

福島第一原子力発電所 乾式キャスク仮保管設備の 設置工事について

東京電力株式会社

平成24年6月28日

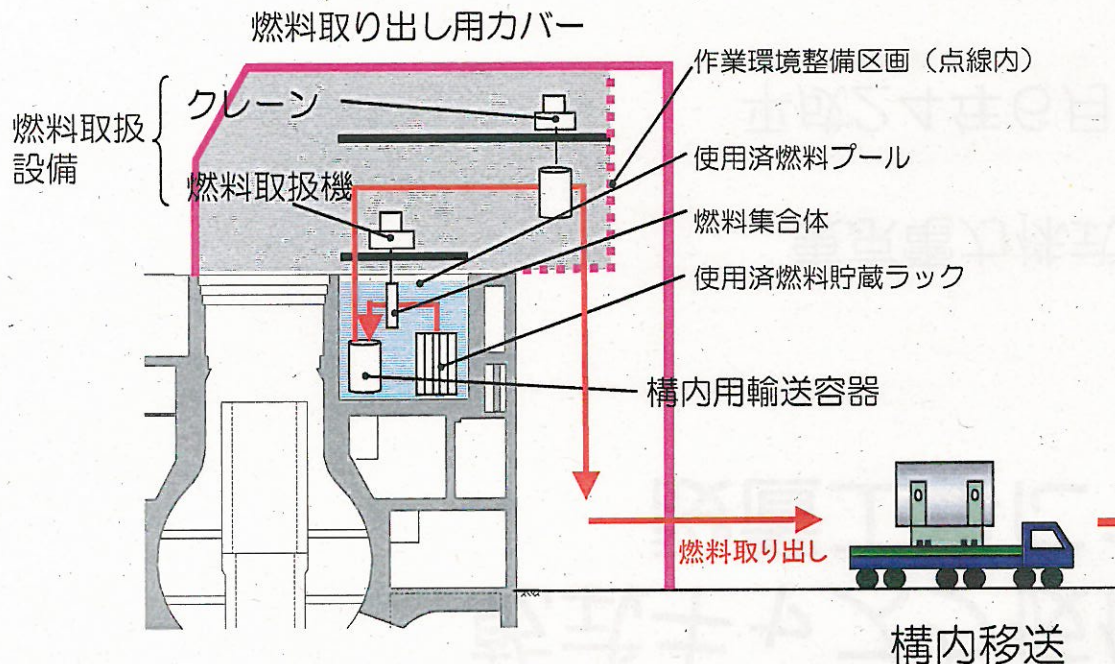


東京電力

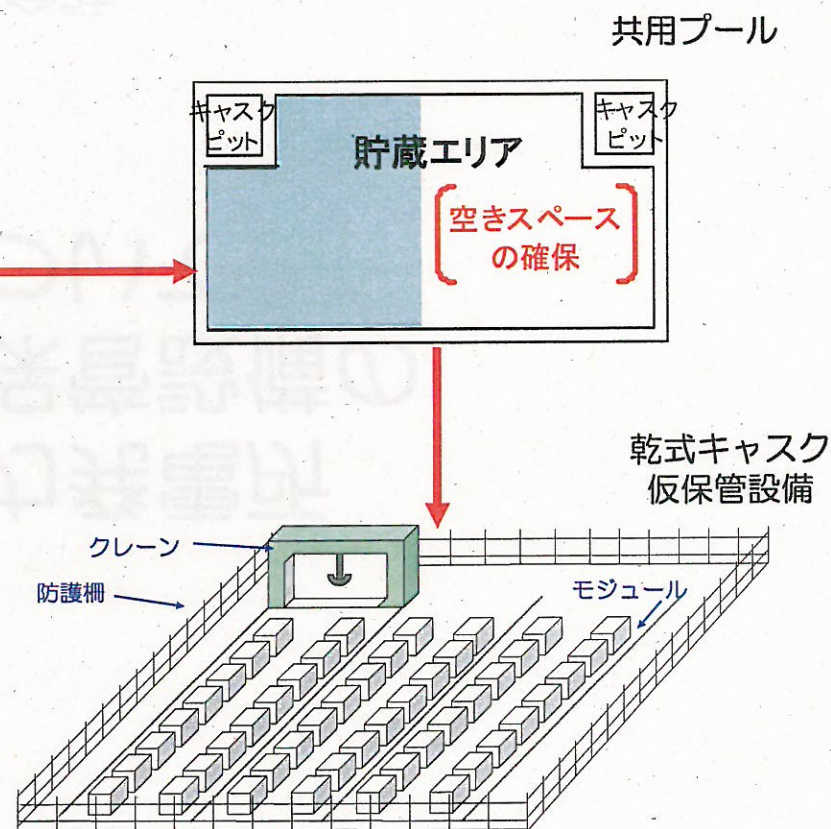
1. 使用済燃料プール取り出しの全体像

- 1～4号機使用済燃料プールの燃料を共用プールへ移送。
- 共用プールに貯蔵中の使用済燃料をキャスクに充填※し、キャスク仮保管設備で保管・管理。

※共用プール燃取設備は現在計画的に復旧中



