

2020 年 10 月

九州電力株式会社

玄海原子力発電所 4 号機

設計及び工事計画認可申請書

補足説明資料

【使用済燃料運搬用容器設置工事】

目 次

補足説明資料 1	設計及び工事計画認可申請における適用条文等の整理について
補足説明資料 2	設計及び工事計画認可申請書に添付する書類の整理について
補足説明資料 3	工事の方法に関する補足説明資料
補足説明資料 4	発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止について
補足説明資料 5	使用済燃料運搬用容器 (NFT-14P) の核燃料輸送物設計承認及び容器承認の取得状況等について
補足説明資料 6	使用済燃料運搬用容器の一時保管場所について
補足説明資料 7	事業所内運搬及び事業所外運搬の手順等について
補足説明資料 8	本申請に係る設工認申請書と核燃料輸送物設計承認書の相違箇所の説明について
補足説明資料 9	使用済燃料運搬用容器の中性子遮蔽体 (レジン) に関する使用前事業者検査についての考え方について
補足説明資料 1 0	使用済燃料運搬用容器 (NFT-14P) に収納する核燃料物質の仕様について
補足説明資料 1 1	玄海 3、4 号機 燃料取扱棟クレーンへの影響評価

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
から公開できません。

設計及び工事計画届出における適用条文等の整理について

1. 概要

玄海 4 号機の使用済燃料ピットの貯蔵裕度を確保するため、4 号機に保管中の使用済燃料をリラッキング工事により貯蔵容量を増強予定の玄海 3 号機へ輸送することを計画しており、この号炉間輸送を実施するための使用済燃料運搬用容器を玄海 4 号機に新たに 2 基設置することとしている。

本工事は「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」別表第一の核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち「燃料取扱設備(使用済燃料を取り扱うものに限る。)に係る改造」に該当することから、設計及び工事計画申請を行う。

本資料は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該設計及び工事計画申請を行うにあたり、申請対象が適用を受ける「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」の条文について整理すると共に、適合性の確認が必要となる条文を明確にするものである。

2. 適用条文の整理結果

本設計及び工事計画の申請対象である使用済燃料運搬用容器の適用条文及び適合性の確認が必要な条文は、下表に示すとおり。

【申請対象】

- ・核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 燃料取扱設備 使用済燃料運搬用容器

【凡例】

「適用」欄

- ：適用条文
- ×：適用を受けない条文

「申請」欄

- ：今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
- ×：今回の申請では適合性確認が不要な条文（適用を受けない条文、又は適用条文ではあるが、既に適合性が確認されている条文、若しくは設計及び工事の計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文）

技術基準規則	要否判断		理由
	適用	申請	
設計基準対象施設			
第4条 設計基準対象施設の地盤	○	×	使用済燃料運搬用容器（以下「当該容器」という。）は地盤に施設しない設備のため、申請対象外とする。
第5条 地震による損傷の防止	○	×	地震による損傷の防止について、当該容器は据え付けて使用しない設備のため、申請対象外とする。
第6条 津波による損傷の防止	○	×	津波による損傷の防止について、当該容器は安全重要度分類指針上のクラス1、2、3機器でなく、防護対象施設に該当しないため、申請対象外とする。
第7条 外部からの衝撃による損傷の防止	○	×	自然現象等による損傷の防止について、当該容器は安全重要度分類指針上のクラス1、2、3機器でなく、防護対象施設に該当しないため、申請対象外とする。
第8条 立ち入りの防止	×	×	申請範囲には管理区域、保全区域又は周辺監視区域の設定等に変更がないため、適用対象外とする。
第9条 発電用原子炉施設への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等の防止については、当該容器が発電用原子炉施設に該当するため、申請対象とする。
第10条 急傾斜地の崩壊の防止	○	×	当該容器は急傾斜地崩壊危険区域内に施設する設備ではないため、申請対象外とする。
第11条 火災による損傷の防止	○	×	火災による損傷の防止について、当該容器は原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持するための安全機能を有する機器等及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器等に該当しないため、申請対象外とする。
第12条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	○	×	溢水等による損傷の防止について、当該容器は安全重要度分類指針上のクラス1、2、3機器でなく、防護すべき設備に該当しないため、申請対象外とする。
第13条 安全避難通路等	×	×	申請範囲には、安全避難通路等がないため、適用対象外とする。

