

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新たな規制要求の考え方（1/2）

原子力規制庁は、平成 30 年 12 月 5 日の原子力規制委員会において「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(案)」及び関係規則類の改定案を提示し、以降、意見募集がなされたところ(平成 30 年 12 月 5 日～平成 31 年 1 月 4 日)。以下に、主な機能等に係る現状示されている新たな規制要求案と現在の規制要求を示す。(愛媛県作成)

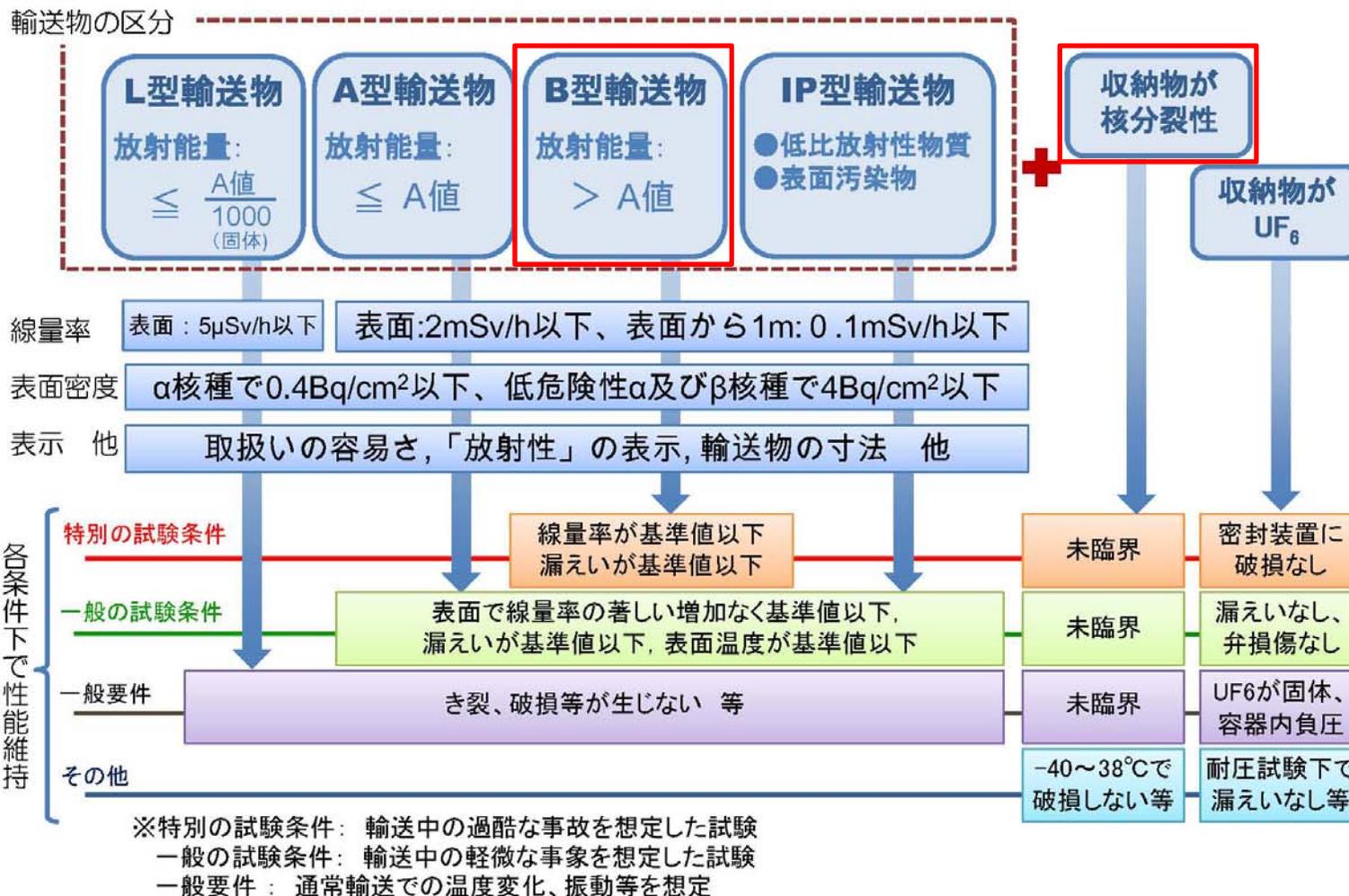
	新たな規制要求案	現在の規制要求※
臨界防止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料が臨界に達するおそれがないこと。 ・兼用キャスクの臨界防止機能をバスケットで担保している場合であって、設計上、建屋の壁の崩壊、床等に固定せずに設置する兼用キャスクの転倒・転動等（以下「転倒・転動等」という。）を想定する場合は、臨界防止機能を維持するため、これらによる衝撃力に対し、バスケットが臨界防止上有意な変形を起こさないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中性子実効増倍率の計算結果に計算誤差を考慮しても 0.95 を上回らないこと。
遮蔽機能	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽機能を有すること。 ・通常貯蔵時の兼用キャスク表面の線量当量率を 2mSv/h 以下とし、かつ、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 100μSv/h 以下とすること。 ・通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線について、ALARA の考え方の下、原子力発電所敷地内での他の施設と合算し、敷地境界において中性子を含め実効線量で 50μSv/y 以下とすること。 ・設計上、転倒・転動等を想定する場合は、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・表面の線量率を 2mSv/h 以下及び表面から 1m の点における線量率を 100μSv/h 以下とする。 ・直接線及びスカイシャインによる空気吸収線量を評価し、当該発電所内の他の施設からの寄与とあわせて、敷地境界外における空気カーマ年間 50μGy 以下とする。
除熱機能	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができること。 ・設計上、転倒・転動等を想定する場合は、兼用キャスクが落下物等に埋没する状況においても、兼用キャスクの各部の温度が、制限される範囲に収まること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計貯蔵期間貯蔵しても燃料被覆管の累積クリープ量が 1% を超えない温度以下であること。 ・キャスクの構成部材が健全性を保つ温度以下であること。 ・貯蔵建屋に関しキャスク周囲温度が妥当なものであること。
閉じ込め機能 (密封機能)	<ul style="list-style-type: none"> ・兼用キャスクが内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができること。 ・設計上、転倒・転動等を想定する場合は、兼用キャスクの閉じ込め機能を維持するため、これらによる衝撃力に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内にあり、かつ敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する金属ガスケット等のシールの性能が必要とされる漏洩率以下であること。

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新たな規制要求の考え方（2 / 2）

	新たな規制要求案	現在の規制要求※
貯蔵建屋	貯蔵建屋の設置は前提としない。	貯蔵建屋の設置を前提
耐震設計に用いる地震力	以下のいずれかの評価 <ul style="list-style-type: none"> ・ 基準地震動 Ss による地震力 ・ 原子力規制委委員会が告示で定める地震力（加速度水平 2300gal 及び鉛直 1600gal 又は速度水平 200 cm/s 及び鉛直 140 cm/s） 	基準地震動 Ss による地震力
津波の影響評価	以下のいずれかの評価 <ul style="list-style-type: none"> ・ 基準津波に基づく評価 ・ 原子力規制委委員会が告示で定める津波による作用力（浸水深 10m、流速 20m/s、漂流物質量 100t） 	基準津波に基づく評価

※ 「原子力発電所内の使用済燃料の乾式キャスク貯蔵について」（平成 4 年 8 月 27 日原子力安全委員会了承、一部改定平成 18 年 9 月 19 日）をもとに作成。