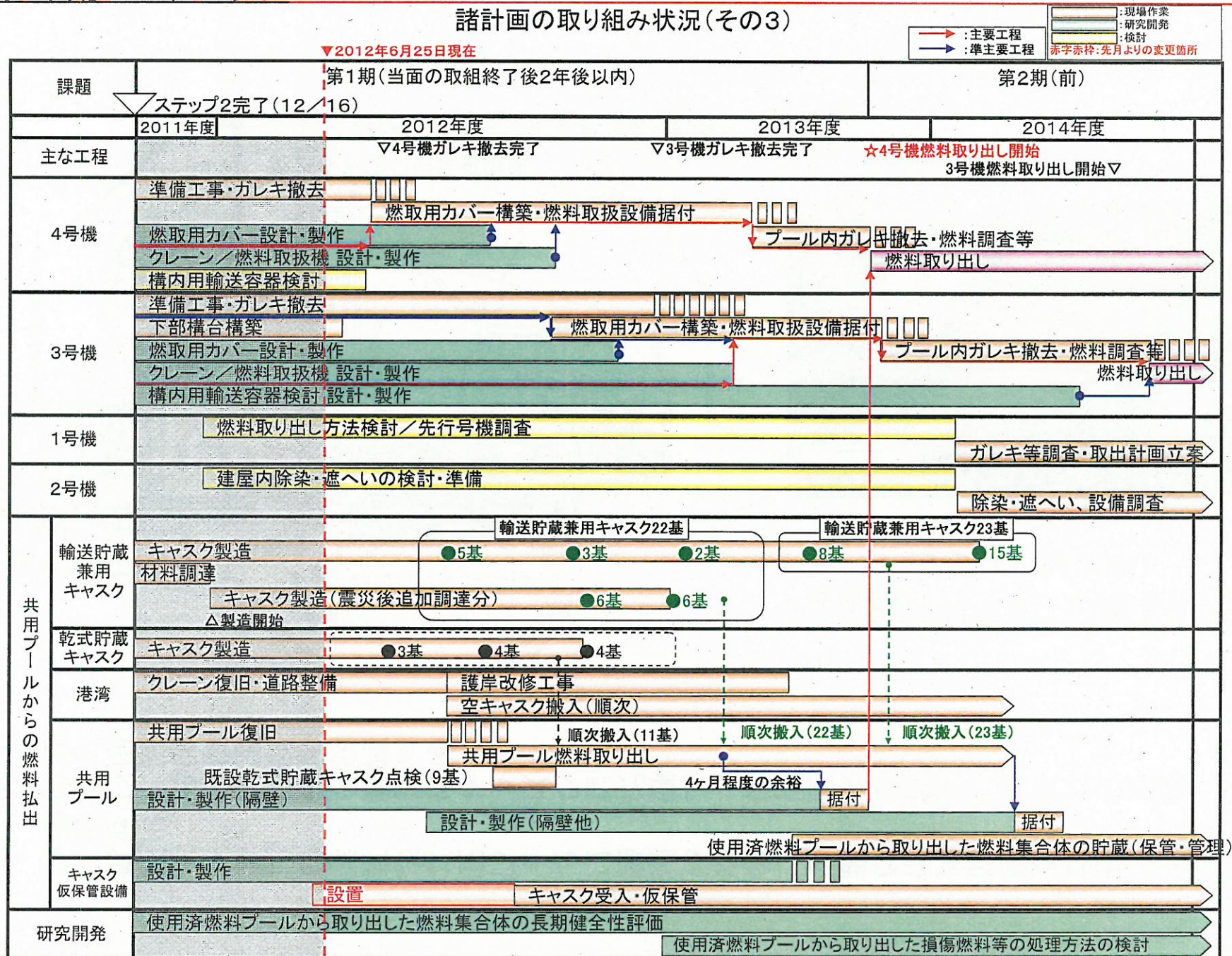
使用済燃料プールからの燃料取り出し
(4号機の例)



号機	使用済燃料プール(体数)			
	保管容量	使用済燃料	新燃料	合計
1号機	900	292	100	392
2号機	1240	587	28	615
3号機	1220	514	52	566
4号機	1590	1331	204	1535
1～4号機計	4950	2724	384	3108
共用プール	6840	6375	-	6375 (93%)