技術基準規則	要否判断		理由
	適用	申請	
第 14 条 安全設備	×	×	当該容器は「安全設備」及び「[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（平成 2 年 8 月 3 0 日原子力安全委員会）」において規定される安全機能を有する構築物、系統及び機器」に該当しないため、適用対象外とする。
第 15 条 設計基準対象施設の機能	○	×	当該容器は可搬設備であるため、第 2 項については申請対象外とする。なお、当該容器は保守点検ができるよう設計している。その他の項については適用対象外とする。
第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備	×	×	当該容器は全交流動力電源喪失対策設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 17 条 材料及び構造	○	○	本条文はクラス機器に対する要求であり、当該容器はクラス 3 容器に該当するため、申請対象とする。
第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	○	×	当該容器はクラス 3 容器であるため、適用を受けるが、本条文は使用中の運用要求であるため、設計段階で確認する事項ではないため、申請対象外とする。
第 19 条 流体振動等による損傷の防止	×	×	当該容器は燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁に該当しないため、適用対象外とする。
第 20 条 安全弁等	×	×	当該容器は安全弁等を設けなければならない設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 21 条 耐圧試験等	○	×	当該容器はクラス 3 容器であるため適用を受けるが、本条文は使用前事業者検査にて確認する耐圧試験等の要求であるため、設計段階で確認する事項ではないため、申請対象外とする。
第 22 条 監視試験片	×	×	当該容器は監視試験片を設ける設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 23 条 炉心等	×	×	当該容器は燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に該当しないため、適用対象外とする。
第 24 条 熱遮蔽材	×	×	当該容器は原子炉圧力容器に該当しないため、適用対象外とする。

技術基準規則	要否判断		理由
	適用	申請	
第 25 条 一次冷却材	×	×	当該容器は一次冷却材に該当しないため、適用対象外とする。
第 26 条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	○	○	当該容器は燃料取扱設備であるため、冷却機能等の適合性を確認する。なお、今回設置する運搬用容器は外運搬規則を満たすものとして設計承認、容器承認を取得したものをを用いる。ただし、第四号及び七号については燃料移送装置及びクレーン等の要求事項であるため、適用対象外とする。
第 27 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	×	当該容器は原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に該当しないため、適用対象外とする。
第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの 隔離装置等	×	×	当該容器は原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に該当しないため、適用対象外とする。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	×	当該容器は一次冷却材処理装置に該当しないため、適用対象外とする。
第 30 条 逆止め弁	×	×	当該容器は放射性物質を含む一次冷却材を内包する容器若しくは管又は放射性廃棄物を処理する設備へ放射性物質を含まない流体を導く管に該当しないため、適用対象外とする。
第 31 条 蒸気タービン	×	×	当該容器は蒸気タービンに該当しないため、適用対象外とする。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	×	当該容器は非常用炉心冷却設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 33 条 循環設備等	×	×	当該容器は一次冷却材の循環設備等に該当しないため、適用対象外とする。
第 34 条 計測装置	×	×	当該容器は計測装置に該当しないため、適用対象外とする。
第 35 条 安全保護装置	×	×	当該容器は安全保護装置に該当しないため、適用対象外とする。
第 36 条 反応度制御系統及び原子炉 停止系統	×	×	当該容器は反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、適用対象外とする。

