

# 使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に係る 申請の概要について

平成30年6月15日  
四国電力株式会社

## はじめに

1. 乾式貯蔵施設の概要
2. 乾式貯蔵施設の運用
3. 乾式貯蔵施設の安全性
4. 設置許可基準規則への適合状況
5. スケジュール

参考 1. 設置許可基準規則の見直し内容

参考 2. 輸送容器の安全性

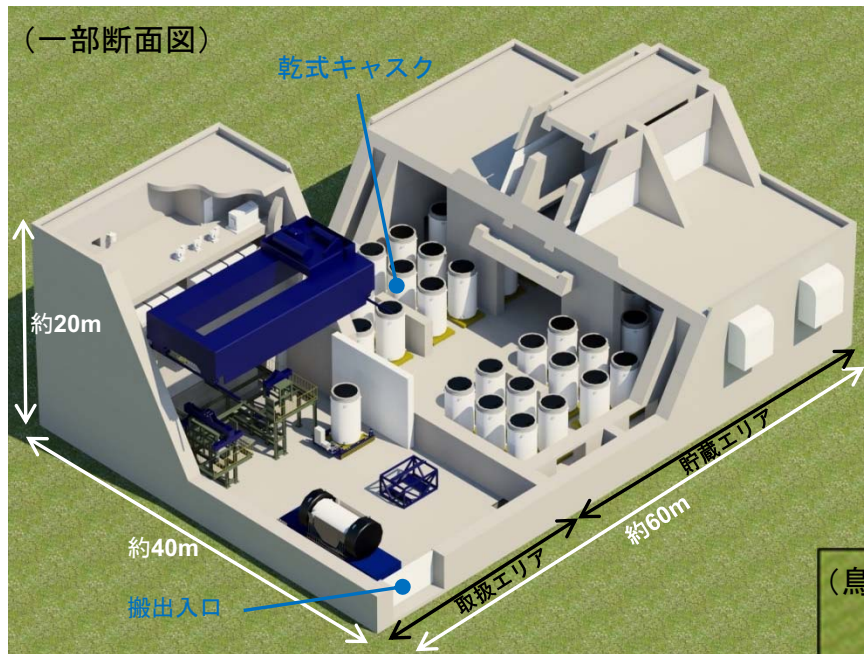
## はじめに

---

- 伊方発電所の使用済燃料については、青森県六ヶ所村の再処理工場への計画的な搬出に取り組むとともに、高燃焼度燃料の導入による使用済燃料の発生量低減等にも積極的に取り組んできました。
- 伊方発電所の安定運転継続のためには使用済燃料ピットに適切な貯蔵余裕を確保することから、一昨年12月26日に、伊方発電所の敷地内への、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置について検討を行う旨公表いたしました。
- その後、施設の基本計画がまとまったことから、「原子炉設置変更許可書」を本年5月25日、原子力規制委員会へ提出するとともに、愛媛県および伊方町に対して、「伊方原子力発電所周辺の安全確保及び環境保全に関する確認書」に基づく事前協議の申入れを行ったところです。
- 本資料にて、使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に関する申請内容について報告致します。

# 1. 乾式貯蔵施設の概要 (1/2)

- 乾式貯蔵施設は、使用済燃料を再処理工場へ搬出するまでの間、一時的に貯蔵する施設であり、3号機の南方200m以上離れた海拔25mエリアに設置する。
- 乾式貯蔵建屋は、取扱エリアと貯蔵エリアからなり、乾式キャスクを45基配置可能な構造とする。



項目	概要
貯蔵容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃料集合体で約1,200体 (乾式キャスク45基、500トン・ウラン規模)</li> </ul>
乾式貯蔵建屋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (東西) 約40m ×</li> <li>・ (南北) 約60m ×</li> <li>・ (地上) 約20m</li> <li>・ 鉄筋コンクリート造</li> </ul>

