y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S_u [MPa]
最大 40	179	345	540
75	179	267	438
100	179	262	437
150	179	254	430
200	179	246	423
225	174	243	420
250	172	240	417

^(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

^(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

^(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 45 SUS 410 の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	208,000
25	201,000
100	195,000
150	192,000
200	189,000
250	186,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1, Group F 参照

表 46 SUS 410 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係 数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /秒]
20	10.6 10.6 0	24.6	7.12
50	11.1 10.9 0.3	24.7	6.93
75	11.3 11.0 0.6	24.7	6.80
100	11.5 11.1 0.9	24.8	6.69
125	11.7 11.3 1.2	24.9	6.58
150	11.8 11.4 1.5	24.9	6.48
175	11.9 11.4 1.8	25.0	6.37
200	12.0 11.5 2.1	25.0	6.26
225	12.1 11.6 2.4	25.1	6.14

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係 数 B、下段:係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /秒]
250	12.1 11.6 2.7	25.1	6.02

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 - Coefficients for 13Cr Steels 参照

(注2) 係数 A:瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B:20°Cから指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C:20°Cから指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD - Group G 参照

2.4.11. ほう素添加アルミニウム合金 Al-B4C

表 47 Al-B₄C の物性値

質量計算用密度 ^(注1)	2600 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.33
¹⁰ B 面密度	<input type="text"/> mg/cm ²

(注1) 参考文献[11]参照

(注2) 参考文献[2]、表 PRD - Aluminum Base 参照

表 48 Al 合金基地組織の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
Si	≤ 0.20
Fe	≤ 0.25
Cu	≤ 0.04
Mn	≤ 0.03
Mg	≤ 0.03
Cr	-
Zn	≤ 0.04
V	≤ 0.05
Ti	≤ 0.03
Al	≥ 99.7

(注1) 参考文献[12]、表 2 (合金番号 1070) 参照。

表 49 Al-B₄C の熱膨張率

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α [$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]
25 - 100	16.0
25 - 150	16.4
25 - 200	16.5
25 - 250	16.5
25 - 300	16.4

(注1) 参考文献[11]参照

表 50 Al-B₄C の熱伝導率

温度 T [°C]	熱伝導率 ^(注1) L 方向(押出方向) λ [W/(m×K)]	熱伝導率 ^(注1) T 方向(押出方向に直交 する方向) λ [W/(m×K)]
	RT	111
100	115	81
200	119	81
300	120	80

(注1) 参考文献[11]参照

2.4.12. ステンレス鋼板 SUS 304L - JIS G 4304

表 51 SUS 304L の物性

制限温度 T_{\max} ^(注1)	425 °C
質量計算用濃度 ^(注2)	8030 kg/m ³
ポアソン比 ^(注2)	0.31

(注1) 参考文献[10]参照

(注2) 参考文献[2]、表 PRD - High Alloy Steels (300 series)参照

表 52 SUS 304L の化学組成

化学組成 ^(注1) [%]	
C	≤ 0.03
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 2.00
P	≤ 0.045
S	≤ 0.030
Ni	9.00 - 13.00
Cr	18.00 - 20.00

(注1) 参考文献[10]表 2 参照。

表 53 SUS 304L の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ ^(注1) S _m [MPa]	設計降伏点 ^(注2) S _y [MPa]	設計引張強さ ^(注3) S _u [MPa]
最大 40	118	175	480
75	115	155	431
100	115	145	408
150	115	131	390
200	109	122	372
250	103	114	367

(注1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

(注2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 54 SUS 304L の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-75	201,000
25	195,000
100	189,000
150	186,000
200	183,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1, Group G 参照

表 55 SUS 304L の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段: 係数 A、中段: 係数 B、下段: 係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m × K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	15.3 15.3 0	14.8	3.90
50	16.0 15.6 0.5	15.3	3.94
75	16.5 15.9 0.9	15.8	3.99
100	17.0 16.2 1.3	16.2	4.04
125	17.4 16.4 1.7	16.6	4.08
150	17.8 16.6 2.2	17.0	4.14
175	18.1 16.8 2.6	17.5	4.19
200	18.4 17.0 3.1	17.9	4.24