技術基準規則	適用可否		理由
	適用	申請	
第 37 条 制御材駆動装置	×	×	当該容器は制御材を駆動する装置に該当しないため、適用対象外とする。
第 38 条 原子炉制御室等	×	×	当該容器は原子炉制御室等に該当しないため、適用対象外とする。
第 39 条 廃棄物処理設備等	×	×	当該容器は放射性廃棄物进行处理する設備等に該当しないため、適用対象外とする。
第 40 条 廃棄物貯蔵設備等	×	×	当該容器は放射性廃棄物を貯蔵する設備等に該当しないため、適用対象外とする。
第 41 条 放射性物質による汚染の防止	×	×	当該容器は放射性物質により汚染されるおそれがある部分であって人が触れるおそれがある部分又は放射性物質により汚染されるおそれがある管理区域内に開口部がある排水路に該当しないため、適用対象外とする。
第 42 条 生体遮蔽等	×	×	当該容器は生体遮蔽等に該当しないため、適用対象外とする。
第 43 条 換気設備	×	×	当該容器は換気設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 44 条 原子炉格納施設	×	×	当該容器は原子炉格納施設に該当しないため、適用対象外とする。
第 45 条 保安電源設備	×	×	当該容器は保安電源設備に該当しないため、適用対象外とする。
第 46 条 緊急時対策所	×	×	当該容器は緊急時対策所に該当しないため、適用対象外とする。
第 47 条 警報装置等	×	×	当該容器は警報装置等に該当しないため、適用対象外とする。
第 48 条 準用	×	×	当該容器は補助ボイラー、ガスタービン、内燃機関、電気設備に該当しないため、適用対象外とする。

技術基準規則	要否判断		理由
	適用	申請	
重大事故等対処施設			
第 49 条 重大事故等対処施設の地盤	×	×	申請範囲には重大事故等対処施設に属する設備がないため、適用対象外とする。
第 50 条 地震による損傷の防止			
第 51 条 津波による損傷の防止			
第 52 条 火災による損傷の防止			
第 53 条 特定重大事故等対処施設			
第 54 条 重大事故等対処設備			
第 55 条 材料及び構造			
第 56 条 使用中の亀裂等による破壊の防止			
第 57 条 安全弁等			
第 58 条 耐圧試験等			
第 59 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備			
第 60 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ 高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備			
第 61 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備			
第 62 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ 低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備			
第 63 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備			
第 64 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備			
第 65 条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備			
第 66 条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備			
第 67 条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備			
第 68 条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備			
第 69 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備			
第 70 条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備			
第 71 条 重大事故等の収束に必要な水の供給設備			
第 72 条 電源設備			
第 73 条 計装設備			
第 74 条 原子炉制御室			
第 75 条 監視測定設備			
第 76 条 緊急時対策所			
第 77 条 通信連絡を行うために必要な設備			
第 78 条 準用			

設計及び工事計画申請における適用条文一覧表

条文	総則			技術基準規則DB (条)																																												備考	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		48
	適用範囲	定義	特殊な設計	地震盤	地震震	津波	外部衝撃	立ち入り防止	不法侵入	急傾斜地	火災	溢水	避難通路	安全設備	設計基準対象施設	全交流電源喪失	材料構造	破壊の防止	流体振動	安全弁	耐圧試験	監視試験片	炉心遮蔽材	熱一次冷却材	燃料取扱設備	パウウンダリ	パウウンダリ隔離装置	一次冷却材処理装置	逆止め弁	蒸気タービン	非常用炉心冷却設備	循環設備	計測装置	安全保護装置	反応度制御	制御棒	原子炉制御室	廃棄物処理設備	廃棄物貯蔵設備	汚染の防止	生体遮蔽	換気設備	原子炉格納施設	保安電源設備	緊急時対策所	警報装置等	準用		
施設区分 設備区分	分類 設備等	-	-	-	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	共通	共通	個別	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通			
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 燃料取扱設備	使用済燃料運搬用容器	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