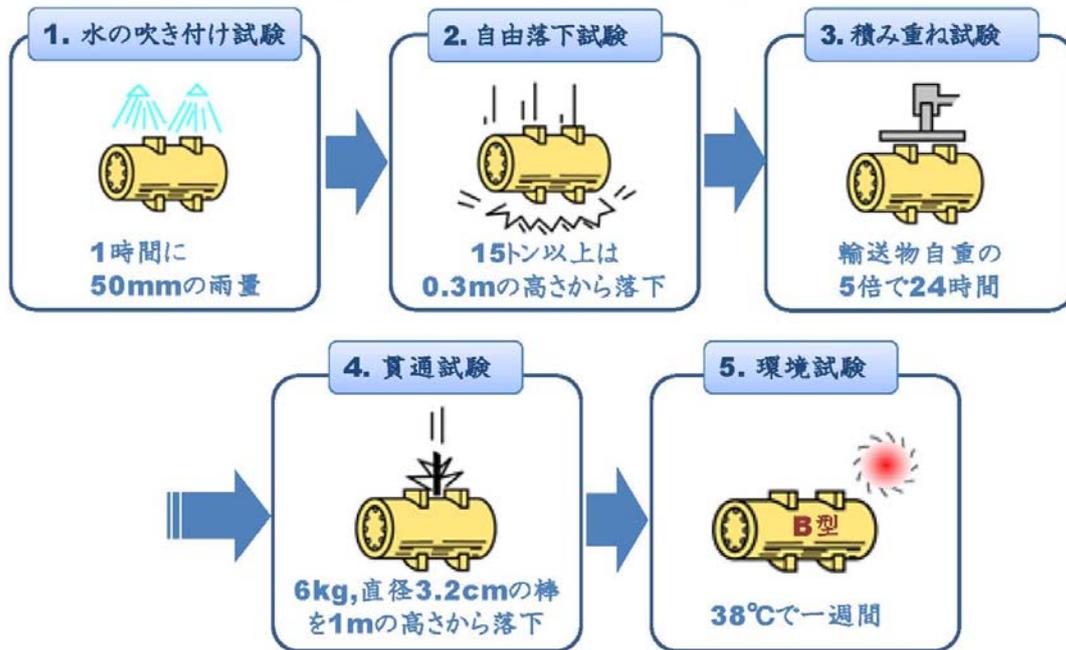
3.10 核燃料輸送物の機能要件(まとめ)



出典: 平成 30 年度放射性物質安全輸送講習会 原子力規制庁説明資料

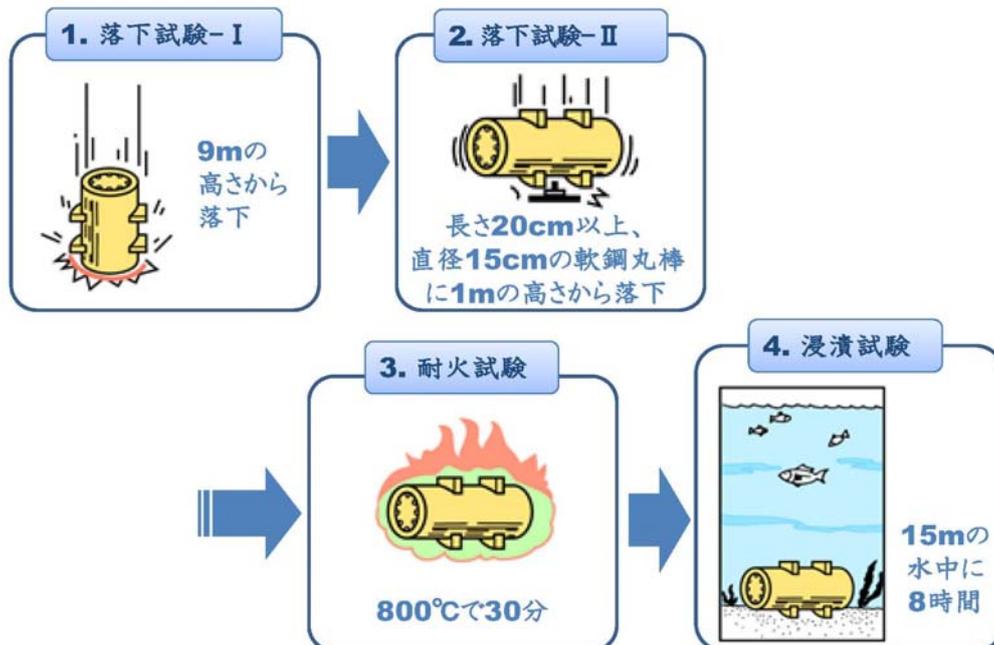
3.11 一般の試験条件

＜輸送中に軽微な事象が発生することを想定した試験＞



3.12 特別の試験条件

＜輸送中に過酷な事故に巻き込まれた場合を想定した試験＞



A値について

別表第一(第三条関係) *

種類が明らかであり、かつ、一種類である放射性物質の場合の数量の限度

第一欄		第二欄	第三欄
原子番号	放射性物質の種類	特別形核燃料物質等である場合の数量(A ₁ 値) 単位 TBq	特別形核燃料物質等以外の核燃料物質等である場合の数量(A ₂ 値) 単位 TBq
1	³ H	40	40
4	⁷ Be	20	20
4	¹⁰ Be	40	0.6
6	¹¹ C	1	0.6
		(略)	
36	⁸⁵ Kr	10	10
		(略)	

* :別表第一から抜粋

6

出典：原子力規制委員会 使用済燃料輸送・貯蔵兼用キャスク貯蔵に関する検討チーム（平成29年4月26日）資料（一部改編）

原子力発電所敷地内での乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する規則等

1. 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）

（許可の基準）

第四十三条の三の六 原子力規制委員会は、前条第一項の許可の申請があつた場合においては、その申請が次の各号のいずれにも適合していると認めるときでなければ、同項の許可をしてはならない。

四 発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること。

2. 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

（平成 30 年 12 月 5 日原子力規制委員会においての案）

（注：事務局において主な条文を抜粋している）

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和三十二年法律第百六十六号）第四十三条の三の六第一項第四号の規定に基づき、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を次のように定める。

（設計基準対象施設の地盤）

第三条 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるそ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が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）及び兼用キャスクにあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあつては、地盤により十分に支持されなくてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りではない。

2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。

3 耐震重要施設及び兼用キャスクは、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあつては、地盤に変位が生じてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りではない。

(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。

(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

(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つて人為によるもの（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。

（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事。
 - 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
 - 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする事。
 - 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事。
 - 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事。
- 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事。
 - 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事。
 - 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事。
 - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする事。
 - 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出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。

（工場等周辺における直接線等からの防護）

第二十九条 設計基準対象施設は、通常運転において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるものでなければならない。

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（案）（平成 30 年 12 月 5 日 原子力規制委員会資料）

（注：事務局において一部省略している）

1. 総則

1.1 一般

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（以下「本審査ガイド」という。）は、申請に係る輸送・貯蔵兼用乾式キャスクの設計等が、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 5 号）第 3 条から第 6 条まで、第 16 条及び第 29 条並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成 25 年原子力規制委員会規則第 6 号）第 4 条から第 7 条まで、第 26 条及び第 42 条に規定する要求事項を満たすことを審査官が判断する際に参考とするものである。審査においては、申請者の用いた手法が、本審査ガイドに沿った手法であれば、おおむね妥当なものと判断される。また、申請者が異なる手法を用いた場合は、本審査ガイドを参考に個別に判断する必要がある。

なお、本審査ガイドは、技術的知見、審査経験等に応じて、適宜見直すこととする。

1.2 適用範囲

本審査ガイドは、原子力発電所敷地内に設置される輸送・貯蔵兼用乾式キャスク及びその周辺施設に適用する。

1.3 関連法規等

（省略）

1.4 用語の定義

本審査ガイドにおいて使用する用語は、次に掲げるとおりとする。

- ・「兼用キャスク」とは、使用済燃料を原子力発電所敷地内に貯蔵する乾式キャスクのうち、使用済燃料の原子力発電所敷地外への運搬に使用する容器に兼用することができるものとして、核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則第 6 条又は第 7 条及び第 11 条に定める技術上の基準（容器に係るものに限る。）に適合するもの¹をいう。
- ・「設計貯蔵期間」とは、兼用キャスクを設計するに当たり、当該兼用キャスクに使用済燃料を貯蔵すると想定する最大の期間をいう。
- ・「通常貯蔵時」とは、原子力発電所敷地内において兼用キャスクを通常に取り扱い、又は静置している状態をいう。