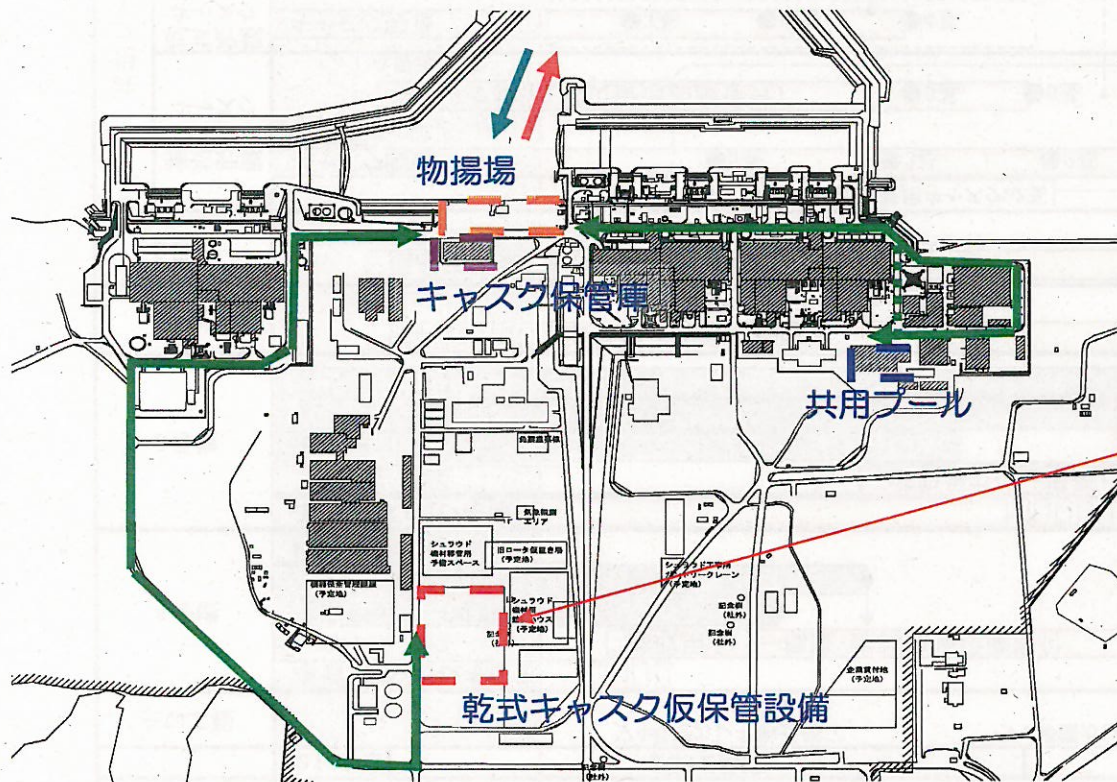
2. 中期ロードマップ

諸計画の取り組み状況(その3)



3. キャスク仮保管設備設置の目的

- 使用済燃料プールの燃料を共用プールに搬送するのに必要な空き容量を共用プールで確保する。
- 共用プールの貯蔵中の燃料をキャスクに充填し、発電所外へ搬出するまでの期間、使用する仮保管設備を設置する。

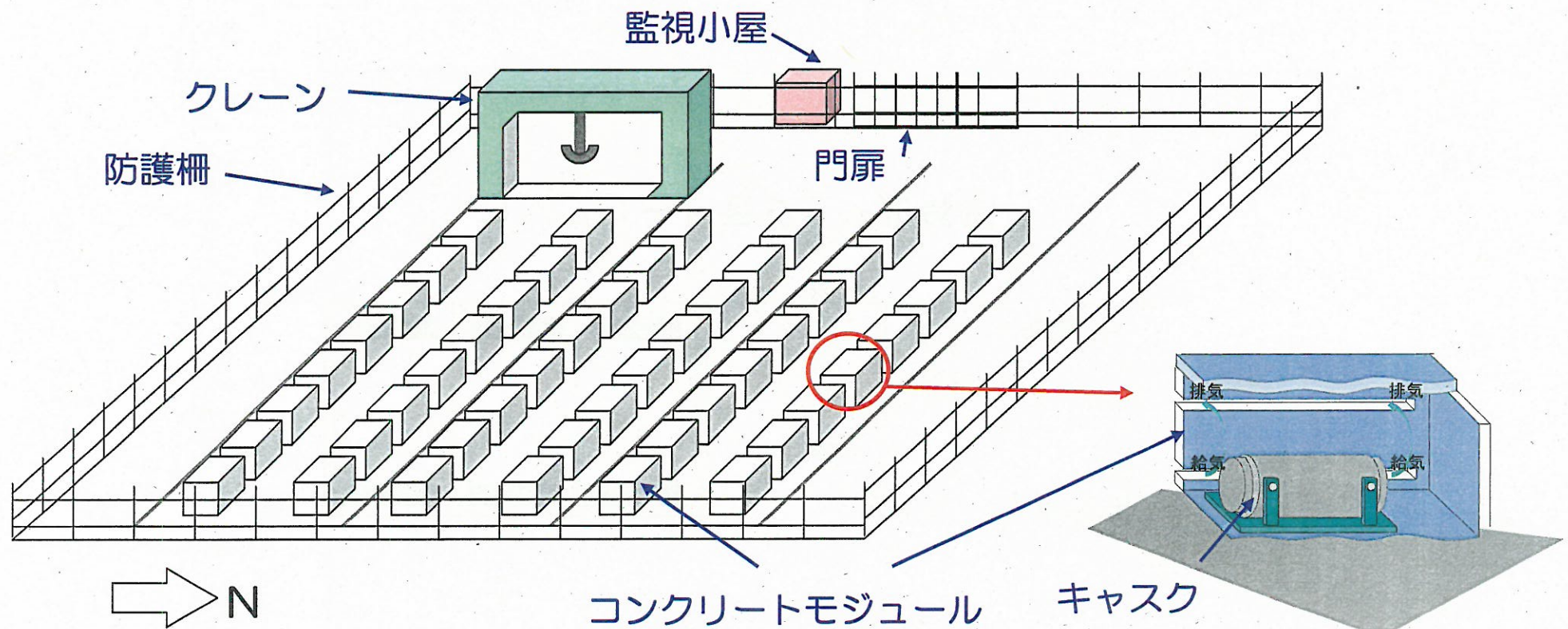


使用済燃料乾式キャスク仮保管設備
(グラウンド内東側)

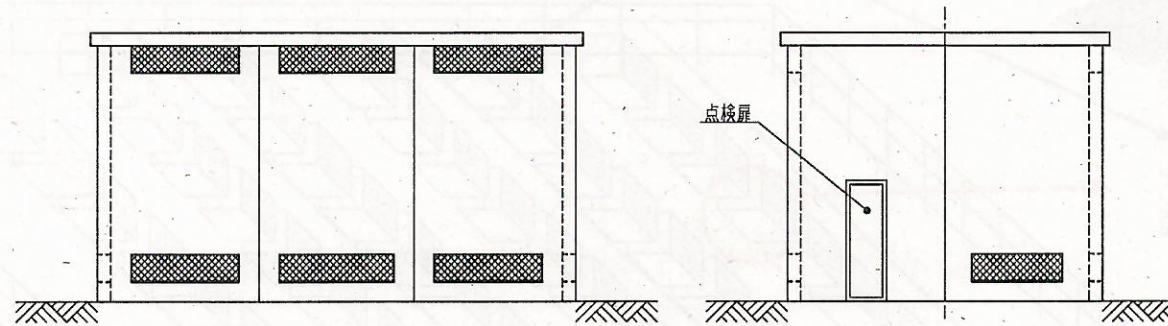


4. キャスク仮保管設備の概要 (1/3)