○：適用条文であり、今回の設計及び工事計画で適合性を確認する必要がある条文
 -：適合性確認が不要な条文

設計及び工事計画申請における適用条文一覧表

条文	技術基準規則 SA (条)																												備考		
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76		77	78
	地盤	地震	津波	火災	特 重 設 備	重 大 事 故 等 対 処 設 備	材 料 構 造	破 壊 の 防 止	安 全 弁	耐 圧 試 験	未 臨 界	高 圧 時 の 冷 却	パ ウ ン ダ リ の 減 圧	低 圧 時 の 冷 却	最 終 ヒ ー ト シ ン ク	C V 冷 却	C V 過 圧 破 損 防 止	下 部 溶 融 炉 心 冷 却	C V 水 素 爆 発	原 子 炉 建 屋 水 素 爆 発	S F P 冷 却	拡 散 抑 制	水 の 供 給	電 源 設 備	計 装 設 備	原 子 炉 制 御 室	監 視 測 定 設 備	緊 急 時 対 策 所		通 信	準 用
施設区分	分類	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	共通	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	個別	共通
核燃料物質 の取扱施設 及び貯蔵 施設 燃料取扱 設備	使用済 燃料運搬 用容器																														

○：適用条文であり、今回の設計及び工事計画で適合性を確認する必要がある条文

—：適合性確認が不要な条文

使用済燃料運搬用容器（NFT-14P）の核燃料輸送物設計承認及び容器承認の取得状況等について

1. 概要

本資料は、本設工認申請に係る使用済燃料運搬用容器(NFT-14P 22、23号機)の核燃料輸送物設計承認及び容器承認の取得状況並びに再処理工場への輸送実績について整理した。

2. 使用済燃料運搬用容器(NFT-14P)の核燃料輸送物設計承認及び容器承認の取得状況

(1) 核燃料輸送物設計承認

	承認日	承認番号	有効期間 ^{※1}		備考
			自	至	
初回	2002年6月6日	J/139/B(M)F-96	2002年6月6日	2005年6月5日	
Rev.1	2006年2月24日	J/139/B(M)F-96 (Rev.1)	2006年2月24日	2009年2月23日	設計変更 ^{※2}
Rev.2	2011年10月11日	J/139/B(M)F-96 (Rev.2)	2011年10月11日	2016年10月10日	設計変更 ^{※3}
最新	2016年10月6日	J/139/B(M)F-96 (Rev.2)	2016年10月11日	2021年10月10日	有効期間更新

※1：有効期間の更新手続きは適宜実施。(最新以外は記載を省略。)

※2：保守条件の見直し等による変更

※3：最高燃焼度 MWD/MTU の使用済燃料を収納物仕様に追加等による変更。

(2) 容器承認(NFT-14P 22、23号機)

	承認日	承認容器登録番号	承認容器として使用する期間 ^{※1}		備考
			自	至	
初回	2008年10月9日	S22B139 (22号機) S23B139 (23号機)	2008年10月9日	2009年2月23日	・承認番号：J/139/B(M)F-96 (Rev.1)
最新	2016年10月6日	S22B139 (22号機) S23B139 (23号機)	2016年10月11日	2021年10月10日	・期間更新 ・承認番号：J/139/B(M)F-96 (Rev.2)

※1：承認容器として使用する期間の更新手続きは適宜実施。(最新以外は記載を省略。)

3. 使用済燃料運搬用容器(NFT-14P 22、23号機)の再処理工場への輸送実績

	輸送時期 ^{※1}	電力	収納燃料集合体 ^{※2}					
			体数 (体)	濃縮度 (wt%以下)	冷却日数 (日以上)	平均燃焼度 [最高] (MWD/MTU 以下)	崩壊熱量 (kW)	放射能強度 (PBq)
22号機	2008年 12月	九州電力(株) 玄海原子力発電所1号機	14	□	□	□	20.62	□
	2009年 5月	関西電力(株) 高浜発電所4号機	—					
	2009年 10月	四国電力(株) 伊方発電所1号機	—					
	2010年 2月	九州電力(株) 玄海原子力発電所3号機	14	□	□	□	19.88	□
23号機	2009年 2月	九州電力(株) 玄海原子力発電所2号機	14	□	□	□	21.72	□
	2009年 6月	関西電力(株) 大飯発電所1号機	—					
	2009年 10月	四国電力(株) 伊方発電所2号機	—					
	2011年 8月	関西電力(株) 高浜発電所2号機	—					