乾式貯蔵施設

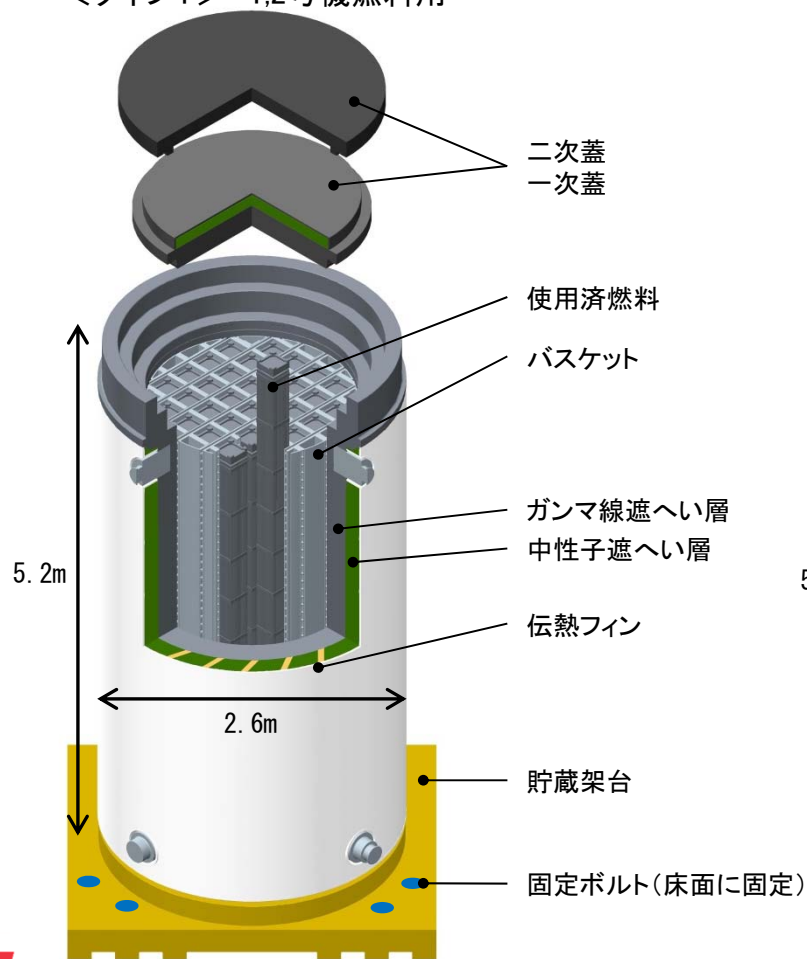


# 1. 乾式貯蔵施設の概要 (2/2)

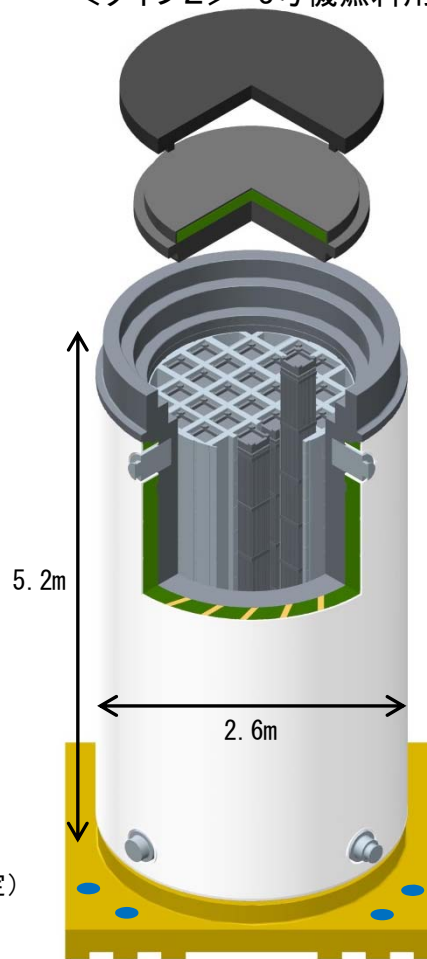
- 乾式キャスクは、1,2号機燃料用と3号機燃料用の2タイプを設置する。
- 乾式キャスクには、十分に冷却が進んだ使用済燃料を収納する。

【乾式キャスクの構造図】

<タイプ1> 1,2号機燃料用



<タイプ2> 3号機燃料用



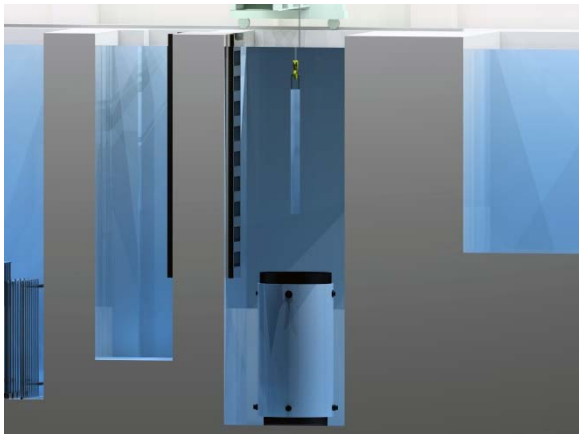
- 乾式キャスクの形状**
- ✓ 寸法 : (直径)2.6m  
(高さ)5.2m
  - ✓ 重さ : 約120トン  
(使用済燃料含む)
- 収納する使用済燃料の仕様**
- ✓ 収納体数 : 32体/基(1,2号機用)  
24体/基(3号機用)
  - ✓ ウラン濃縮度 : 4.1wt%以下
  - ✓ 最高燃焼度※ : 48GWd/t以下
  - ✓ 冷却期間 : 15年以上