¹ 基準への適合性については、工事計画認可の申請時及び使用前検査の申請時に、それぞれ設計承認及び容器承認を受けていることをもって確認する。

- ・「密封境界部」とは、閉じ込め機能を担保する一次蓋締付ボルト及び密封シール部をいう。
- ・「密封シール部」とは、一次蓋、胴又は内筒フランジの密封境界となる金属ガスケットと接触する部分をいう。
- ・「バスケット」とは、兼用キャスクに収納される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構造物をいう。
- ・「貯蔵建屋」とは、周辺施設（設置許可基準規則第5条第1項の周辺施設をいう。以下同じ。）のうち、兼用キャスク、兼用キャスク取扱設備等を収納する建物をいう。
- ・「貯蔵建屋等」とは、貯蔵建屋又は遮蔽壁をいう。
- ・「基礎」とは、周辺施設のうち、兼用キャスクや貯蔵建屋等を支持する直接基礎や杭基礎等の構造物をいう。
- ・「緩衝体」とは、構外輸送時に兼用キャスクの両端に装着し、衝突時のエネルギーを吸収して兼用キャスクの損傷を防止するものをいう。
- ・「輸送荷姿」とは、兼用キャスクの両端に緩衝体を取り付けた状態であって、車両運搬（核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則（昭和53年総理府令第57号）第1条第1号の車両運搬をいう。）時の荷姿をいう。
- ・「安全上適切と認められる規格等」とは、1.3 に掲げる民間規格等をいう。

2. 安全機能の確保

設置（変更）許可に係る審査においては、兼用キャスクの有する4つの安全機能（臨界防止機能、遮蔽機能、除熱機能及び閉じ込め機能）に係る設計の基本方針の妥当性を確認する。また、工事計画認可に係る審査においては、その詳細の妥当性を確認する。

2.1 臨界防止機能

【審査における確認事項】

- (1) 使用済燃料が臨界に達するおそれがないこと。
- (2) 兼用キャスクの臨界防止機能をバスケットで担保している場合であって、設計上、建屋の壁の崩壊、床等に固定せずに設置する兼用キャスクの転倒又は転動等（以下「転倒・転動等」という。）を想定する場合は、臨界防止機能を維持するため、これらによる衝撃力に対し、バスケットが臨界防止上有意な変形を起こさないこと。

【確認内容】

<通常貯蔵時>

以下を踏まえ臨界防止設計が妥当であること。

1) 配置・形状

兼用キャスクの配置、バスケットの形状、バスケット格子内の使用済燃料集合体の配置等において、適切な安全裕度を考慮すること。

兼用キャスクが滑動する可能性がある場合は、滑動等による兼用キャスクの配置の変

化に伴う中性子実効増倍率の増加についても適切に考慮すること。

2) 中性子吸収材の効果

中性子吸収材の効果に関して、以下について適切な安全裕度を考慮すること。

- a. 製造公差（濃度、非均質性、寸法等）
- b. 中性子吸収に伴う原子個数密度の減少

3) 減速材（水）の影響

使用済燃料を兼用キャスクに収納する際、当該使用済燃料が冠水することを、設計上適切に考慮すること。

4) 検証され適用性が確認された臨界解析コード及びデータライブラリを使用すること。

<転倒・転動等発生時>

以下を踏まえ臨界防止設計が妥当であること。

1) 兼用キャスクの評価

- a. 「2.4 閉じ込め機能」で設定する転倒モード及び貯蔵建屋等の損壊モードに対して、兼用キャスクのバスケット及び使用済燃料集合体を評価し、未臨界が維持されること。
- b. バスケットに塑性変形が生ずる場合は、塑性変形をしたバスケットの形状及び使用済燃料の状態においても未臨界が維持されること。

2.2 遮蔽機能

【審査における確認事項】

- (1) 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽機能を有すること。
- (2) 通常貯蔵時の兼用キャスク表面の線量当量率を 2mSv/h 以下とし、かつ、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 以下とすること。
- (3) 通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線について、ALARA の考え方の下、原子力発電所敷地内の他の施設と合算し、敷地境界において中性子を含め実効線量で 50 μ Sv/y 以下とすること。
- (4) 設計上、転倒・転動等を想定する場合は、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。

【確認内容】

<通常貯蔵時>

以下を踏まえ遮蔽設計が妥当であること。

1) 使用済燃料の放射線源強度評価

使用済燃料の放射線源強度は、検証され適用性が確認された燃焼計算コードを使用して求めること。また、燃料型式、燃焼度、濃縮度、冷却年数等を条件とし、核種の生成及び崩壊を計算して求めること。

2) 兼用キャスクの遮蔽機能評価

- a. 兼用キャスクからの線量当量率は、兼用キャスクの実形状を適切にモデル化し、及び 1) で求めた放射線源強度に基づき、検証され適用性が確認された遮蔽解析コード

及び断面積ライブラリ（以下「遮蔽解析コード等」と総称する。）を使用して求めること。その際、設計貯蔵期間中の兼用キャスクのガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材の熱劣化による遮蔽機能の低下を考慮すること。

- b. 兼用キャスク表面の線量当量率を 2mSv/h 以下とし、かつ、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 $100\ \mu\text{Sv/h}$ 以下とすること。

3) 敷地境界における実効線量評価

① 直接線及びスカイシャイン線の評価

兼用キャスクが敷地境界に近い場所に設置される場合等に、使用済燃料から放出される中性子の敷地境界線量への寄与が大きくなる可能性があることや、原子力発電所の敷地境界線量管理が実効線量 (Sv/y) で行われていることから、通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線（ガンマ線及び中性子）による実効線量について評価すること。

② ソースターム

- a. 貯蔵に用いる兼用キャスクの型式が想定されており、当該兼用キャスクの遮蔽機能及びソースタームが明らかな場合は、当該兼用キャスクの遮蔽機能データを直接使用してよい。
- b. 貯蔵に用いる兼用キャスクの型式が想定されていない場合は、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が $100\ \mu\text{Sv/h}$ となるよう放射線源強度を規格化し、中性子 100%又はガンマ線 100%のいずれか保守的な線量評価とすること。その際、中性子及びガンマ線の表面エネルギースペクトルは、保守的な線量評価となるスペクトルを使用すること。

③ 遮蔽解析コード等

検証され適用性が確認された遮蔽解析コード等を使用すること。なお、モンテカルロコードを用いる場合は、相互遮蔽効果、ストリーミング及びコンクリート深層透過の観点から検証され適用性が確認されたものであること。

④ 評価線量

通常貯蔵時の直接線及びスカイシャイン線について、原子力発電所敷地内の他の施設と合算し、敷地境界において中性子を含め実効線量で $50\ \mu\text{Sv/y}$ 以下であること。

なお、兼用キャスク以外の施設の線量は、既評価の空気カーマ (Gy/y) を実効線量 (Sv/y) へ換算し、又は新たに実効線量 (Sv/y) を評価するものとする。換算に当たっては、係数を 1 とすること。

<転倒・転動等発生時>

敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。

2.3 除熱機能

【審査における確認事項】

- (1) 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができること。
- (2) 設計上、転倒・転動等を想定する場合は、兼用キャスクが落下物等に埋没する状況においても、兼用キャスクの各部の温度が、制限される範囲に収まること。

【確認内容】

<通常貯蔵時>

以下を踏まえ除熱設計が妥当であること。

1) 使用済燃料の崩壊熱評価

使用済燃料の崩壊熱は、検証され適用性が確認された燃焼計算コードを使用して求めること。また、燃料型式、燃料体の実形状、燃焼度、濃縮度、冷却年数等を条件として計算した核種の生成及び崩壊から発熱量として求めること。