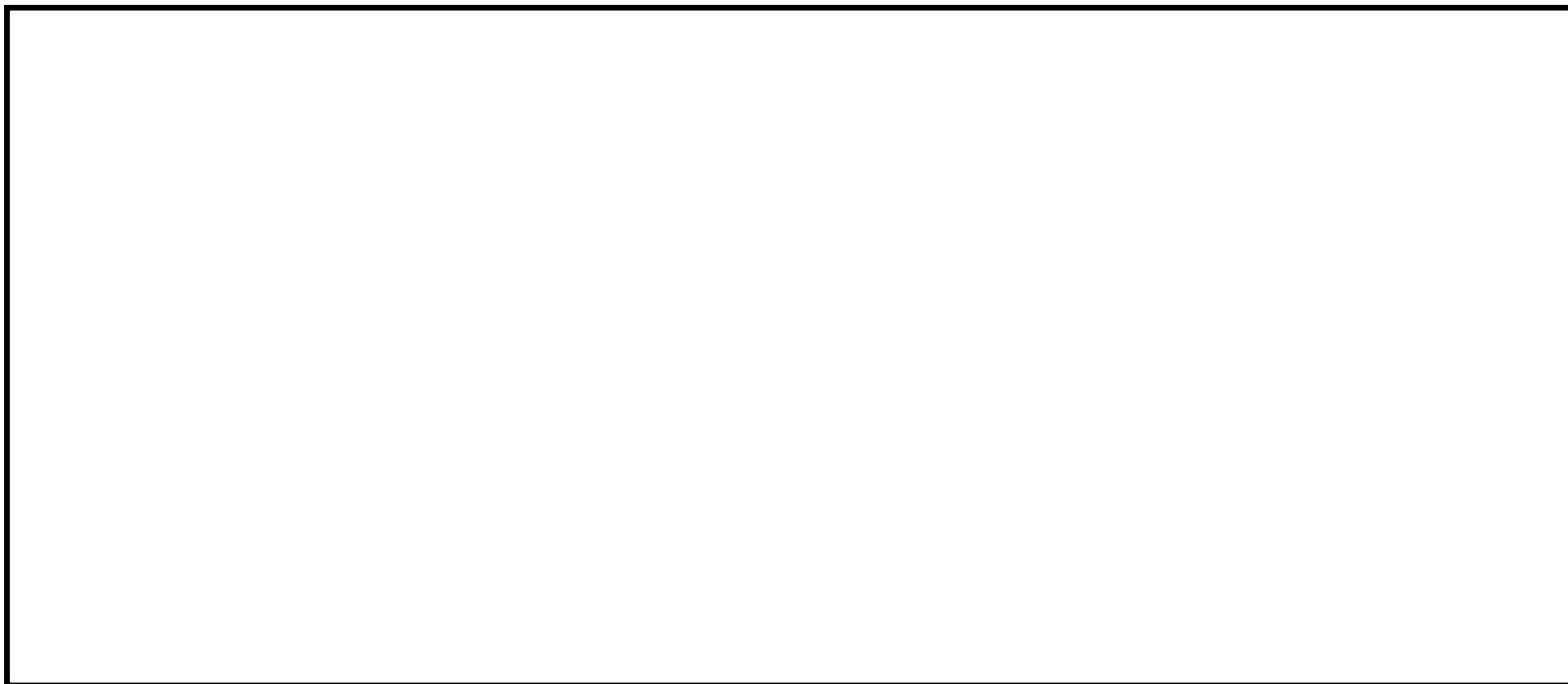
※1：発電所から実入容器を搬出した月を記載。

※2：収納燃料集合体の仕様は、弊社実績のみを記載。

使用済燃料運搬用容器の一時保管場所について

(1) 初回号炉間輸送開始前まで

- ・ 玄海 4 号機原子炉周辺建屋 EL.11.3m のトラックアクセスエリアに横置き及び除染場ピットに縦置きして保管する。

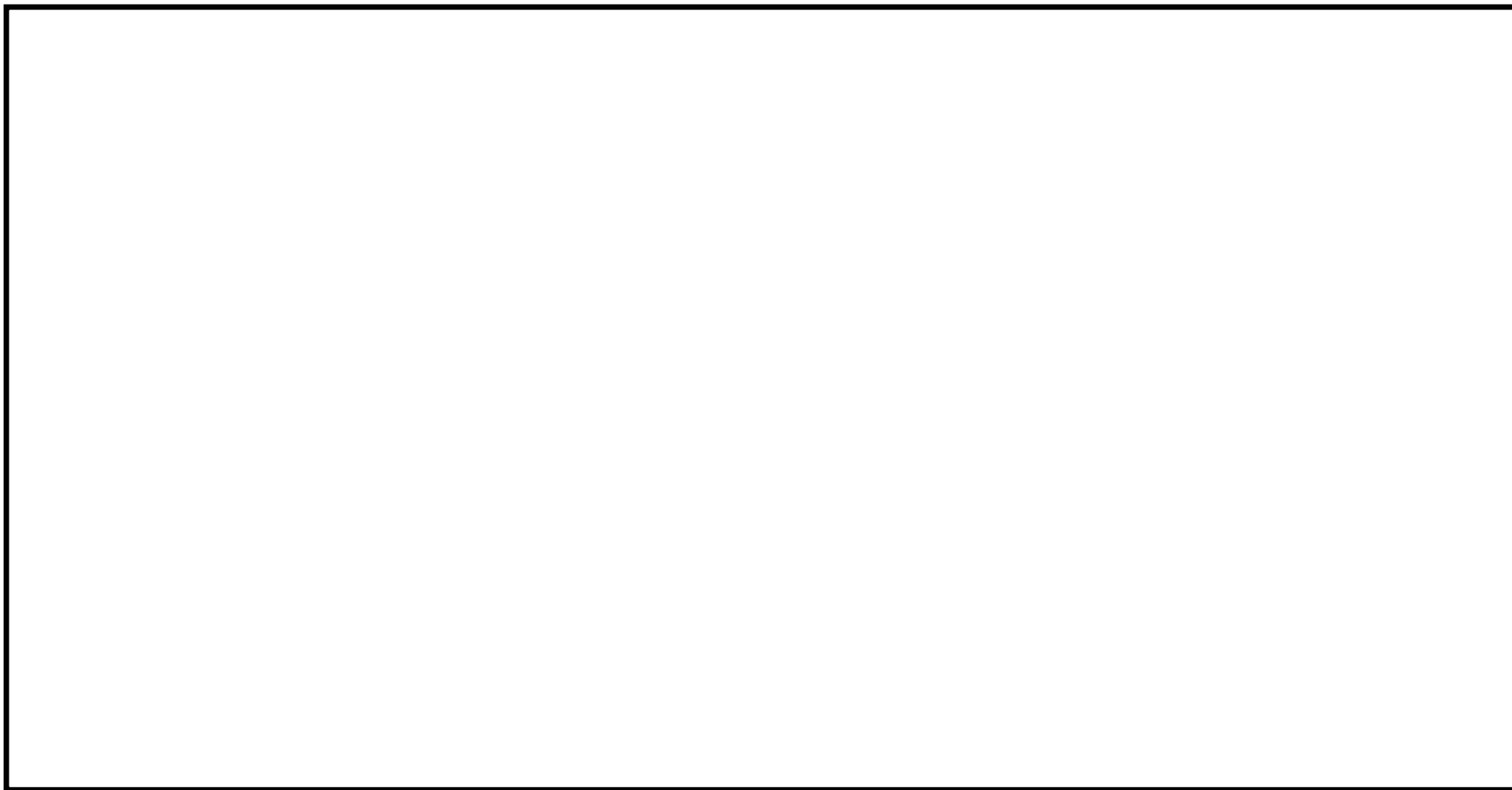


玄海 4 号機 使用済燃料ピット周辺 概略図