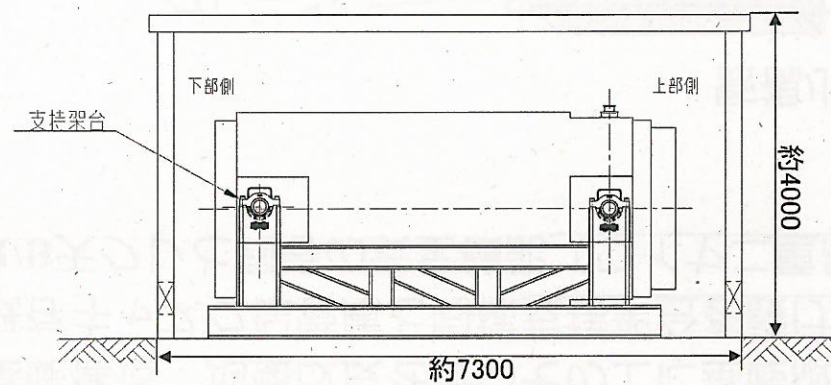
- 基数：50基（将来増設15基分のスペース確保）
- 保管カバー仕様はキャスク1基毎をコンクリートモジュールで覆うモジュール方式
- 基礎構造：地盤改良を行いその上に基礎版を敷設
- 既存キャスク保管庫と同様支持架台を設け，固定ボルトにより固定支持する
- R/B天クレと同等の安全機能（ワイヤ二重吊り等）を有する門型クレーンを設置



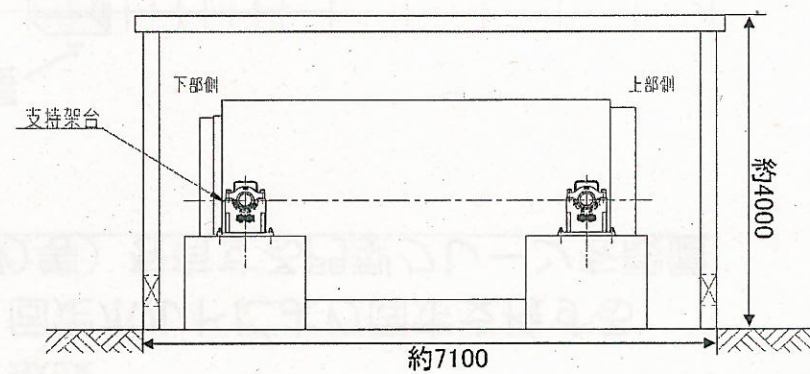
4. キャスク仮保管設備設置の概要 (2/3)



コンクリートモジュール外形



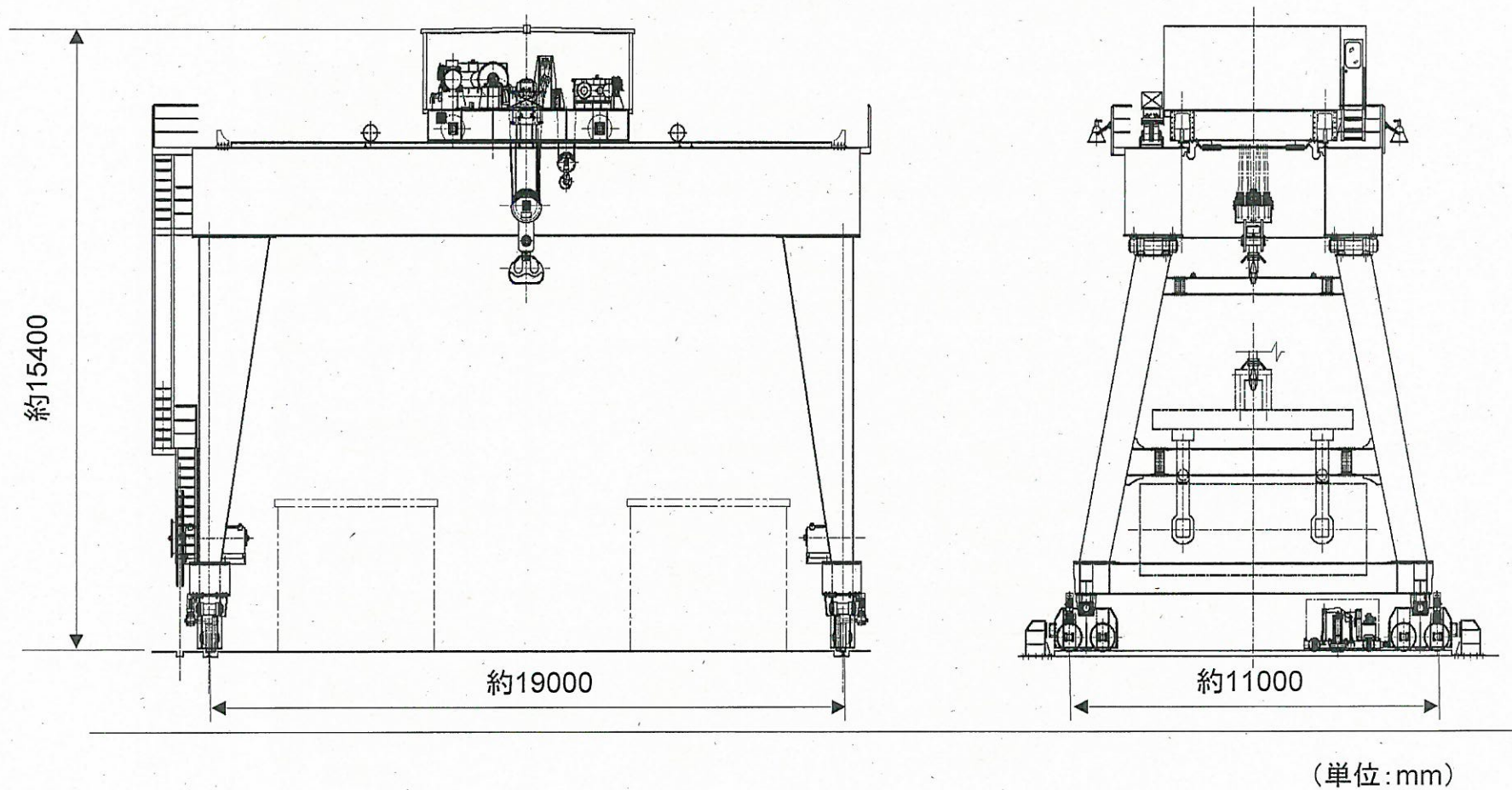
キャスク据付 (貯蔵キャスク)