2) 兼用キャスク各部の温度評価

a. 兼用キャスクの各部の温度は、検証され適用性が確認された伝熱解析コードを使用して求めること。また、使用済燃料の崩壊熱、外部からの入熱及び兼用キャスク周囲の温度を条件とし、及び兼用キャスクの実形状を適切にモデル化すること。

b. 安全機能及び兼用キャスクの構造強度を維持する観点から、a. で求めた温度が兼用キャスクの構成部材が健全性を保つ範囲に収まること。

3) 燃料被覆管の温度評価

a. 燃料被覆管の温度は、検証され適用性が確認された伝熱解析コードを使用して求めること。また、1) で求めた使用済燃料の崩壊熱と 2) で求めた兼用キャスクの各部の温度を条件とし、使用済燃料集合体、バスケット等の実形状を適切にモデル化すること。

b. 燃料被覆管のクリープ破損及び機械的特性の低下を防止する観点から、a. で求めた温度は制限される範囲に収まること。

4) 貯蔵建屋の除熱評価

貯蔵建屋を設置する場合は、兼用キャスクの除熱機能を阻害しないこと。また、貯蔵建屋の給排気口は積雪等により閉塞しないこと。

<転倒・転動等発生時>

(1) 兼用キャスクの構成部材の温度の異常な上昇を防止できること。

(2) 貯蔵建屋等を設置する場合は、以下を踏まえ貯蔵建屋等の設計が妥当であること。

1) 貯蔵建屋等損壊時の評価

① 貯蔵建屋等の損壊モードの設定

損壊モードに応じて、兼用キャスクの除熱機能に及ぼす影響が最大である兼用キャスクの埋没状態や貯蔵建屋給排気口の損傷状態を設定すること。

② 兼用キャスク及び燃料被覆管の評価

転倒・転動等の発生から復旧完了までの期間において、兼用キャスクの安全機能を担保する構成部材及び燃料被覆管の温度を制限される範囲に維持できる設計であること。ここで、制限される範囲とは、兼用キャスクの安全機能を担保する構成部材にあっては兼用キャスクの各部の安全機能を維持する構造健全性及び性能を維持できる温度をいい、燃料被覆管にあっては燃料被覆管の構造健全性を維持できる温度をいう。

2.4 閉じ込め機能

【審査における確認事項】

- (1) 兼用キャスクが内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができること。
- (2) 設計上、転倒・転動等を想定する場合は、兼用キャスクの閉じ込め機能を維持するため、これらによる衝撃力に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内にあり、かつ、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。

【確認内容】

<通常貯蔵時>

- (1) 長期間にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、耐熱性、耐食性等を有し耐久性の高い金属ガスケット等のシールを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、一次蓋と二次蓋との間の圧力（以下「蓋間圧力」という。）を監視することにより閉じ込め機能を監視できること。
- (2) 兼用キャスクの内部の放射性物質が外部へ漏えいしないよう、設計貯蔵期間中、兼用キャスク内部の負圧を維持できること。
- (3) 密封境界部の漏えい率は、(2) を満たすものであること。また、使用する金属ガスケット等のシールの性能は、当該漏えい率以下であること。
- (4) 閉じ込め機能評価では、密封境界部の漏えい率が、設計貯蔵期間、内部初期圧力及び自由空間容積（兼用キャスク内部容積から収納物及びバスケットを減じた容積をいう。）、初期の蓋間圧力及び蓋間の容積、温度等を条件として、適切な評価式を用いて求められていること。

<転倒・転動等発生時>

- (1) 敷地境界における実効線量が発生事象当たり 1mSv 以下となる漏えい率であること。
- (2) 以下の a. 及び b. をいずれも満たすこと。
 - a. 密封境界部はおおむね弾性範囲内であること。
 - b. 使用済燃料が取り出せること。
- (3) (2) の評価は、以下によること。

1) 兼用キャスク転倒等時の評価

① 転倒モードの設定

兼用キャスクを縦置き又は横置きにした貯蔵状態で第 6 項地震力（設置許可基準規則第 4 条第 6 項に規定する地震力をいう。以下同じ。）を入力し、兼用キャスクの転倒、兼用キャスク同士の衝突及び兼用キャスクと周辺施設との衝突のうち、設計上想定するものを設定すること。

② 兼用キャスクの評価

以下の a. 及び b. によること。なお、評価に当たっては、「3. 自然現象等に対する兼用キャスク貯蔵施設の設計の基本方針」、「4. 自然現象等に対する兼用キャスクの設計」を参考にしていること。

- a. 兼用キャスクの衝突荷重に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内であること。

- b. 一次蓋の横ずれや口開きが発生する場合は、漏えいの評価を行い、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。
- 2) 貯蔵建屋等損壊時の評価
 - ① 貯蔵建屋等の損壊モードの設定
損壊モードに応じた衝突物又は落下物を抽出し、そのうち兼用キャスクの閉じ込め機能に及ぼす影響が最大であるものを設定すること。
 - ② 兼用キャスクの評価
 - a. ①で抽出した衝突物又は落下物による兼用キャスクへの衝突荷重に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内であること。
 - b. 一次蓋の横ずれや口開きが発生する場合は、漏えいの評価を行い、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。
- 3) 使用済燃料の再取出性の評価
 - a. 兼用キャスクに収納される使用済燃料を取り出すために、一次蓋及び二次蓋が開放できること。
 - b. 使用済燃料の燃料ペレットが燃料被覆管から脱落せず、かつ、使用済燃料集合体の過度な変形を生じないこと。

3. 自然現象等に対する兼用キャスク貯蔵施設の設計の基本方針

【審査における確認事項】

- (1) 自然現象等により発生するおそれがある兼用キャスクの安全機能の喪失及びそれに続く公衆への放射線による影響を防止する観点から、兼用キャスク貯蔵施設を構成する兼用キャスク及び周辺施設が適切に区分されていること。
- (2) 耐震設計の観点から、原則として、兼用キャスクは第6項地震力に対して安全機能を維持する必要がある施設として区分され、周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として区分されていること。
- (3) 兼用キャスク及び周辺施設は、兼用キャスクの安全機能を維持するためにこれらが担保すべき機能に応じた設計が行われていること。

【確認内容】

- (1) 兼用キャスク貯蔵施設のうち、兼用キャスクは以下の(3)に示す自然現象に対して安全機能を維持する必要がある施設として区分され、及び周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として区分されていること。
 - (2) 周辺施設として、兼用キャスクの支持部、計装設備、クレーン類（これらは「機器・配管系」に分類される。）、貯蔵建屋等及び基礎が適切に位置付けられていること。
 - (3) 兼用キャスク及び周辺施設の設計、評価の位置付け及び評価の対象となる自然現象について以下のように整理していること。なお、他の自然現象等については、関連する実用発電用原子炉施設に係るガイドを参考にし、適切な評価がなされていること。
- 1) 兼用キャスク

兼用キャスクは、その堅牢性を踏まえ、以下の①又は②のいずれかに対して安全機能が維持される設計であること。

- ① サイトに依存しない一律の値であり、兼用キャスク告示で定める地震力、津波及び竜巻設置許可基準規則の解釈別記4及び「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」を参考にしていること。
- ② サイト固有の基準地震動、基準津波及び基準竜巻設置許可基準規則の解釈第3条～第5条（別記1～3）及び第6条並びに関連するガイドを参考にしていること。

2) 周辺施設

兼用キャスクは、それ自体で安全機能を維持することを基本とすることから、周辺施設（支持部、計装設備、クレーン類、貯蔵建屋等及び基礎）は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設とすること。

4. 自然現象等に対する兼用キャスクの設計

設置（変更）許可に係る審査においては、兼用キャスクの「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す自然現象等に対する設計の基本方針の妥当性を確認する。また、工事計画認可に係る審査においては、その詳細の妥当性を確認する。

4.1 設計方針

【審査における確認事項】

兼用キャスクは、「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す自然現象等に対して、「4.3 考慮する自然現象等に対する設計方針」に示す方針により安全機能を維持していること。

【確認内容】

兼用キャスクは、その堅牢性を踏まえ、「4.2 考慮する自然現象等の設定方針」に示す各事象に対して、「4.3 考慮する自然現象等に対する設計方針」に示す方針により安全機能を維持する設計が行われていること。

4.2 考慮する自然現象等の設定方針考慮する自然現象等について、以下のとおり定めていることを確認する。

4.2.1 地震

【審査における確認事項】

第6項地震力を適用していること。

【確認内容】

- (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第4条第3項に基づき、第6項地震力を定めていること。
- (2) 第6項地震力として、以下のいずれかを適用していること。

① 兼用キャスク告示で定める地震力

加速度水平 2300gal 及び鉛直 1600gal 又は速度水平 200cm/s 及び鉛直 140cm/s による地震力

② 基準地震動による地震力

解放基盤表面から兼用キャスク設置位置までの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮して求めた地盤応答加速度に基づく地震力