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1 – Coefficients for Austenitic Stainless Steels, Group 3 参照

(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°C から指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 C: 20°C から指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD – Group J 参照

2.4.13. アルミニウム合金板

表 56 物理的性質

質量計算用密度 ^(注1)	2700 kg/m ³
ポアソン比 ⁽¹⁾	0.33

(注1) 参考文献[2]表 PRD - ()参照

表 57 化学組成

化学組成 ^(注1) [%]		
Si	0.40 - 0.80	
Fe	≤ 0.7	
Cu	0.15 - 0.40	
Mn	≤ 0.15	
Mg	0.80 - 1.20	
Cr	0.04 - 0.35	
Zn	≤ 0.25	
Ti	≤ 0.15	
その他	個々	≤ 0.05
	合計	≤ 0.15

(注1) 参考文献[12]、表 2 参照。

表 58 弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
-200	77,000
-125	74,000
-75	72,000
25	69,000
100	66,000
150	63,000
200	60,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1、参照。

表 59 熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段:係数 A、中段:係数 B、下段:係数 C ^(注2)	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m×K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /s]
20	21.7 21.7 0	166.2	68.66
50	23.3 22.6 0.7	168.6	68.54
75	23.9 23.1 1.3	170.2	68.41
100	24.3 23.4 1.9	171.7	68.29
125	24.7 23.7 2.5	173.0	68.12
150	25.2 23.9 3.1	174.1	67.87
175	25.7 24.2 3.7	175.3	67.61
200	26.4 24.4 4.4	176.2	67.57

(注1) 参考文献[2]、表 TE-2 参照

(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。
係数 B: 20°C から指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。
係数 C: 20°C から指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD - 参照

2.4.14. ステンレス鋼板 SUS 304 – JIS G 4304

表 60 SUS 304 の物性値

制限温度 T_{\max} (注 1)	425 °C
質量計算用密度 (注 2)	8030 kg/m ³
ポアソン比 (注 2)	0.31

(注 1) 参考文献[10]参照

(注 2) 参考文献[2]、表 PRD – High Alloy Steels (300 series)参照

表 61 SUS 304 の化学組成

化学組成(注 1) [%]	
C	≤ 0.08
Si	≤ 1.00
Mn	≤ 2.00
P	≤ 0.045
S	≤ 0.030
Ni	8.00 – 10.50
Cr	18.00 – 20.00

(注 1) 参考文献[10]表 2 参照。

表 62 SUS 304 の機械的性質

温度 T [°C]	設計応力強さ(注 1) S_m [MPa]	設計降伏点 (注 2) S_y [MPa]	設計引張強さ (注 3) S_u [MPa]
最大 40	137	205	520
75	137	183	466
100	137	171	441
150	137	155	422

(注 1) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 1 参照

(注 2) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 8 参照

(注 3) 参考文献[10]、付録材料図表 part 5、表 9 参照

表 63 SUS 304 の弾性係数

温度 T [°C]	弾性係数 ^(注1) E [MPa]
25	195,000
100	189,000
200	183,000

(注1) 参考文献[2]、表 TM-1, Group G 参照

表 64 SUS 304 の熱的特性

温度 T [°C]	熱膨張率 ^(注1) α 上段: 係数 A、中段: 係数 B、下段: 係数 C ⁽²⁾	熱伝導率 ^(注3) λ [W/(m × K)]	熱拡散率 ^(注3) [$\times 10^{-6}$ m ² /秒]
20	15.3 15.3 0	14.8	3.90
50	16.0 15.6 0.5	15.3	3.94
75	16.5 15.9 0.9	15.8	3.99
100	17.0 16.2 1.3	16.2	4.04
125	17.4 16.4 1.7	16.6	4.08
150	17.8 16.6 2.2	17.0	4.14