※ 燃焼度: 1トン(t)のウランがどれだけの熱量を出したかを示す指標で、1GW(1,000MW)の熱量を1日(d)出し続けた場合の熱の大きさを単位とし、GWd/tで表す。

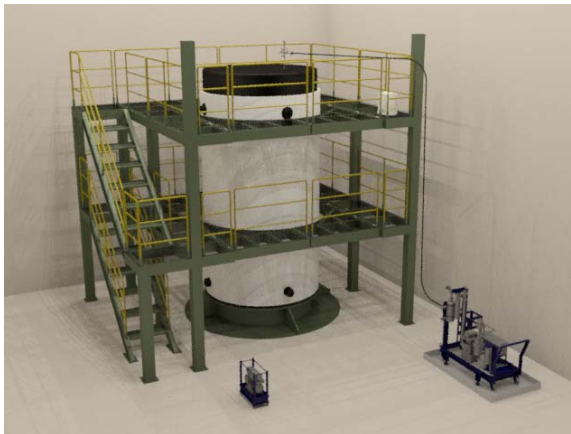
## 2. 乾式貯蔵施設の運用 (1/2)

○ 使用済燃料は、使用済燃料ピット内で乾式キャスクに収納され、専用車両にて乾式貯蔵建屋に搬送し、貯蔵エリアにて保管する。

①乾式キャスクへ燃料を収納



②真空乾燥、He充填



③横倒し、専用車両へ積み付け



④専用車両で取扱エリアへ搬入



⑤専用車両から荷下し



⑥縦起し



## 2. 乾式貯蔵施設の運用 (2/2)

⑦検査架台へ移動  
(監視設備取付等)