(単位:mm)

キャスク据付 (兼用キャスク)

4. キャスク仮保管設備設置の概要 (3/3)



門型クレーン外形

5. 仮保管するキャスクの仕様

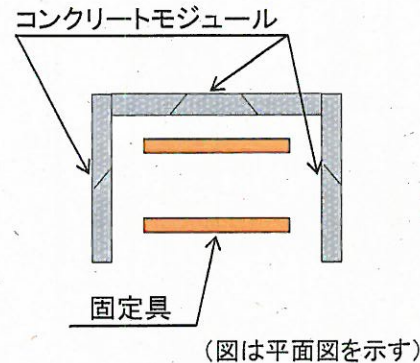
- 仮保管するキャスクの仕様は以下の通り。

項目	乾式貯蔵キャスク（中型）	乾式貯蔵キャスク（大型）
重量（t） （燃料を含む）	約 96	約 115
全長（m）	約 5.6	約 5.6
外径（m）	約 2.2	約 2.4
収納体数（体）	37	52
基数（基）	4（既設） 8（増設）	5（既設） 3（増設）
収納可能燃料	8×8 燃料、新型 8×8 燃料、 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 冷却期間 4 年以上（既設 9 基） 冷却期間 13 年以上（増設 11 基）	

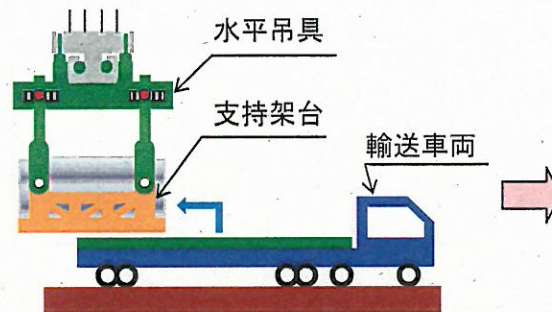
項目	輸送貯蔵兼用キャスク A	輸送貯蔵兼用キャスク B
重量（t） （燃料を含む）	約 119	約 119
全長（m）	約 5.4	約 5.3
外径（m）	約 2.5	約 2.5
収納体数（体）	69	69
収納可能燃料	8×8 燃料、新型 8×8 燃料、 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 冷却期間 18 年以上	新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料 冷却期間 18 年以上