(注1) 参考文献[2]、表 TE-1- Coefficients for Austenitic Stainless Steels, Group 3 参照

(注2) 係数 A: 瞬間熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

係数 B: 20°C から指示温度までの平均熱膨張係数 ($\times 10^{-6}$ mm/mm/°C)。

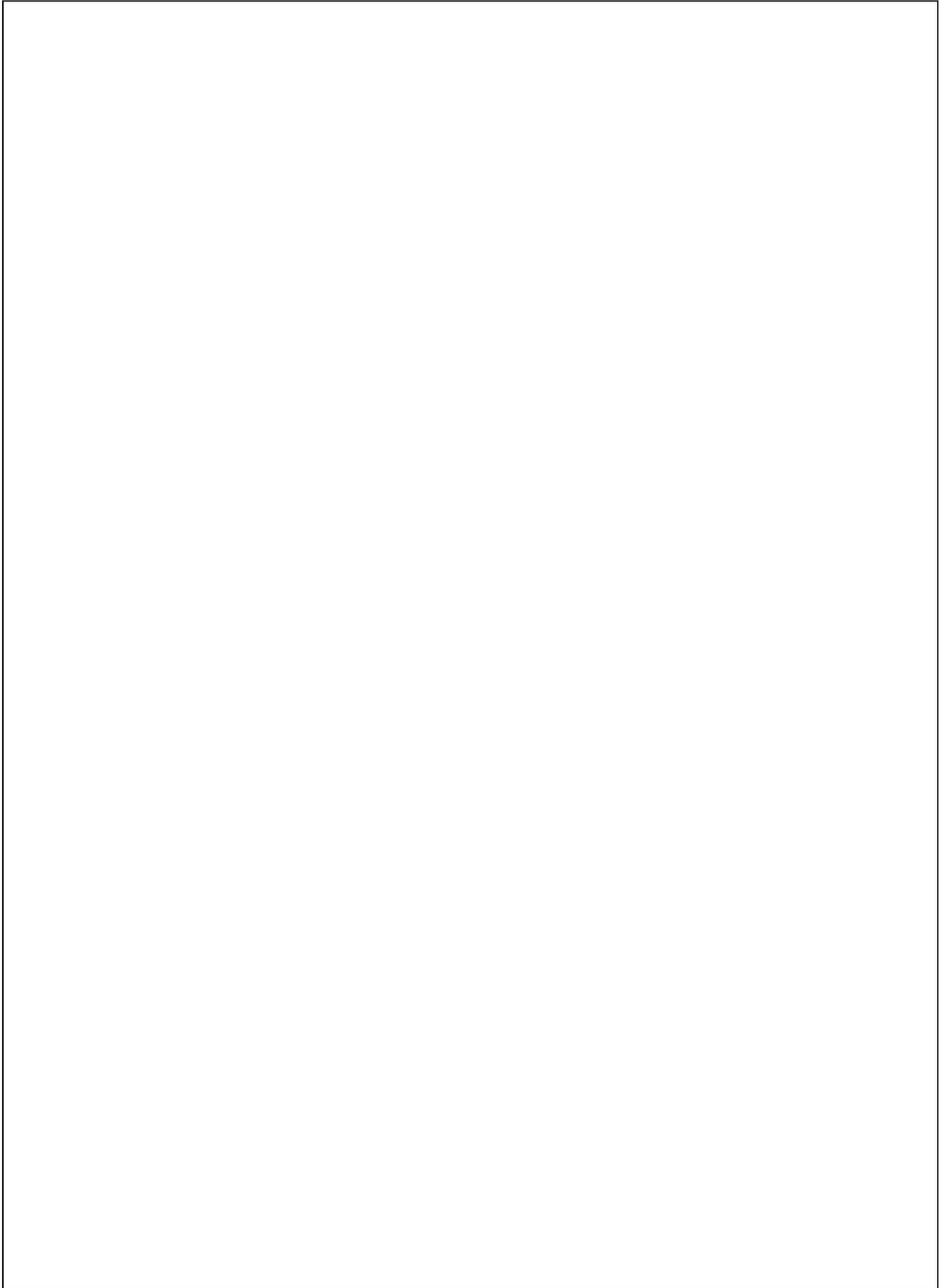
係数 C: 20°C から指示温度までの線膨張係数 (mm/m)。

(注3) 参考文献[2]、表 TCD - Group J 参照

2.5. CASTOR[®] geo 型に用いる中性子遮蔽材の特性







3. CASTOR® geo26JP 型の収納条件

CASTOR® geo26JP 型に収納する使用済燃料集合体の仕様を表 65 に示す。

なお、使用済燃料集合体は、表 66 に示す仕様のバーナブルポイズン集合体を挿入した状態で CASTOR® geo26JP 型へ収納する場合がある。

CASTOR® geo26JP 型に収納する使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体を挿入する使用済燃料集合体の収納位置条件を図 10 に示す。なお、17×17 燃料と 15×15 燃料は混載されないが、48,000MWd/t 型及び 44,000MWd/t 型、並びに A 型及び B 型は混載可能である。