⑧搬送台車で貯蔵エリアへ移動



⑨貯蔵



⑩横倒し、専用車両へ積み付け



⑪専用車両で岸壁へ移動

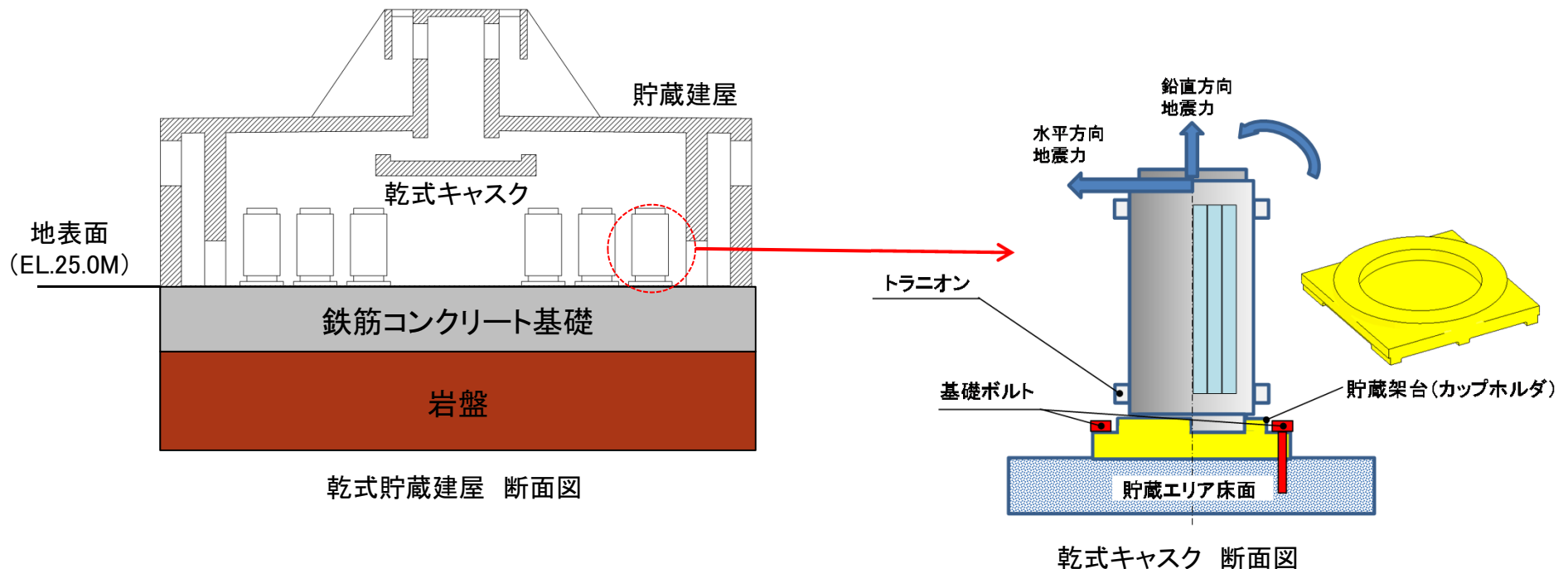


⑫再処理工場へ搬出



### 3. 乾式貯蔵施設の安全性 (1/3)

- 乾式貯蔵施設は、基準地震動 $S_s$ (650ガルを含む11波)が作用した場合においても十分な支持力を有する地盤に設置する。
- 乾式貯蔵建屋は、基準地震動に対し、その機能を喪失しないよう設計する。
- 乾式キャスクは、Sクラスの耐震性を有する設計※とし、貯蔵時は、乾式キャスクを支持する貯蔵架台を貯蔵エリア床面にボルトで固定し、地震による転倒を防止する。
- 乾式貯蔵建屋は、敷地境界における空間線量率を十分に低減( $50 \mu\text{Gy}/\text{年}$ 以下)できるよう、遮蔽に必要な壁厚、天井厚等を確保する設計とする。



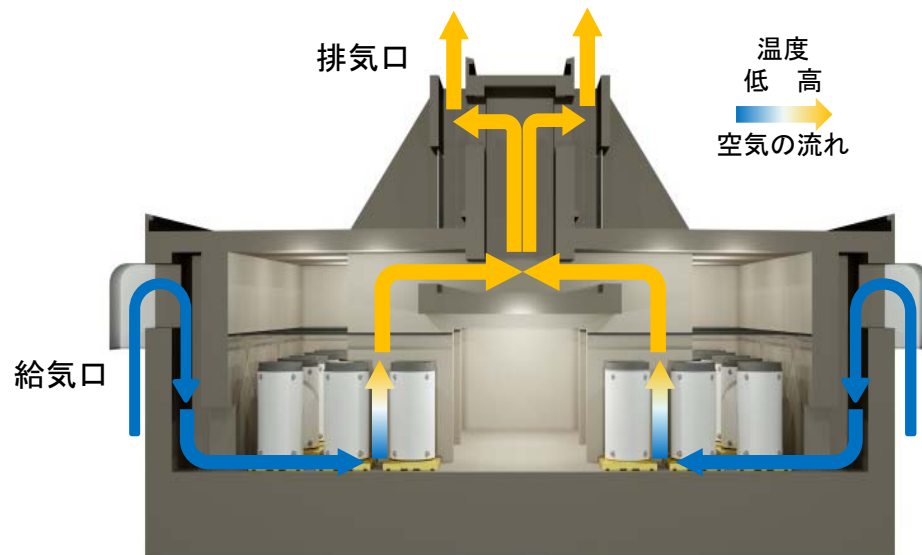
※ 乾式キャスクについては、更なる揺れ対策として、概ね1,000ガルの揺れに対する耐震性が確保されていることを確認する。



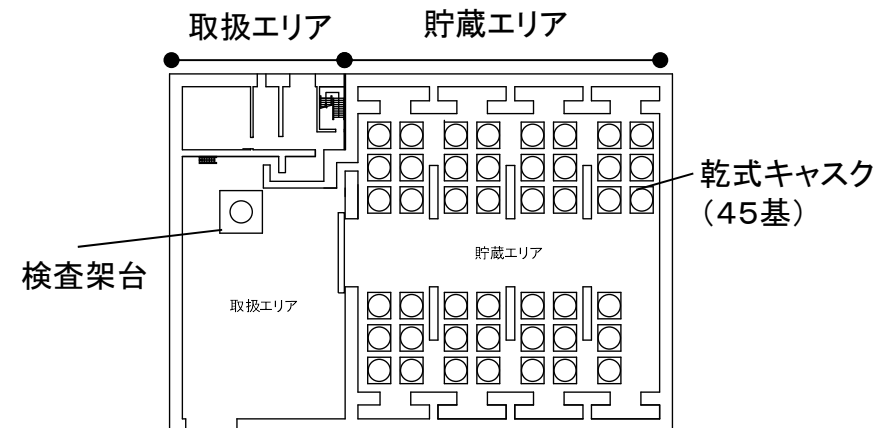
### 3. 乾式貯蔵施設の安全性 (2 / 3)