6. キャスク仮保管の概要

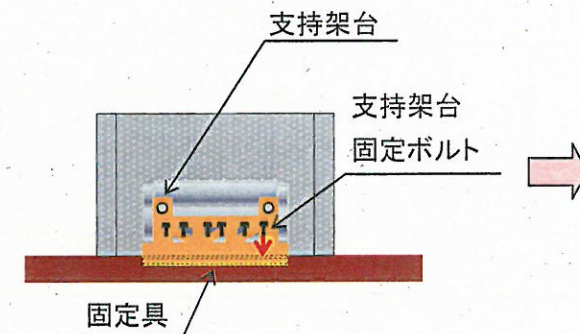
- 運用開始後の各キャスク据付要領は概略以下の通り。



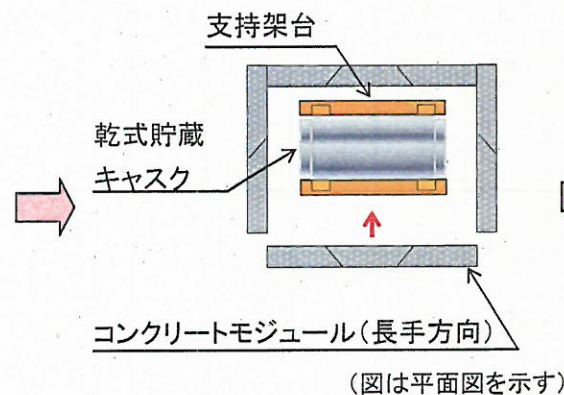
①3方壁取付



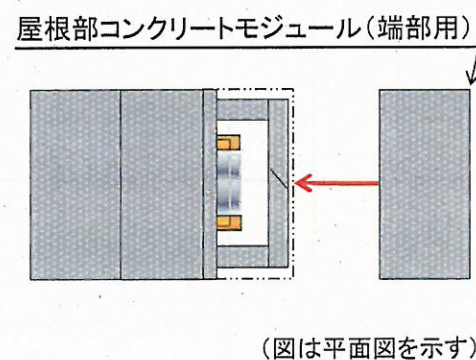
②キャスク搬入



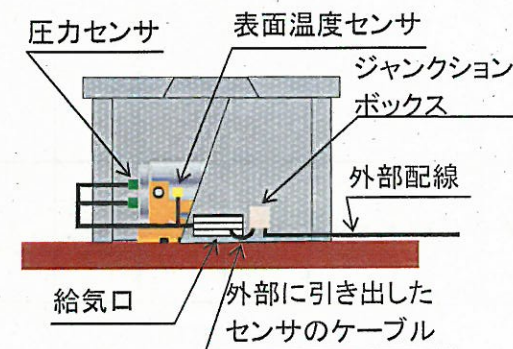
③キャスク据付



④壁取付



⑤屋根取付



⑥計器取付

7. 乾式キャスク仮保管設備の工事工程（予定）

年	平成24年								平成25年										
月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
キャスク仮保管設備			着工▽		基礎工事														

8. キャスク仮保管設備設置の安全評価（1/4）〔施設運営計画改訂の状況〕

NISAより炉規制法第67条第1項に基づく報告指示を受け、以下を実施

- 「福島第一原子力発電所第1～4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書（その2）（改訂）」において、設備に係る安全評価を実施※1（現在、改訂準備中）
- 「福島第一原子力発電所第1～4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書（その3）」において、設備からの直接線及びスカイシャイン線による敷地境界線量評価を実施（H23.12提出済）

※1：安全評価スケジュールの関係により、以下の対象キャスクに基づき、施設運営計画の改訂を2回に分けて実施する予定。（現在は1回目の改訂準備中）

- ・ 1回目：乾式貯蔵キャスク（増設11基分）
- ・ 2回目：乾式貯蔵キャスク（既設9基分）及び輸送貯蔵兼用キャスク（30基分）

年	平成23年		平成24年											
月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
キャスク仮保管設備		施設運営計画（その2、その3）提出 ▼												
			施設運営計画（その2）改訂提出 ▼											
						施設運営計画（その2）改訂提出①（予定） ▽								
								施設運営計画（その2）改訂提出②（予定） ▽						
														運用開始 ▽

8. キャスク仮保管設備設置の安全評価（2/4）〔キャスク安全機能の健全性〕

乾式貯蔵キャスクについて以下安全機能を評価し、結果を施設運営計画に記載

- **除熱機能：使用済燃料の崩壊熱を適切に除去できることを以下により確認**
 - 燃料被覆管、乾式貯蔵キャスク各部の温度を解析評価し、構造強度等を担保する設計基準温度以下となることを確認
 - コンクリートモジュール及びモジュール内空気の温度を解析評価し、構造強度等を担保する設計基準温度以下となることを確認
- **密封機能：内包する放射性物質を適切に閉じ込めることを以下により確認**
 - 設計貯蔵期間（40年）中にキャスク内部の負圧を維持することができる基準漏えい率を算出し、使用前に気密漏えい確認において、実機の漏えい率が基準漏えい率を下回ることを確認することとする。
- **遮へい機能：放射線を適切に遮へいすることを以下により確認**
 - キャスクの表面及び表面から1 ㍎の距離における線量当量率を解析評価し、実用炉規則第13条に基づく規定値（表面：2mSv/h、表面から1 ㍎：100 μ Sv/h）以下となることを確認（評価結果：表面最大約1.2mSv/h、表面から1 ㍎最大約80 μ Sv/h）
- **臨界防止機能：燃料が臨界に達しないことを以下により確認**
 - 保守的な評価条件において使用済燃料の実効増倍率を解析評価し、想定されるいかなる場合にも臨界を示す実効増倍率1を下回ることを確認

8. キャスク仮保管設備設置の安全評価（3/4）〔キャスクの構造強度・耐震健全性〕

乾式貯蔵キャスクについて以下安全機能を評価し、結果を施設運営計画に記載

- **構造強度：安全機能維持の為に必要な構造強度を有していることを以下により確認**
→乾式貯蔵キャスクの各構造部材に生じる応力を解析評価し、日本機械学会「設計・建設規格」に基づく許容応力値以下となることを確認
- **耐震健全性：基準地震動 S_s を考慮しても、キャスクの除熱・密封・遮へい・臨界の安全機能が維持されることを以下により確認**
→基準地震動による乾式貯蔵キャスクに生じる応力を解析評価し、日本機械学会「設計・建設規格」に基づく許容応力値以下となることを確認し、キャスク本体が安全機能維持に必要な構造強度を有していることを評価
→基準地震動によるキャスク関連設備（支持架台・コンクリートモジュール・クレーン）に生じる応力を解析評価し、日本機械学会「設計・建設規格」、建築基準法・同施行令及び国土交通省告示などに基づく許容応力値以下となることを確認することで、関連設備の損傷により波及的に乾式キャスクの安全機能に影響を与えないことを評価