表 65 使用済燃料集合体の仕様

項目		仕様		
		17×17 燃料		15×15 燃料
使用済燃料集合体の種類		A 型	B 型	—
形状	集合体幅	約 214 mm		約 214 mm
	全長	約 4100 mm		約 4100 mm
質量		約 680 kg		約 670 kg
燃料集合体 1 体の仕様	初期濃縮度	4.2 wt%以下		4.1 wt%以下
	最高燃焼度 ^(注1)	48,000 MWd/t 以下		48,000 MWd/t 以下
	冷却期間	12 年以上		12 年以上
特定兼用キャスク1基当たりの仕様	収納体数	26 体		
	平均燃焼度 ^(注2)	48,000 MWd/t 以下		
	崩壊熱量	18.0 kW 以下		

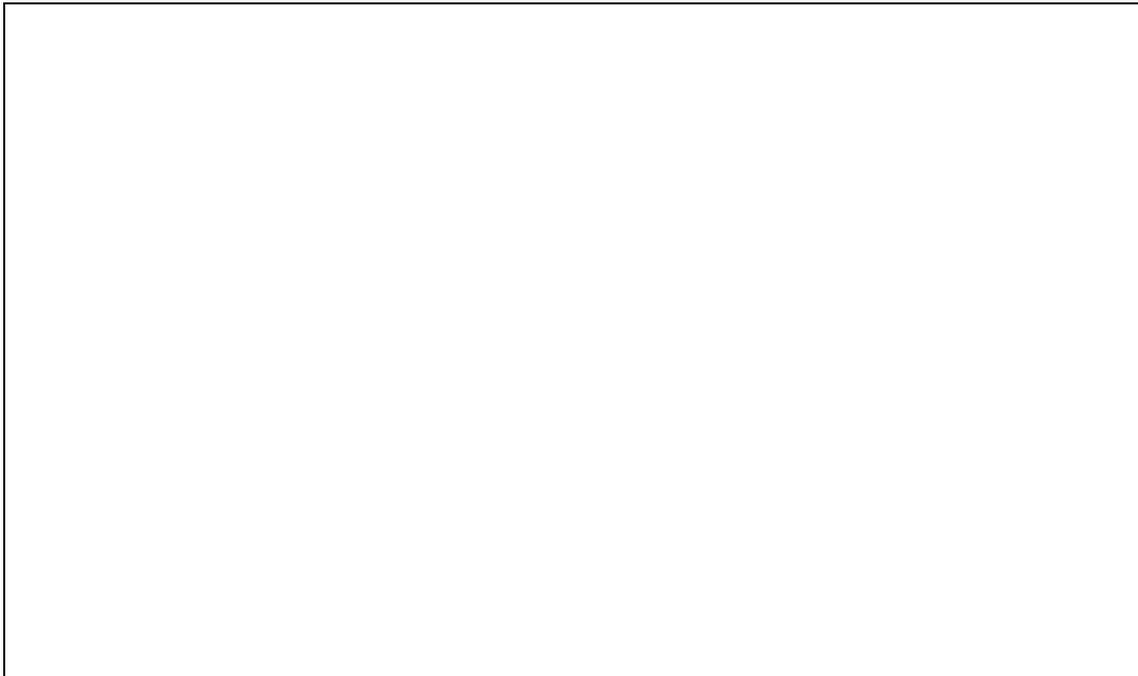
(注1) 最高燃焼度とは、収納する燃料集合体 1 体の燃焼度の最大値を示す。

(注2) 平均燃焼度とは、収納する全燃料集合体に対する燃焼度の平均値を示す。

表 66 バーナブルポイズン集合体の仕様

項目		仕様		
		17×17 燃料用		15×15 燃料用
バーナブルポイズン集合体の種類		A 型	B 型	—
形状	集合体幅			
	全長			
質量				
照射期間				
冷却期間		15 年以上		
特定兼用キャスク1基当たりの収納体数				