- 乾式貯蔵施設は、自然対流により使用済燃料の冷却が可能な設計とする。  
(使用済燃料の冷却に水や電源を使用しない)
- 乾式貯蔵施設は、想定され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設計とする。
  - ・外部火災：防火帯の中に設置する。
  - ・竜巻：設計竜巻(最大風速100m/s)を想定し、乾式キャスクを建屋にて防護する。
  - ・火山：乾式キャスクを火山影響のない建屋内に設置する。

【乾式貯蔵施設断面図】



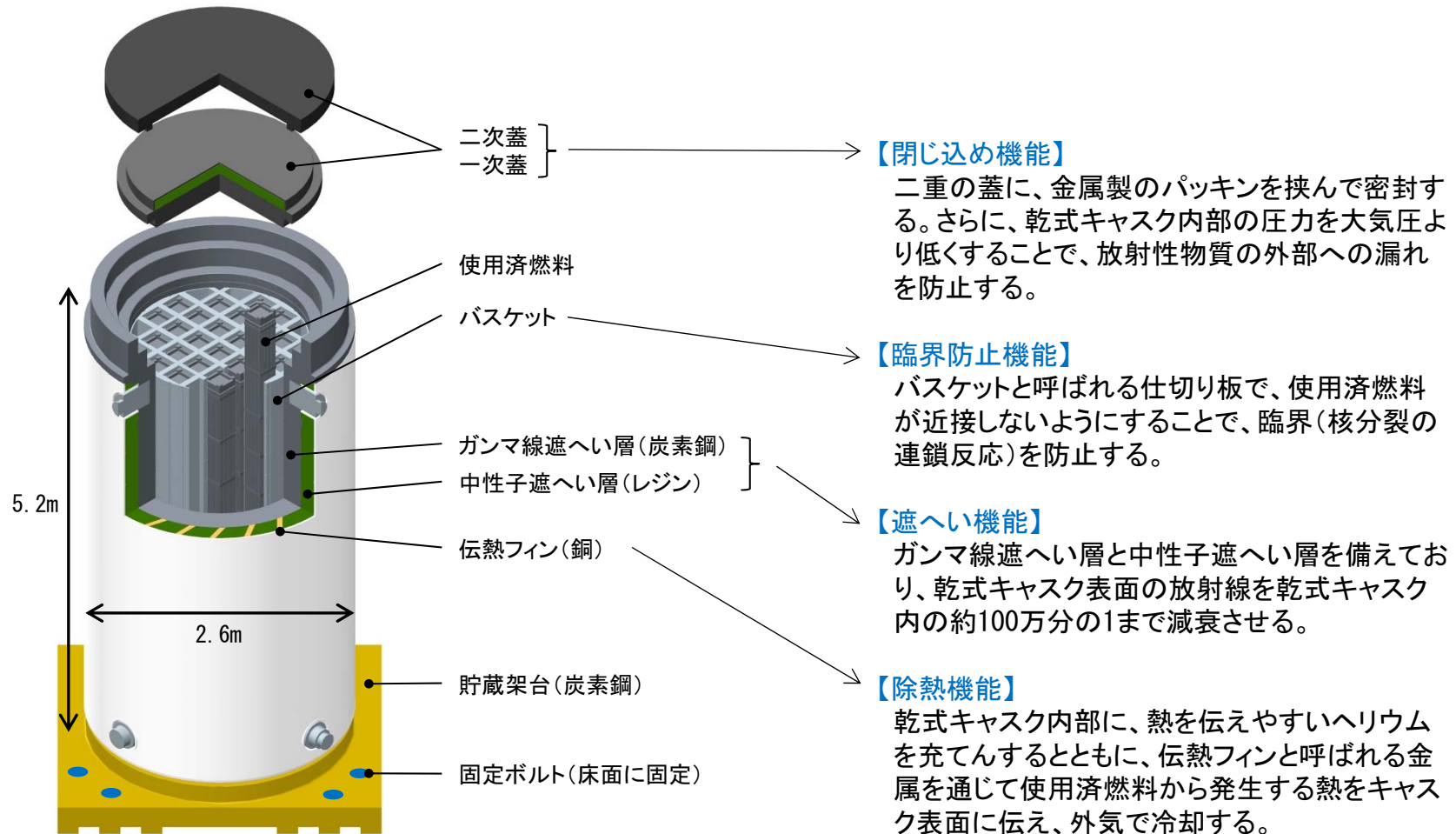
【乾式貯蔵施設平面図】



### 3. 乾式貯蔵施設の安全性 (3 / 3)

○ 乾式キャスクは、4つの安全機能(閉じ込め、臨界防止、遮へい、除熱)を有し、輸送・貯蔵兼用の設計とする。

【乾式キャスクの構造図(3号機燃料用の例)】



## 4. 設置許可基準規則への適合状況（1 / 10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第3条	設計基準対象施設の地盤	—	—
第1項	地盤の支持	算定する地震力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。	使用済燃料乾式貯蔵建屋については、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。 また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤に設置する。
第2項	地盤の変形	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。	使用済燃料乾式貯蔵建屋は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。
第3項	地盤の変位	耐震重要施設は、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。	使用済燃料乾式貯蔵建屋は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がない地盤に設置する。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（2/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第4条	地震による 損傷の防止	—	—
第1項	耐震重要度分類	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。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に対しておおむね弾性範囲の設計を行う。
第2項	耐震重要度分類に応じた地震力の算定	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。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力を算定する。
第3項	基準地震動による地震力に対する耐震性	耐震重要施設は、基準地震動による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。	使用済燃料乾式貯蔵施設のうち、使用済燃料乾式貯蔵容器については、基準地震動による地震力に対して、安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。 なお、耐震重要施設である使用済燃料乾式貯蔵容器については、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設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。
第4項	斜面の崩落	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。	使用済燃料乾式貯蔵容器については、基準地震動による地震力によって生じるおそれがある周辺の斜面の崩壊に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（3 / 10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第5条	津波による 損傷の防止	—	—
第1項	耐津波(基準津波)	設計基準対象施設は、基準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。	<p>使用済燃料乾式貯蔵施設は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれることがないよう、以下の方針に基づき設計する。</p> <p>(1) 津波防護対象設備である使用済燃料乾式貯蔵容器を設置する使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。</p> <p>(2) 建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲を明確化し、津波による影響等を受けない位置に設置する設計とする。</p>

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（4/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第6条	外部からの衝撃による損傷の防止	—	—
第1項	自然現象による損傷の防止	安全施設は、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。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、発電所敷地で想定され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設計とする。発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については、敷地及び敷地周辺の自然環境を基に洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選定し、敷地周辺で得られる過去の記録等を考慮する。また、これらの自然現象毎に関連して発生する可能性がある自然現象も含める。