8. キャスク仮保管設備設置の安全評価（4/4）〔敷地境界線量評価〕

設備設置における敷地境界（西エリア）の直接線及びスカイシャイン線の線量評価を行い、施設運営計画に記載。

- 評価条件

貯蔵容量：65基（将来増設分も含め評価）

遮へい：コンクリート200mm

線量：キャスク1基毎の線量率は工事計画認可申請書又は核燃料輸送物設計承認申請書の計算値のうち、キャスク表面から1mの位置での最大値にて規格化し評価を実施

- 評価結果

設備設置後の敷地西エリアにおける直接線及びスカイシャイン線の線量

約0.29mSv/y （約0.033μSv/h）

【参考】仮にコンクリートモジュールがない場合の線量は

約2.03mSv/y （約0.23μSv/h）

9. キャスク仮保管設備設置の基礎の耐震性

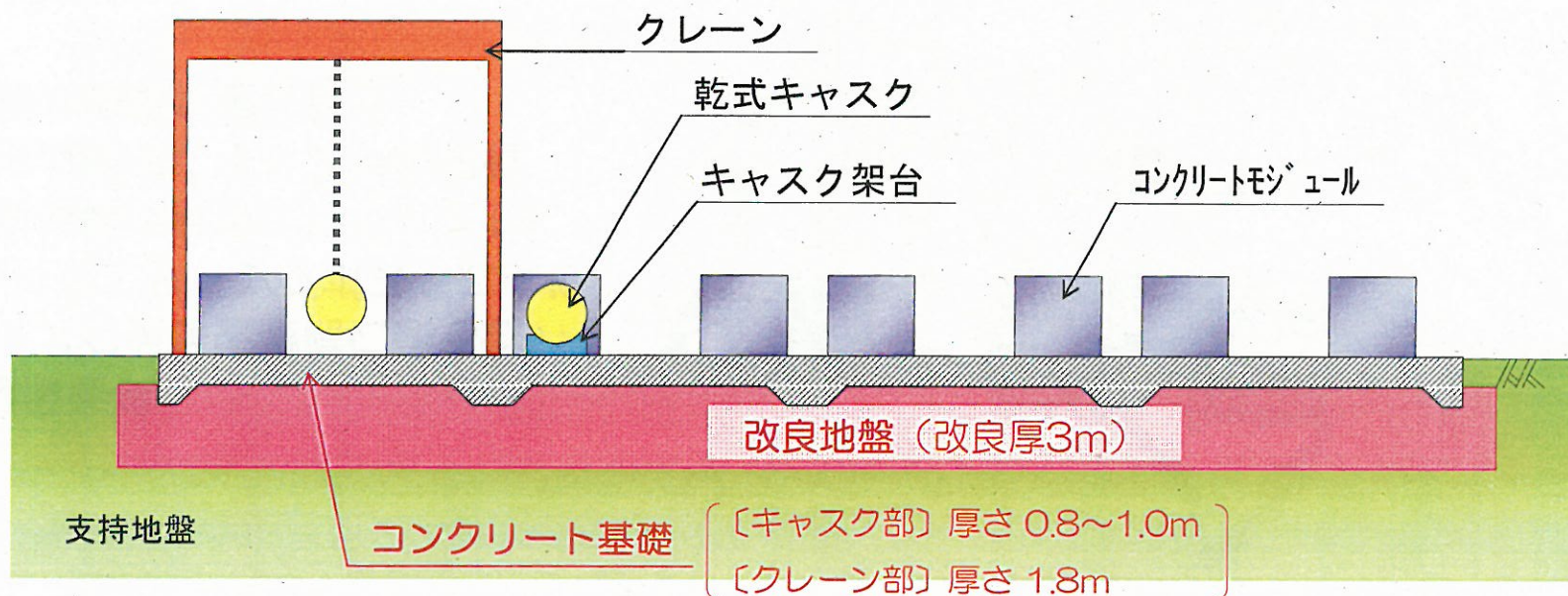
■ 基礎の耐震性評価

- 要求性能： 基準地震動 S_s に対して、キャスクの除熱・密封・遮へい臨界の安全機能を維持するために必要な機能を有すること。

→ 具体的には、基準地震動 S_s 荷重に対して、以下を満足することを確認。

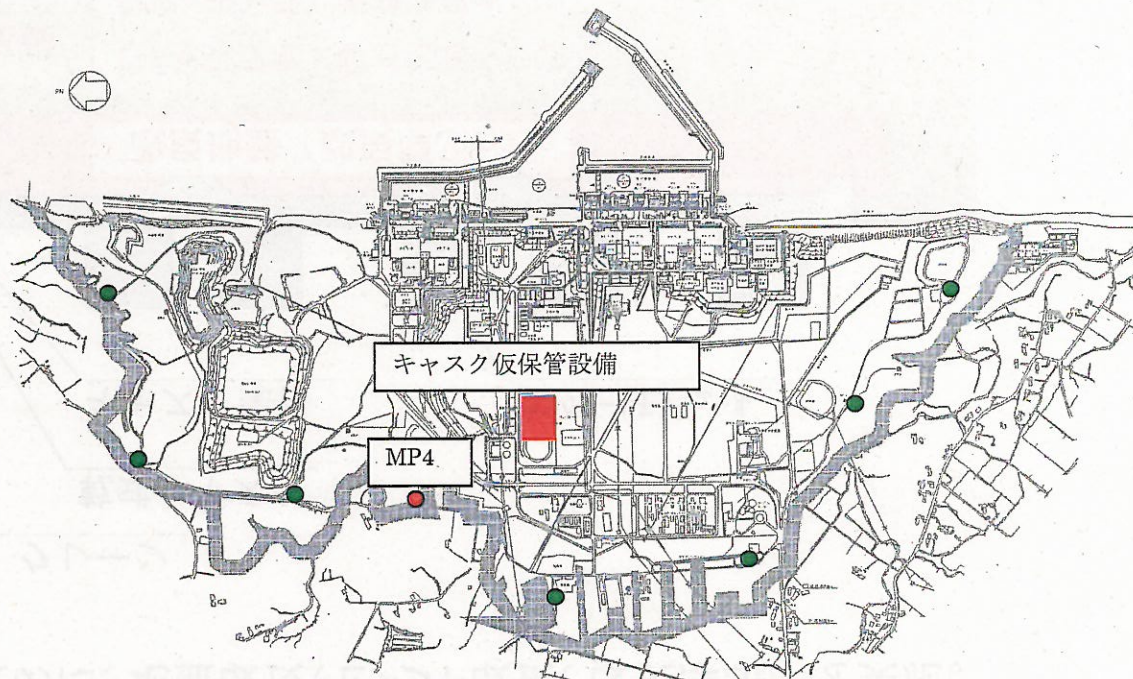
- ・ 基礎に作用する力により、コンクリート基礎の鉄筋が破断しないこと
- ・ 基礎と各設備を固定しているアンカーボルトが引き抜けないこと