4.2.2 津波

【審査における確認事項】

設置許可基準規則第5条第2項に規定する津波による作用力を適用していること。

【確認内容】

(1) 設置許可基準規則の解釈別記4第5条第1項及び第2項に基づき、兼用キャスク告示で定める津波又は基準津波を定めていること。

(2) 設置許可基準規則第5条第2項に規定する津波として、以下のいずれかを適用していること。

① 兼用キャスク告示で定める津波による作用力

兼用キャスクの設置位置への津波の遡上を前提とし、兼用キャスクに作用する津波荷重として、波力及び漂流物衝突荷重を考慮する。これらを算出するために必要な浸水深、流速及び漂流物質量は以下のとおり。

- ・浸水深 : 10m
- ・流速 : 20m/s
- ・漂流物質量 : 100t

② 基準津波による作用力

設置許可基準規則の解釈別記3に基づく基準津波を用いた津波伝播解析及び遡上解析により兼用キャスクへの入力津波を評価する。

4.2.3 竜巻

【審査における確認事項】

設置許可基準規則第6条第4項に規定する竜巻による作用力を適用していること²。

【確認内容】

(1) 設置許可基準規則第6条第4項に規定する兼用キャスク告示で定める竜巻として、設置許可基準規則の解釈別記4第6条第2項第1号に基づき、設計竜巻（原子力発電所の

² 設置許可基準規則第6条第5項の規定により第1項の規定の例による場合又は同条第7項の規定により第3項の規定の例による場合は、第1項又は第3項の解釈及び関連するガイドを参考にすること。「4.3.3 竜巻に対する設計方針」及び「4.3.4 その他の外部事象に対する設計方針」において同じ。

竜巻影響評価ガイド「1.4 用語の定義」に規定する「設計竜巻」をいう。以下同じ。)の最大風速を以下のとおり定め、設計荷重を設定していること。

・最大風速 : 100m/s

- (2) 設計荷重の設定に用いる設計飛来物は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表 4.1 に基づき、兼用キャスクに与える影響が最大となるものを選定していること。

4.2.4 その他の外部事象

【審査における確認事項】

設置許可基準規則第6条第4項及び第6項に規定する外部事象を適用していること 2。

【確認内容】

- (1) 設置許可基準規則の解釈別記4第6条第2項第2号及び同条第3項に基づき、森林火災、爆発及び人為による火災（隣接する工場等の火災をいう。以下同じ。）を選定していること。
- (2) その他の外部事象のうち、(1) で選定した事象以外の事象については、以下のとおりとする。

① 火山立地評価

新規基準（平成25年7月及び同年12月の改正原子炉等規制法の施行に伴い改正された規則等をいう。以下同じ。）への適合性審査を経ていない発電用原子炉施設において、新規基準の施行時に既に存在していた使用済燃料を使用済燃料貯蔵槽から兼用キャスクに移し替えることは、施設の維持・管理上の安全性を高めるものであり、当該移替えのための兼用キャスク設置に係る設置変更許可に当たっては、火山の立地評価は不要とする。

② ①以外の外部事象（火山灰層厚、積雪、落雷等）

兼用キャスク告示で定める地震力等に対する安全機能の維持を求めることを踏まえると、①以外の外部事象は兼用キャスクの安全機能を損なわせるものではないと考えられるため、個別の確認は不要とする。

4.3 考慮する自然現象等に対する設計方針

4.3.1 地震に対する設計方針

4.3.1.1 基本方針

【審査における確認事項】

- (1) 兼用キャスクは、「4.2.1 地震」に示す第6項地震力に対して安全機能が維持されること。
- (2) 輸送荷姿により設置する場合は第6項地震力によって安全機能が損なわれるおそれがないこととし、輸送荷姿以外の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、緩衝体の装着等により兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法により設置する場合は第6項地震力による兼用キャスク蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれるお

それがないこととする。

【確認内容】

兼用キャスクの評価は、以下によること。(別表中「兼用キャスク本体評価」欄)

(1) 兼用キャスクは、第6項地震力の作用に対する評価が行われていること。ただし、輸送荷姿により設置する場合は第6項地震力によって安全機能が損なわれるおそれがないこととし、輸送荷姿以外の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、緩衝体の装着等により兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法により設置する場合は第6項地震力による兼用キャスク蓋部の金属部への衝突に対してその安全機能が損なわれるおそれがないこととする。

(2) 兼用キャスクを基礎等に固定しない場合、兼用キャスクの設置方法に応じた境界条件が設定されていること。当該境界条件において、兼用キャスク告示第1条に定める加速度による地震力又は基準地震動による地震力に対して安全機能が維持される設計であること。

特に、蓋部の金属部への衝突が生じる設置方法であるときは、当該衝突に対して安全機能が維持される設計であること。

(3) 兼用キャスクを基礎等に固定する場合、兼用キャスク告示第1条に定める加速度による地震力又は基準地震動による地震力に対して安全機能が維持される設計であること。

(4) 兼用キャスクは、周辺施設からの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計すること。この波及的影響の評価に当たっては、敷地全体を俯瞰した調査・検討の内容等を含めて、事象選定及び影響評価の結果の妥当性を示すとともに、第6項地震力を適用すること。また、上記の「兼用キャスクが、周辺施設からの波及的影響によって、その安全機能を損なわない」を満たすために、少なくとも次に示す事項について、兼用キャスクの安全機能への影響がないことを確認すること。

1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

2) 兼用キャスク間の相互影響

3) 兼用キャスクと周辺施設との相互影響(周辺施設の損傷、転倒、落下等による兼用キャスクへの影響を含む。)

(5) 兼用キャスクの設置位置周辺の斜面が兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼす可能性については、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」を参考に必要な離隔の有無等によって判断するとともに、必要な離隔が確保されない場合は、当該斜面の安定性を評価していること。斜面の安定性評価に当たっては、「6. 地盤及び周辺斜面の安定性評価」を参考にしていること。

4.3.1.2 荷重及び荷重の組合せ

【審査における確認事項】

兼用キャスクに作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていること。

【確認内容】

- (1) 荷重及び荷重の組合せの考え方が、以下を踏まえ妥当であること。
 - 1) 地震力以外の荷重
兼用キャスクに作用する地震力以外の荷重は、安全上適切と認められる規格等に基づいて、貯蔵時に想定される荷重を考慮していること。
 - 2) 荷重の組合せ
兼用キャスクについて、耐震性評価を行う際、JEAG4601等の安全上適切と認められる規格等を参考に、兼用キャスクの設置方法に応じて、兼用キャスクに作用する地震力と地震力以外の荷重を組み合わせていること。
- (2) 設計上、転倒等を想定する場合は、これらによる荷重と同時に想定されるその他の荷重とを組み合わせた評価を行っていること。

4.3.1.3 許容限界

【審査における確認事項】

兼用キャスクの設置方法に応じて、安全上適切と認められる規格等に基づき許容限界を設定していること。

【確認内容】

許容限界の設定が、以下を踏まえ妥当であること。

- 1) 兼用キャスクの許容限界は、安全上適切と認められる規格等に基づき設定すること。
加えて、兼用キャスクの閉じ込め機能及び臨界防止機能に関しては以下のとおりとすること。
 - a. 密封境界部がおおむね弾性範囲内となる許容限界としていること。
 - b. 兼用キャスクの臨界防止機能をバスケットで担保している場合、バスケットが臨界防止上有意な変形を起こさない許容限界としていること。

4.3.1.4 静的解析及び地震応答解析

【審査における確認事項】

- (1) 兼用キャスクの設置方法に応じて、第6項地震力により兼用キャスクの安全機能の評価する場合は、静的解析又は地震応答解析を行っていること。
- (2) 兼用キャスクの静的解析及び地震応答解析においては、設置方法に応じて、適切な解析モデル及び解析手法を設定していること。
- (3) 静的解析モデルへの入力地震力は兼用キャスク告示で定める地震力を用いていること。
また、兼用キャスクの地震応答解析モデルへの入力地震動は兼用キャスクの設置位置の地震応答に基づき算定していること。