第3項	偶発的な外部人為事象による損傷の防止	安全施設は、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。）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。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、発電所敷地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。）に対して安全機能を損なわない設計とする。発電所敷地又はその周辺で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。）については、敷地及び敷地周辺の状況を基に飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を選定する。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（5 / 10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第7条	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	—	—
第1項	人の不法な侵入等の防止	発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為を防止するための設備を設けなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設を含む発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するため、区域の設定、人の容易な侵入を防止できる柵、鉄筋コンクリート造りの壁等の障壁による防護、巡視、監視、出入口での身分確認や持ち込み点検、施錠管理及び情報システムへの外部からのアクセス遮断措置を行うことにより、接近管理、出入管理及び不正アクセス行為の防止を行える設計とする。
第8条	火災による損傷の防止	—	—
第1項	火災感知設備及び消火設備	設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災感知設備及び消火設備並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう、火災発生防止、火災感知及び消火並びに火災の影響軽減の措置を講じるものとする。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（6/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第9条	溢水による損傷の防止等	—	—
第1項	溢水による損傷の防止等	安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水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。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。
第11条	安全避難通路等	—	—
第1項	安全避難通路および避難用の照明	<p>発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p>	<p>一 使用済燃料乾式貯蔵施設内には避難階段を設置し、それに通じる避難通路を設ける。また、避難通路には必要に応じて、標識並びに非常灯及び誘導灯を設け、その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる設計とする。</p> <p>二 非常灯及び誘導灯は、灯具に蓄電池を内蔵し、照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない設計とする。</p>



## 4. 設置許可基準規則への適合状況（7/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第12条	安全施設	—	—
第1項	安全機能の重要度分類	安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づき、それが果たす安全機能の性質に応じて分類し、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とする。
第3項	全ての環境条件における機能の発揮	安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設の設計条件を設定するに当たっては、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、供用中に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できる設計とする。
第4項	試験又は検査	安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、それらの健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、必要性及びプラントに与える影響を考慮して、供用中に試験又は検査ができる設計とする。
第5項	飛散物による損傷の防止	安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわないものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする。
第7項	安全施設の共用	安全施設(重要安全施設を除く。)は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、2以上の発電用原子炉施設において共用するが、1号炉及び2号炉の使用済燃料を貯蔵した場合でも使用済燃料乾式貯蔵施設の安全性を損なわない設計とする。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（8/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第16条	燃料体の取扱施設 及び貯蔵施設	—	—
第2項	燃料体等の 貯蔵施設	<p>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を設けなければならない。</p> <p>一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。</p>	<p>一 燃料体等の貯蔵設備は、以下のように設計する。</p> <p>イ 使用済燃料乾式貯蔵施設内では、使用済燃料乾式貯蔵容器の蓋部を開放することなく、かつ、内包する放射性物質の閉じ込めを使用済燃料乾式貯蔵容器のみで担保する設計とする。</p> <p>ロ 使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料の貯蔵設備は、使用済燃料乾式貯蔵容器貯蔵分も含めて、全炉心燃料及び1回の燃料取替えに必要とする燃料集合体数並びにウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計とする。</p> <p>ハ 使用済燃料乾式貯蔵容器はSクラスの耐震性を有する設計とし、使用済燃料乾式貯蔵容器内のバスケットは、適切な燃料集合体間隔を保持することにより、燃料集合体が相互に接近しないようにする。また、貯蔵容量最大に燃料集合体を収納し、使用済燃料乾式貯蔵容器内の燃料位置等について想定される最も厳しい状態を仮定しても実効増倍率が0.95(解析上の不確定さを含む。)以下となる設計とする。</p>