CASTOR® geo26JP 型に収納する使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体を挿入する使用済燃料集合体の収納位置条件を図 10 に示す。



	配置(i)		配置(ii)	
	17×17 燃料 15×15 燃料		17×17 燃料 15×15 燃料	
	燃焼度 (MWd/t 以下)	冷却期間 (年以上)	燃焼度 (MWd/t 以下)	冷却期間 (年以上)
A	48,000	13	48,000	13
B	44,000	22	48,000	24
C	44,000	28	48,000	29
D	44,000	12	48,000	24
E	44,000	16	48,000	29

※ 赤枠内の格子には、バーナブルポイズン集合体を挿入した燃料集合体を収納することができる。

図 10 使用済燃料集合体及びバーナブルポイズン集合体の収納位置条件

4. 貯蔵施設の前提条件

CASTOR[®] geo26JP 型を使用することができる貯蔵施設の概要図(例)を図 11 に示す。貯蔵施設は、特定兼用キャスク、特定兼用キャスクを基礎等に固定するための貯蔵架台、特定兼用キャスクを貯蔵架台へ固定するための固定装置(図 1)、特定兼用キャスクを取り扱うための取扱設備等からなり、各設備は貯蔵建屋に收容される。

貯蔵建屋は、特定兼用キャスクを貯蔵する貯蔵区域、特定兼用キャスクの搬入及び検査等を行う受入れ区域等から構成される。受入れ区域には、特定兼用キャスクの搬入後及び搬出前の仮置き、特定兼用キャスクの取扱い、移送、検査等を行う天井クレーン、搬送機器、並びに特定兼用キャスクの検査を行う検査架台等の設備が設けられる。

また、CASTOR[®] geo26JP 型を貯蔵施設で使用するための前提条件を次に示す。

- 貯蔵区域における特定兼用キャスク周囲温度: 最低温度; -22.4°C 、最高温度; 50°C
- 貯蔵区域における貯蔵建屋壁面温度: 最高温度; 65°C
- 貯蔵区域における特定兼用キャスク配列ピッチ寸法: 3.5 m 以上

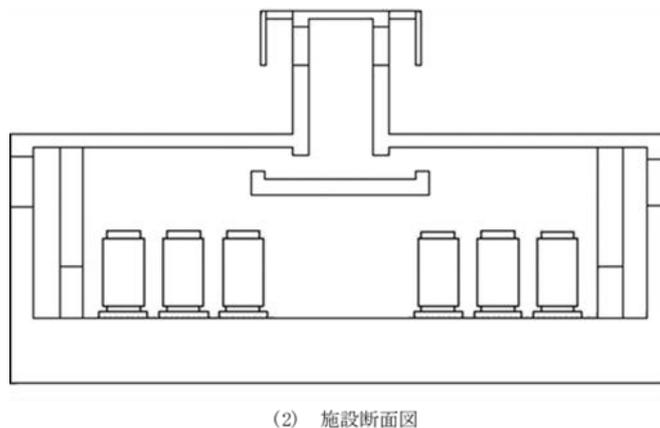


図 11 特定兼用キャスク貯蔵施設概要図(例)

5. CASTOR® geo26JP 型の設計貯蔵期間

5.1. 要求事項

(1) 設置許可基準規則への適合性

a. 設置許可基準規則解釈別記 4 第 16 条 5 項

・第 16 条第 2 項第 1 号ハ及び同条第 4 項各号を満たすため、兼用キャスクは、当該兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計とすること。ここで、「兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計」とは、以下を満たす設計をいう。

・設計貯蔵期間を明確にしていること。

・(略)