→ 上記要求を満足するために、地盤改良（セメント改良、改良厚3m）を実施。



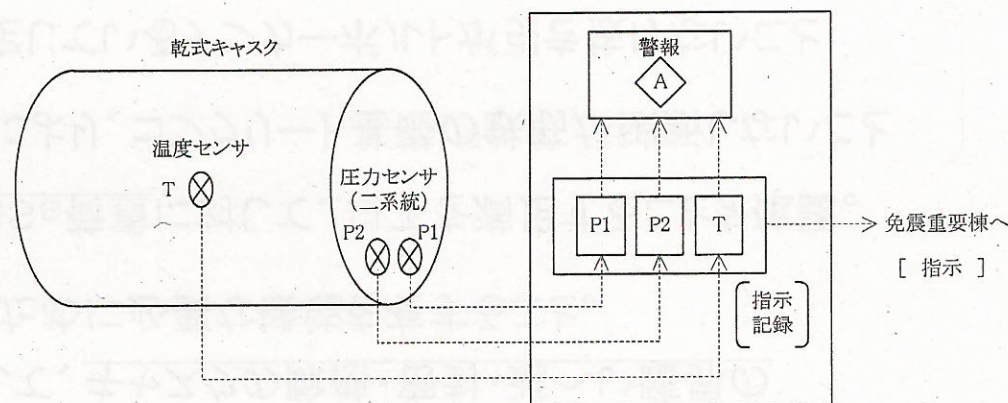
● 線量監視

キャスク仮保管設備に最も近いNo.4モニタリングポストにより放射線量の監視を行うとともに巡視点検時にキャスク仮保管設備の線量測定を行う。



● 圧力・温度監視

各キャスクに圧力センサ・温度センサを設置し、免震重要棟にてデータ監視を行う。
又、異常の際は免震重要棟にて警報が確認できる。



1.1. 福島第一原子力発電所 乾式貯蔵キャスクでの不具合事象

●H12年の状況調査

- ・状況：貯蔵開始から5年後のH12年に状況調査を実施したところ、金属ガスケットの一部が白色化していることが確認された。密封機能には異常なし
- ・原因：一次蓋フランジ部の水分除去が不十分だったため、残留水が金属ガスケット被覆材のアルミニウムに白色化を発生させたもの
- ・対策：残留水の除去を徹底する

●H17年の状況調査

- ・状況：金属ガスケット表面全体に白色化が見られた
- ・原因：プール搬入後の一次蓋開放に数日を要したために、プール水との長時間接触が白色化を発生させたもので貯蔵期間中に発生したものでない。密封機能には異常なし
- ・対策：プール内に長時間滞在させない

(参考)

○日本原子力発電(株)東海第二発電所

- ・状況：H21年に状況調査を実施したところ、残留水対策を取っていたため白色化は見られなかった

○海外の事例

- ・状況：電気ケーブル貫通部周囲のシール部から浸入した雨水が金属ガスケットに達し腐食を発生
- ・対策：雨水浸入防止設備を設置

◎乾式キャスク仮保管設備

- ・状況調査等で得られた知見を蓄積し、手順に反映
- ・残留水除去の徹底、露天での仮保管はしない（コンクリートモジュール内で仮保管）

中期的安全確保の考え方の要求事項（使用済燃料乾式キャスク仮保管設備関係抜粋）

- ①原則、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」指針49から50に適合すること※1
- ②「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」※2を参照すること
- ③適切と考えられる設計用地震力に耐えられる設計であること
- ④乾式貯蔵キャスクの落下防止対策、乾式貯蔵キャスク相互の衝突防止等の適切な対策が講じられていること

※1：指針49～50の要求事項

（指針49）

- 1.(1) 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、適切な定期的試験及び検査ができること
- 1.(2) 貯蔵設備は、適切な格納系及び空気浄化系を有すること
- 1.(3) 貯蔵設備は、適切な貯蔵能力を有すること
- 2.(1) 放射線防護のための適切な遮へいを有すること
- 2.(2) 貯蔵設備は、崩壊熱を十分に除去し、最終的な熱の逃がし場へ輸送できる系統及びその浄化系を有すること

（指針50）

燃料の貯蔵設備及び取扱設備は、幾何学的な安全配置又はその他の適切な手段により、想定されるいかなる場合でも、臨界を防止できる設計であること。

※2：平成4年8月27日 原子力安全委員会了承

平成13年3月29日、平成18年9月19日 一部改訂