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（9 / 10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第16条	燃料体の取扱施設 及び貯蔵施設	—	—
第4項	キャスク	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>三 使用済燃料が内包する放射性物質を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。</p>	<p>一 使用済燃料乾式貯蔵容器は、使用済燃料から放出される放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により十分に遮蔽し、容器表面の線量当量率が2mSv/h以下及び容器表面から1m離れた位置における線量当量率が100µSv/h以下となるよう設計する。</p> <p>二 使用済燃料乾式貯蔵容器は、自然冷却によって収納した使用済燃料の崩壊熱を外部に放出できる設計とする。</p> <p>三 使用済燃料乾式貯蔵容器は、適切に放射性物質を閉じ込めることができ、閉じ込め機能を監視できる設計とする。</p>
第29条	工場等周辺における 直接ガンマ線等からの 防護	—	—
第1項	工場等周辺における 直接ガンマ線等からの 防護	<p>設計基準対象施設は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ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。</p>	<p>使用済燃料乾式貯蔵施設は、既設を含めた原子炉施設からの直接ガンマ線及びスカイシャインガンマ線による敷地周辺の空間線量率を合理的に達成できる限り小さい値となるように設計する。</p> <p>具体的には、年間50マイクログレイ※を超えない設計とする。</p>

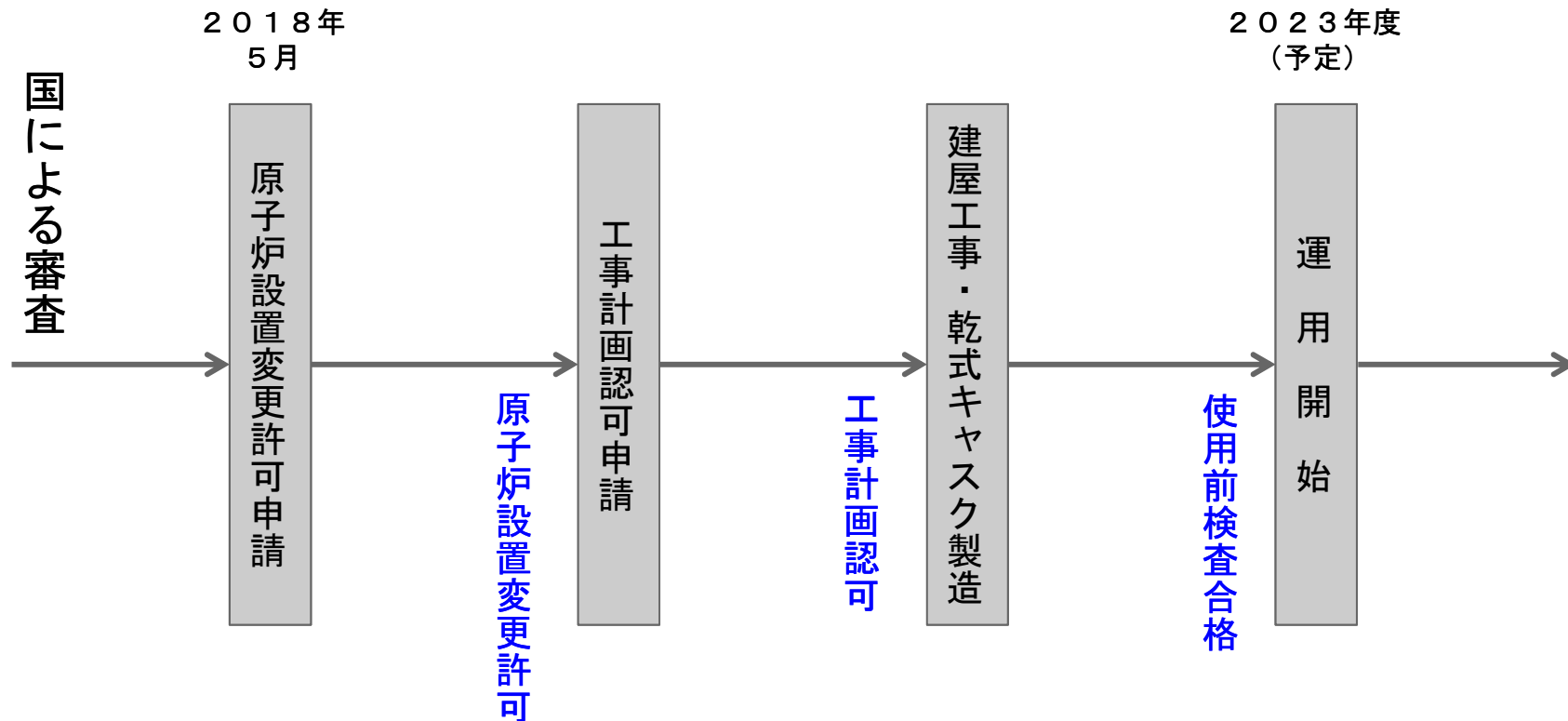
※ 50マイクログレイの放射線が人体に吸収された場合、実効線量は保守的に評価すると50マイクロシーベルトとなる。