(2) 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド確認事項

「4.6 設計貯蔵期間」には、以下のように記載されている。

【審査における確認事項】

設計貯蔵期間は、設置(変更)許可申請書で明確にされていること。

【確認内容】

設計貯蔵期間は、当該設計貯蔵期間中の兼用キャスクの安全機能を評価するに当たり、材料及び構造の経年変化の考慮を行うため、設置(変更)許可申請書で明確にされていること。

5.2. 要求事項への適合性

(1) 設置許可基準規則への適合性

CASTOR® geo26JP 型の設計貯蔵期間については、以下のとおり設置許可基準規則に適合している。

a. 設置許可基準規則解釈 別記4 第16条第5項

- ・第16条第2項第1号ハ及び同条第4項各号を満たすため、兼用キャスクは、当該兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計とすること。ここで、「兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計」とは、以下を満たす設計をいう。
- ・設計貯蔵期間を明確にしていること。
- ・(略)

CASTOR® geo26JP 型の設計貯蔵期間は 60 年として、型式証明申請書で明確にされている。

(2) 審査ガイドへの適合性

CASTOR® geo26JP 型の設計貯蔵期間については、以下のとおり審査ガイドの確認内容に適合している。

[確認内容]

設計貯蔵期間は、当該設計貯蔵期間中の兼用キャスクの安全機能を評価するに当たり、材料及び構造の経年変化の考慮を行うため、設置(変更)許可申請書で明確にされていること。

CASTOR® geo26JP 型の設計貯蔵期間は 60 年として、型式証明申請書で明確にされている。また、設計貯蔵期間中の CASTOR® geo26JP 型の材料及び構造の健全性については、補足説明資料「材料・構造健全性(長期健全性)に関する説明資料(1024-TR-00011)」で説明する。

6. CASTOR® geo26JP 型の安全設計

3. 項の使用済燃料の収納条件を踏まえ、設計貯蔵期間(60年)において、CASTOR® geo26JP 型が有する安全機能(臨界防止、遮蔽、除熱、閉じ込め)を維持できる設計とする。

また、CASTOR® geo26JP 型は、特定兼用キャスクの構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定し、その必要とされる強度及び性能を維持することで使用済燃料の健全性を確保する設計とする。

各安全機能及び長期健全性に対する要求事項への適合性(安全評価)について、以下に示す。

- (1)補足説明資料「地震に対する安全機能維持に関する説明資料(1024-TR-00002)R3」に示す。
- (2)補足説明資料「津波に対する安全機能維持に関する説明資料(1024-TR-00003)R2」に示す。
- (3)補足説明資料「竜巻に対する安全機能維持に関する説明資料(1024-TR-00004)R2」に示す。
- (4)補足説明資料「臨界防止に関する説明資料(1024-TR-00006)」に示す。
- (5)補足説明資料「遮蔽機能に関する説明資料(1024-TR-00007)」に示す。
- (6)補足説明資料「除熱機能に関する説明資料(1024-TR-00008)」に示す。
- (7)補足説明資料「閉じ込めに関する説明資料(1024-TR-00009)」に示す。
- (8)補足説明資料「材料・構造健全性(長期健全性)に関する説明資料(1024-TR-00011)」に示す。

7. 参考文献

- [1] JSME FAS FA1-2007-使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格(2007年版), (社) 日本機械学会
- [2] ASME Code Section II Part D, Properties (metric), Edition 2017
- [3] JIS G 5504: 2005 - 低温用厚肉フェライト球状黒鉛鑄鉄品
- [4]
- [5] S. GmbH, Auslegung von Kunststoffkonstruktionen, Die Querkontraktionszahl in der Konstruktionspraxis, Tab. 2, "Richtwerte der Querkontraktionszahl verschiedener Kunststoffgruppen", Separatdruck aus KunststoffXtra (Seite 27 - 30), 6301 Zug., 6/2011
- [6] F. M. White, "Heat and Mass Transfer", Addison Wesley, 12.1991
- [7] H. Domininghaus, "Die Kunststoffe und ihre Eigenschaften" Springer, 1998
- [8]
- [9] JIS G 3101: 2015 - 一般構造用圧延鋼
- [10] JSME S NC1 - 2005 発電用原子力設備規格 設計建設規格(2005年版), (社) 日本機械学会
- [11]
- [12] JIS H 4000: 2014 - アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条