【確認内容】

- (1) 静的解析及び地震応答解析に用いる解析モデル及び解析手法は、JEAG4601の規定を

参考に設定していること。

- (2) 兼用キャスクの転倒等に伴う衝突解析を行う場合は、兼用キャスク告示で定める地震力又は兼用キャスクの設置位置の地震応答に基づき、エネルギー保存則等を用いることにより、衝突時の速度を適切に算定していること。
- (3) 静的解析において、兼用キャスク告示で定める地震力を用いる場合の水平地震力及び鉛直地震力については、同時に不利な方向の組合せで作用させること。
- (4) スペクトルモーダル解析又は時刻歴応答解析を用いる場合は、入力地震力として、基準地震動に基づいて兼用キャスクの設置位置の設計用床応答スペクトル又は加速度時刻歴応答波を算定していること。
- (5) 基準地震動による水平2方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せは、各方向の入力地震動の位相特性並びに兼用キャスクの構造及び応答特性に留意し、保守的な評価となる組合せ方法を適用すること。なお、各方向の入力地震動の位相特性及び兼用キャスクの応答特性により、必要に応じ、応答の同時性を考慮していること。

4.3.1.5 耐震性評価

【審査における確認事項】

- (1) 第6項地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られる応力等が「4.3.1.3 許容限界」で設定する許容限界を超えていないこと。
- (2) 密封境界部以外の部位は、(1)の荷重により塑性ひずみが生ずる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に対して十分な余裕を有すること。

【確認内容】

- (1) 兼用キャスクの耐震性を評価する上で必要な箇所を評価対象部位として選定し、安全上適切と認められる規格等の規定を参考に、当該評価対象部位の応力評価及び疲労評価を行っていること。
- (2) 兼用キャスクの耐震性評価において、地震力とそれ以外の荷重を組み合わせ、その結果得られる応力等が「4.3.1.3 許容限界」で設定する許容限界を超えていないこと。
- (3) 密封境界部以外の部位は、(2)の荷重により塑性ひずみが生ずる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に対して十分な余裕を有すること。
- (4) 設計上、転倒・転動等を想定する場合は、その影響を考慮していること。また、一次蓋の横ずれや口開きが発生する場合は、漏えいの評価を行い、敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。
- (5) 兼用キャスクの臨界防止機能をバスケットで担保しており、兼用キャスクの転倒又は衝突、貯蔵建屋の天井の落下等によりバスケットに塑性変形が生ずる場合は、バスケットの形状及び使用済燃料の状態を考慮しても未臨界が維持されること。

4.3.2 津波に対する設計方針

4.3.2.1 基本方針

【審査における確認事項】

兼用キャスクは、「4.2.2 津波」に示す津波による作用力に対して安全機能が維持されること。

【確認内容】

- (1) 兼用キャスク告示で定める津波を適用する場合は、津波が兼用キャスクの設置位置へ遡上することを前提とした評価が行われていること。
- (2) 基準津波を適用する場合は、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考に行っていること。

4.3.2.2 設計・評価の方針

【審査における確認事項】

兼用キャスクに対する津波の影響については、兼用キャスクの設置方法に応じて適切な評価を実施し、津波による作用力に対して兼用キャスクの安全機能が維持される設計であること。

【確認内容】

以下を踏まえたものであること。また、工事計画認可においては、津波荷重の設定、施設の寸法、構造及び強度が要求事項に適合するものであること。

- (1) 兼用キャスク告示で定める津波を適用する場合
 - 1) 兼用キャスクの評価において保守的な荷重の設定及び組合せを設定すること
 - 2) 考慮する荷重としては、浸水深に基づく津波波力並びに流速及び漂流物質量に基づく衝突荷重を基本とし、それぞれの荷重については、兼用キャスクの評価上最も厳しくなる位置へ作用させること。
 - 3) 津波波力及び漂流物荷重は、以下の指針等を参考に設定することができる。
 - ①津波波力（津波波圧）
 - ・東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針
 - ②漂流物衝突荷重
 - ・道路橋示方書・同解説（I 共通編・IV 下部構造編）
 - 4) 津波荷重に対する兼用キャスクの評価は、既往の研究事例や機能確認試験等の結果との対比、FEM 解析に基づく応力評価等により行うこと。
- (2) 基準津波を適用する場合
 - 1) 基準津波による遡上解析結果等に基づく評価に当たっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考にすること。
 - 2) 遡上解析の結果、兼用キャスクの設置地盤の高さや津波防護施設等により、兼用キャスクの設置位置への津波の遡上がない場合、津波による作用力に対する評価は不要と

する。

4.3.3 竜巻に対する設計方針

【審査における確認事項】

兼用キャスクは、「4.2.3 竜巻」に示す竜巻による作用力に対して安全機能が維持されること。

【確認内容】

- (1) 竜巻による飛来物の衝突荷重及び衝突による評価は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」を参考にしていること。
- (2) 設計竜巻に対する飛来物及び最大速度は、原子力発電所の竜巻影響評価ガイド解説表 4.1 に記載の値を参考に設定し、飛来物の衝突荷重を算定（例えば、建築物の耐衝撃設計の考え方（(一社)日本建築学会 2015.1）を参考に飛来物の圧潰挙動を無視して Riera の式等で算定）していること。
- (3) 竜巻荷重に対する兼用キャスクの評価は、既往の研究事例や機能確認試験等の結果との対比、FEM 解析に基づく応力評価等により行われていること。

4.3.4 その他の外部事象に対する設計方針

【審査における確認事項】

兼用キャスクは、「4.2.4 その他の外部事象」に示す森林火災、爆発及び人為による火災に対して安全機能が維持されること。

【確認内容】

森林火災、爆発及び人為による火災に対する具体的な評価は、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、離隔等の適切な対応が図られていること。

4.4 転倒・転動等発生時の対応

【審査における確認事項】

設計上、転倒・転動等を想定する場合は、これらが発生した後の兼用キャスクの健全性確認その他の措置に係る対応体制を適切に整備すること。

【確認内容】

- (1) 兼用キャスクの転倒、貯蔵建屋等の損壊による落下物等の衝突、津波漂流物や竜巻飛来物の衝突が発生した場合、兼用キャスクの外観、蓋部シール性能、線量当量率等を確認することとしていること。
- (2) 兼用キャスクの転倒、貯蔵建屋等の損壊による落下物等の衝突、津波漂流物や竜巻飛来物の衝突が発生した場合、適切な手段により、適切な期間内において、安全機能の復旧を行うこと。ここで、適切な手段には、放水による冷却、土嚢による遮蔽等を含む。

また、必要に応じ、原子力発電所敷地内の使用済燃料貯蔵槽等へ兼用キャスクを搬入し、必要な処置を行うこと。なお、異常がないことが確認できた兼用キャスクについては、継続して使用することができる。

- (3) 敷地境界における実効線量は発生事象当たり 1mSv 以下であること。

4.5 監視機能

【審査における確認事項】

蓋間圧力及び兼用キャスク表面温度について、適切な頻度での監視をすること。

【確認内容】

- (1) 蓋間圧力を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、閉じ込め機能が低下しても、FP ガス等の放出に至る前に、密封シール部の異常を検知できる頻度をいう。頻度の設定に当たっては、設計貯蔵期間中の兼用キャスク発熱量の低下、周囲環境の温度変化及び蓋間圧力の変化を考慮する。
- (2) 兼用キャスク表面温度を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、除熱機能が低下しても、兼用キャスクや燃料被覆管が健全であるうちに異常を検知できる頻度をいう。

4.6 材料・構造健全性

【審査における確認事項】

設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での兼用キャスクの経年変化に対して十分な信頼性を有する材料及び構造であること。また、貯蔵建屋を設置しない場合は、雨水等により兼用キャスクの安全機能が喪失しないよう対策が講じられていること。輸送荷姿等の緩衝体を装着した状態で貯蔵を行う場合は、緩衝体の経年変化についても考慮していること。

【確認内容】

- (1) 安全機能を維持する上で重要な兼用キャスクの構成部材は、兼用キャスクの最低使用温度における低温脆性を考慮したものであること。また、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化の影響を、設計入力値（例えば、寸法、形状、強度及び材料物性値）又は設計基準値の算定に際し考慮していること。さらに、必要に応じて防食措置等が講じられていること。
- (2) 兼用キャスク内部の不活性環境を維持し、温度を制限される範囲に収めることにより、兼用キャスクに収納される使用済燃料の経年変化を低減又は防止する設計であること。