## 4. 設置許可基準規則への適合状況（10/10）

要求項目		主たる要件	設計方針 (申請書抜粋)
条・項	記載事項		
第30条	放射線からの放射線業務従事者の防護	—	—
第1項	放射線量の低減	設計基準対象施設は、外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。 一 放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できるものとする。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、放射線業務従事者の受ける放射線量を低減できるよう、遮蔽、使用済燃料乾式貯蔵容器の配置等放射線防護上の措置を講じた設計とする。
第2項	放射線管理施設	工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、放射線管理区域を設定し、使用済燃料乾式貯蔵施設への放射線業務従事者等の出入管理には、既設の出入管理設備を使用する設計とする。また、放射線業務従事者等の個人被ばく管理のため、個人管理関係設備(蛍光ガラス線量計、警報付ポケット線量計等)を設ける。
第3項	放射線管理に必要な情報の表示	放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。	使用済燃料乾式貯蔵施設は、放射線管理区域を設定し、放射線業務従事者が立ち入る場所については、定期的及び必要の都度、サーベイメータによる外部放射線に係る線量当量率及び床等の表面の放射性物質の密度の測定を行うとともに、作業場所の入口付近等に線量当量率等の必要な情報を表示する。

## 5. スケジュール

- 今後、国の審査に適切に対応するとともに、地域の皆さまへの丁寧な理解活動と情報公開を徹底しつつ、2023年度(予定)からの運用開始を目指し、安全確保を前提に、計画を着実に進めていく。



## 参考 1. 設置許可基準規則の見直し内容

### ○平成29年度 第43回 原子力規制委員会(平成29年10月11日)

新しい「規制要求の考え方」が規制庁から示され、了承された。

＜「規制要求の考え方」の方向性＞

- 地盤および基礎の変形の有無や程度、建屋等の有無や耐震性の程度、兼用キャスク転倒の有無等に関わらず、兼用キャスク貯蔵施設の4つの基本的安全機能(閉じ込め機能、遮蔽機能、除熱機能及び臨界防止機能)を維持することを目的に、性能を規定する。
- 耐震設計に用いる地震力は、確定した基準地震動 $S_s$ による地震力、または、兼用キャスク貯蔵施設(基準地震動 $S_s$ が確定していないサイト)用の地震力とする。
- 津波の影響については、確定した基準津波に基づく評価、基準津波が確定していない又は確定しているものの防潮堤等の設置が完了していないサイトについては、兼用キャスクの基本的安全機能への影響に関する評価を実施する。 など

### ○平成30年度 第11回 原子力規制委員会(平成30年5月30日)

原子力規制庁から規則等の改正案及び新ガイド案が提示されたが、原子力規制委員会から、

- 兼用キャスクは輸送に係る特別の試験条件(9m落下試験など)も満足する頑丈なものであるため、サイト固有の津波等は乾式キャスク設計に影響がないはず。サイト固有の条件はできる限りガイドから外す方向で再検討すること。

との意見が出され、再検討することとなった。

## 参考2. 輸送容器の安全性

- 乾式キャスクは、輸送・貯蔵兼用のため、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により求められる要件にも適合する設計とする。