4.7 設計貯蔵期間

【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の前提条件となるため、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。

5. 周辺施設の評価

5.1 周辺施設の位置付け及び評価の基本方針

【審査における確認事項】

- (1) 兼用キャスクはそれ自体で安全機能を維持することを基本とすることから、周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設とすること。
- (2) 周辺施設について、耐震性を有する設計とするときは、第6項地震力に対して機能が維持されること。

【確認内容】

- (1) 周辺施設である機器・配管系、貯蔵建屋等及び基礎は、特段の機能を要求することがなければ一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として分類され、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有していること。また、具体的な評価内容は「5.2 地震の影響評価」を参考にしていること。
- (2) 支持部、架台及びそれらの基礎の支持性能を期待する場合等は、第6項地震力に対して機能が維持される設計がなされていること。

5.2 地震の影響評価

5.2.1 機器・配管系

【審査における確認事項】

- (1) 機器・配管系は、一般産業施設や公衆施設と同等の静的地震力に対して、必要な機能が維持されること。
- (2) 機器・配管系に作用する地震力と地震力以外の荷重を適切に組み合わせていること。
- (3) 機器・配管系の耐震設計において、安全上適切と認められる規格等に基づき許容限界を設定していること。
- (4) 機器・配管系の静的解析において、設置方法に応じて適切な解析モデル及び解析手法を用いていること。
- (5) 機器・配管系の耐震性評価については、地震層せん断力係数に基づく水平震度から求めた静的地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られる応力等が上記(3)に示す許容限界を超えていないこと。

【確認内容】

- (1) 機器・配管系については、JEAG4601 に規定される静的地震力に対する評価手法を参

考にし、別記2第4条第4項第2号②の規定（Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。）による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。

(2) 荷重及び荷重の組合せの考え方が、以下を踏まえ妥当であること。

1) 地震力以外の荷重

機器・配管系に作用する地震力以外の荷重は、安全上適切と認められる規格等に基づいて、貯蔵時に想定される荷重を考慮していること。

2) 荷重の組合せ

機器・配管系について、一般産業施設や公衆施設と同等の静的地震力に対する耐震性評価を行う際、JEAG4601等の安全上適切と認められる規格等を参考に、兼用キャスクの設置方法を踏まえ、機器・配管系に作用する地震力と地震力以外の荷重を組み合わせていること。

(3) 機器・配管系の静的地震力に対する許容限界については、JEAG4601又は既往の研究等を参考に設定していること。

(4) 機器・配管系の静的解析に用いる解析モデル及び解析手法は、JEAG4601の規定を参考に設定していること。また、機器・配管系の静的解析モデルへの入力地震力は、これらの施設の設置位置における、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号②の規定（Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。）による静的地震力を用いていること。

(5) 機器・配管系の耐震性評価においては、上記(4)による静的地震力とそれ以外の荷重を組み合わせ、これらの施設に生ずる応力等を算定していること。また、当該応力等が上記(3)に示す許容限界を超えていないこと。

5.2.2 貯蔵建屋等

【審査における確認事項】

貯蔵建屋等を設置する場合は、貯蔵建屋等は、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。

【確認内容】

貯蔵建屋等は、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号①の規定（Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。）による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。あわせて、一般産業施設や公衆施設と同様に、建築基準法に適合するもの又はこれと同等の耐震設計がなされていること。

5.2.3 基礎

【審査における確認事項】

基礎は、一般産業施設や公衆施設と同等の耐震性を有すること。

【確認内容】

- (1) 基礎は、設置許可基準規則別記2第4条第4項第2号①の規定（Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。）による静的地震力に対し、おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるとともに安定性を確保していること。
- (2) 基礎の設計における荷重や許容限界、解析手法等の設定においては、基礎の構造形式や設置状況を踏まえ、必要に応じて、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を参考に行っていること。
- (3) 基礎の安定性については、基礎が設置される地盤の変形に伴う傾斜等に対して、兼用キャスクの安全機能が維持されるために必要な状態を確保していること。確認に当たっては、「6. 地盤及び周辺斜面の安定性評価」を参考に行っていること。

6. 地盤及び周辺斜面の安定性評価

6.1 安定性評価の基本方針

【審査における確認事項】

地盤及び周辺斜面は、地震力に対してそれぞれ必要な状態を維持していること。

【確認内容】

- (1) 兼用キャスクを設置する地盤については、以下のとおりとしていること。（別表参照）
 - 1) 地盤の十分な支持を想定しない方法により設置する場合
 - ① 衝突に対して安全機能を損なわないことの確認を要しない場合（別表 *1）

兼用キャスクを輸送荷姿その他の兼用キャスクを基礎等に固定せず、かつ、緩衝体の装着等により兼用キャスク蓋部が金属部へ衝突しない方法により設置する場合は、当該衝突に対してその安全機能が損なわれないものとし、その確認を要しない（地盤の安定性評価は不要）。
 - ② 安全機能を損なわないことの確認を要する場合（別表 *2）

次のいずれかにより確認すること。

 - a. 転倒又は転動等による衝突評価を行う（地盤の安定性評価は不要）。また、評価に当たっては「4.3.1 地震に対する設計方針」を参考にすること。
 - b. 地盤の沈下や基礎の傾斜等の評価を行う（地盤の安定性評価が必要）。
 - 2) 地盤の十分な支持を想定する方法により設置する場合（別表 *3）

地盤の評価は「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」及び「6.2 安定性評価」を参考にすること。また、設置許可基準規則第3条第2項の変形及び第3項の変位に対して兼用キャスクの安全機能が維持されることを確認するために必要な評価を行うこと。
- (2) 兼用キャスクの周辺斜面については、以下のとおりとしていること。
 - ① 兼用キャスクの設置位置を斜面から離隔すること。
 - ② 斜面から離隔しない場合は、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」及び「6.2 安定性評価」を参考に、基準地震動による地震力に対する安定性評価を行い、

安定性評価の結果当該斜面の崩壊やすべりが兼用キャスクの安全機能に影響を及ぼすおそれがある場合は、排土工等の対策を講ずること。

- (3) 周辺施設が設置されている地盤は、設置許可基準規則解釈別記2第4条第4項第2号①の規定（Cクラスに属する施設に適用されるものに限る。）による地震力に対して十分な支持力を有すること。

6.2 安定性評価

【審査における確認事項】

「6.1 安定性評価の基本方針」を踏まえ、安定性評価を行う場合は、地震力と地震力以外の荷重を組み合わせ、その結果得られるすべり等が、許容限界を満足すること。

【確認内容】

- (1) 基準地震動による地震力を用いた地震応答解析による応答値に対し、以下の照査が行われていること。
- ① 地盤の安定性については、基準地震動による地震力に対する地盤のすべり並びに基礎の支持力及び傾斜に関して、許容限界を満足すること。
 - ② 周辺斜面の安定性については、基準地震動による地震力に対するすべりに関して、許容限界を満足すること。
- (2) 地盤の沈下や基礎の傾斜等の地盤の変状に対する兼用キャスクの安全機能の維持に係る評価に当たっては、地盤の変状の評価が可能な解析手法を適用し、この応答値が兼用キャスクの安全機能の維持のために必要な沈下や傾斜等の許容限界に対して十分な余裕を有していること。ここで、兼用キャスクの仕様や固定方法等から許容限界が設定される場合は、設置（変更）許可における値を目安値として検討し、仕様が明らかになる工事計画認可に係る審査において詳細を確認すること。
- (3) キャスク周辺地盤の不等沈下や地表面の不陸等による変状や地殻変動による地盤の変形の評価に当たっては、「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」を参考にしていること。また、キャスク設置地盤における断層等による変位については、安全上適切と認められる規格等に基づき、適切な手法及び条件等を用いた検討により変位量等の評価が行われ、この変位に対して兼用キャスクの安全機能が維持されること。

7. 参考資料

(省略)

輸送キャスクに関する規則等（設計承認での確認事項）

1. 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号）

（運搬に関する確認等）

第五十九条 原子力事業者等（原子力事業者等から運搬を委託された者を含む。以下この条において同じ。）は、核燃料物質又は核燃料物質によつて汚染された物を工場等の外において運搬する場合（船舶又は航空機により運搬する場合を除く。）においては、運搬する物に関しては原子力規制委員会規則、その他の事項に関しては原子力規制委員会規則（鉄道、軌道、索道、無軌条電車、自動車及び軽車両による運搬については、国土交通省令）で定める技術上の基準に従つて保安のために必要な措置（当該核燃料物質に政令で定める特定核燃料物質を含むときは、保安及び特定核燃料物質の防護のために必要な措置）を講じなければならない。

2. 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則

（昭和 53 年総理府令第 57 号）

（車両運搬により運搬する物に係る技術上の基準）

第二条 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「法」という。）第五十九条第一項の原子力規制委員会規則で定める技術上の基準（車両運搬により運搬する物に係るものに限る。）は、次条から第十五条までに定めるものとする。

（核燃料輸送物としての核燃料物質等の運搬）

第三条 核燃料物質等は、次に掲げる核燃料物質等の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める種類の核燃料輸送物として運搬しなければならない。

三 前号の原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等（第一号に掲げるものを除く。） BM型輸送物又はBU型輸送物

3 前二項に掲げるL型輸送物、A型輸送物、BM型輸送物、BU型輸送物、IP-1型輸送物、IP-2型輸送物及びIP-3型輸送物は、それぞれ次条から第十条までに規定する技術上の基準に適合するものでなければならない。

（BM型輸送物に係る技術上の基準）

第六条 BM型輸送物に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。

一 前条第一号から第八号までに定める基準 （※1）。ただし、同条第六号イに定める要件は、適用しない。

- 二 原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。
- イ 前条第九号ロの要件 **(※2)**
- ロ 放射性物質の一時間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと。
- ハ 表面の温度が日陰において摂氏五十度(専用積載として運搬する核燃料輸送物にあつては、輸送中人が容易に近づくことができる表面(その表面に近接防止枠を設ける核燃料輸送物にあつては、当該近接防止枠の表面)において摂氏八十五度)を超えないこと。
- ニ 表面の放射性物質の密度が表面密度限度を超えないこと。
- 三 原子力規制委員会の定めるBM型輸送物に係る特別の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。
- イ 表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率が十ミリシーベルト毎時を超えないこと。
- ロ 放射性物質の一週間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと。
- 四 運搬中に予想される最も低い温度から摂氏三十八度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。
- 五 原子力規制委員会の定める量を超える量の放射能を有する核燃料物質等が収納されている核燃料輸送物にあつては、原子力規制委員会の定める試験条件の下に置くこととした場合に、密封装置の破損のないこと。ただし、安全上支障がないと原子力規制委員会が認める場合は、この限りでない。

※1 前条第一号から第八号までに定める基準

(A型輸送物に係る技術上の基準)

第五条 A型輸送物に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。

- 一 前条第一号から第五号まで、第八号及び第十号に定める基準 **(※3)**
- 二 外接する直方体の各辺が十センチメートル以上であること。
- 三 みだりに開封されないように、かつ、開封された場合に開封されたことが明らかになるように、容易に破れないシールの貼付け等の措置が講じられていること。
- 四 構成部品は、摂氏零下四十度から摂氏七十度までの温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される温度の範囲が特定できる場合は、この限りでない。
- 五 周囲の圧力を六十キロパスカルとした場合に、放射性物質の漏えいがないこと。
- 六 液体状の核燃料物質等が収納されている場合には、次に掲げる要件に適合すること。
- イ 容器に収納することができる核燃料物質等の量の二倍以上の量の核燃料物質等を吸収することができる吸収材又は二重の密封部分から成る密封装置(容器の

構成部品のうち、放射性物質の漏えいを防止するための密封措置が施されているものをいう。以下同じ。)を備えること。ただし、法第五十九条第三項の規定により承認を受けた容器(BM型輸送物又はBU型輸送物に係るものに限る。)を使用する場合は、この限りでない。

ロ 核燃料物質等の温度による変化並びに運搬時及び注入時の挙動に対処し得る適切な空間を有していること。

七 表面における最大線量当量率が二ミリシーベルト毎時を超えないこと。ただし、専用積載として運搬する核燃料輸送物であつて、核燃料物質等車両運搬規則(昭和五十三年運輸省令第七十二号)第四条第二項並びに第十九条第三項第一号及び第二号に規定する運搬の技術上の基準に従うもののうち、安全上支障がない旨の原子力規制委員会の承認を受けたものは、表面における最大線量当量率が十ミリシーベルト毎時を超えないこと。

八 表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率(コンテナ又はタンクを容器として使用する核燃料輸送物であつて、専用積載としないで運搬するものについては、表面から一メートル離れた位置における最大線量当量率に原子力規制委員会の定める係数を乗じた線量当量率)が百マイクロシーベルト毎時を超えないこと。ただし、核燃料輸送物を専用積載として運搬する場合であつて、安全上支障がない旨の原子力規制委員会の承認を受けたときは、この限りでない。

※2 前条第九号ロの要件

九 原子力規制委員会の定めるA型輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。

ロ 表面における最大線量当量率が著しく増加せず、かつ、二ミリシーベルト毎時(第七号ただし書に該当する場合は、十ミリシーベルト毎時)を超えないこと。

※3 前条第一号から第五号まで、第八号及び第十号に定める基準

(L型輸送物に係る技術上の基準)

第四条 L型輸送物に係る技術上の基準は、次の各号に掲げるものとする。

一 容易に、かつ、安全に取扱うことができること。

二 運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。

三 表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること。

四 材料相互の間及び材料と収納される核燃料物質等との間で危険な物理的作用又は化学反応の生じるおそれがないこと。

五 弁が誤つて操作されないような措置が講じられていること。

八 表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度(以下「表面密度限度」という。)を超えないこと。

十 核燃料物質等の使用等に必要な書類その他の物品(核燃料輸送物の安全性を損な

うおそれのないものに限る。) 以外のものが収納されていないこと。

(核分裂性物質に係る核燃料輸送物の技術上の基準)

第十一条 核分裂性物質を第三条の規定により核燃料輸送物として運搬する場合には、当該核分裂性物質に係る核燃料輸送物（原子力規制委員会の定めるものを除く。以下「核分裂性輸送物」という。）は、輸送中において臨界に達しないものであるほか、第五条第三号に定める基準に適合するもの（I P—1型輸送物又はI P—2型輸送物として運搬する場合に限る。）及び次の各号に掲げる技術上の基準に適合するもの（原子力規制委員会の定める要件に適合する核分裂性輸送物として運搬する場合を除く。）でなければならない。

一 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置くこととした場合に、次に掲げる要件に適合すること。

イ 容器の構造部に一辺十センチメートルの立方体を包含するようなくぼみが生じないこと。

ロ 外接する直方体の各辺が十センチメートル以上であること。

二 次のいずれの場合にも臨界に達しないこと。

イ 原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合

ロ 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合

ハ 原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを原子力規制委員会の定める孤立系の条件の下に置くこととした場合

ニ 当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る一般の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率（原子核分裂の連鎖反応において、核分裂により放出された一個の中性子ごとに、次の核分裂によつて放出される中性子の数をいう。以下同じ。）になるような状態で、当該核分裂性輸送物の輸送制限個数（一箇所（集合積載した当該核分裂性輸送物が、他のどの核分裂性輸送物とも六メートル以上離れている状態をいう。）に集合積載する核分裂性輸送物の個数の限度として定められる数をいう。以下同じ。）の五倍に相当する個数積載することとした場合

ホ 当該核分裂性輸送物と同一のものであつて原子力規制委員会の定める核分裂性輸送物に係る特別の試験条件の下に置いたものを、原子力規制委員会の定める配列系の条件の下で、かつ、当該核分裂性輸送物相互の間が最大の中性子増倍率になるような状態で、輸送制限個数の二倍に相当する個数積載することとした場合

三 摂氏零下四十度から摂氏三十八度までの周囲の温度の範囲において、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。ただし、運搬中に予想される最も低い温度が特定できる場合は、この限りでない。