注：上記保管場所については他工事と干渉しないよう現在検討中であり、今後変更となる可能性がある。

(2) 初回号炉間輸送開始後（号炉間輸送中を除く）

- ・ 玄海 3 号機原子炉周辺建屋 EL.11.3m のキャスク保管エリアに横置き及び玄海 4 号機の除染場ピットに縦置きして保管する。

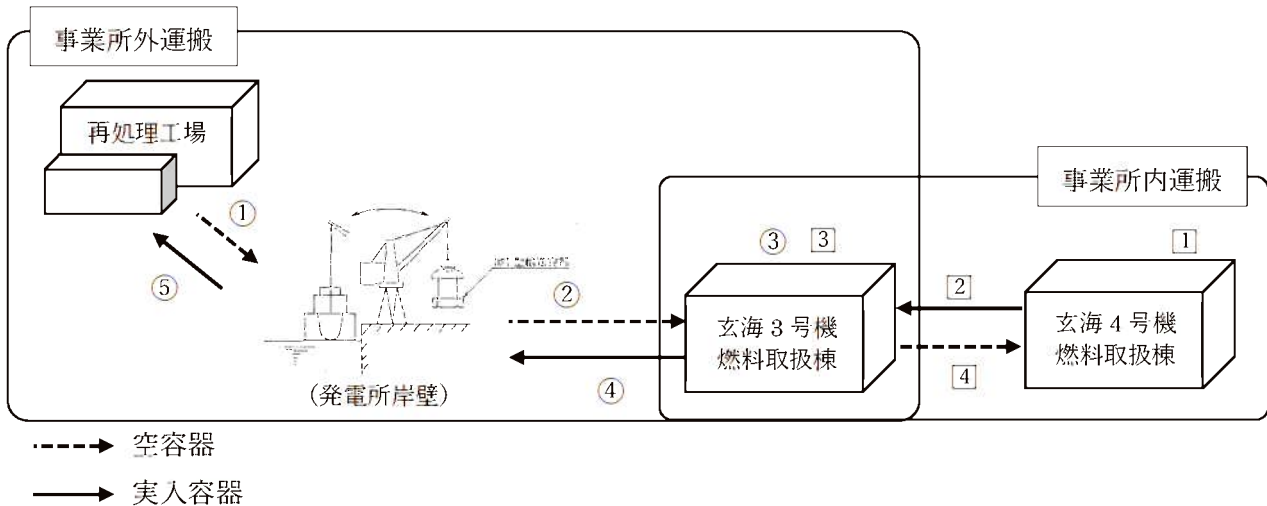


使用済燃料ピット周辺 概略図

注：上記保管場所については他工事と干渉しないよう現在検討中であり、今後変更となる可能性がある。

事業所内運搬及び事業所外運搬の手順等について

1. 事業所内運搬及び事業所外運搬の手順について



(1) 事業所外運搬の手順（玄海 3 号機の使用済燃料を搬出した際の過去実績）

- ①：再処理工場から発電所岸壁まで空容器の海上輸送
- ②：発電所岸壁から玄海 3 号機燃料取扱棟まで空容器の構内輸送（別紙 1 参照）
- ③：玄海 3 号機燃料取扱棟にて玄海 3 号機使用済燃料を容器へ装荷
- ④：玄海 3 号機燃料取扱棟から発電所岸壁まで実入容器の構内輸送（別紙 1 参照）
- ⑤：発電所岸壁から再処理工場まで実入容器の海上輸送

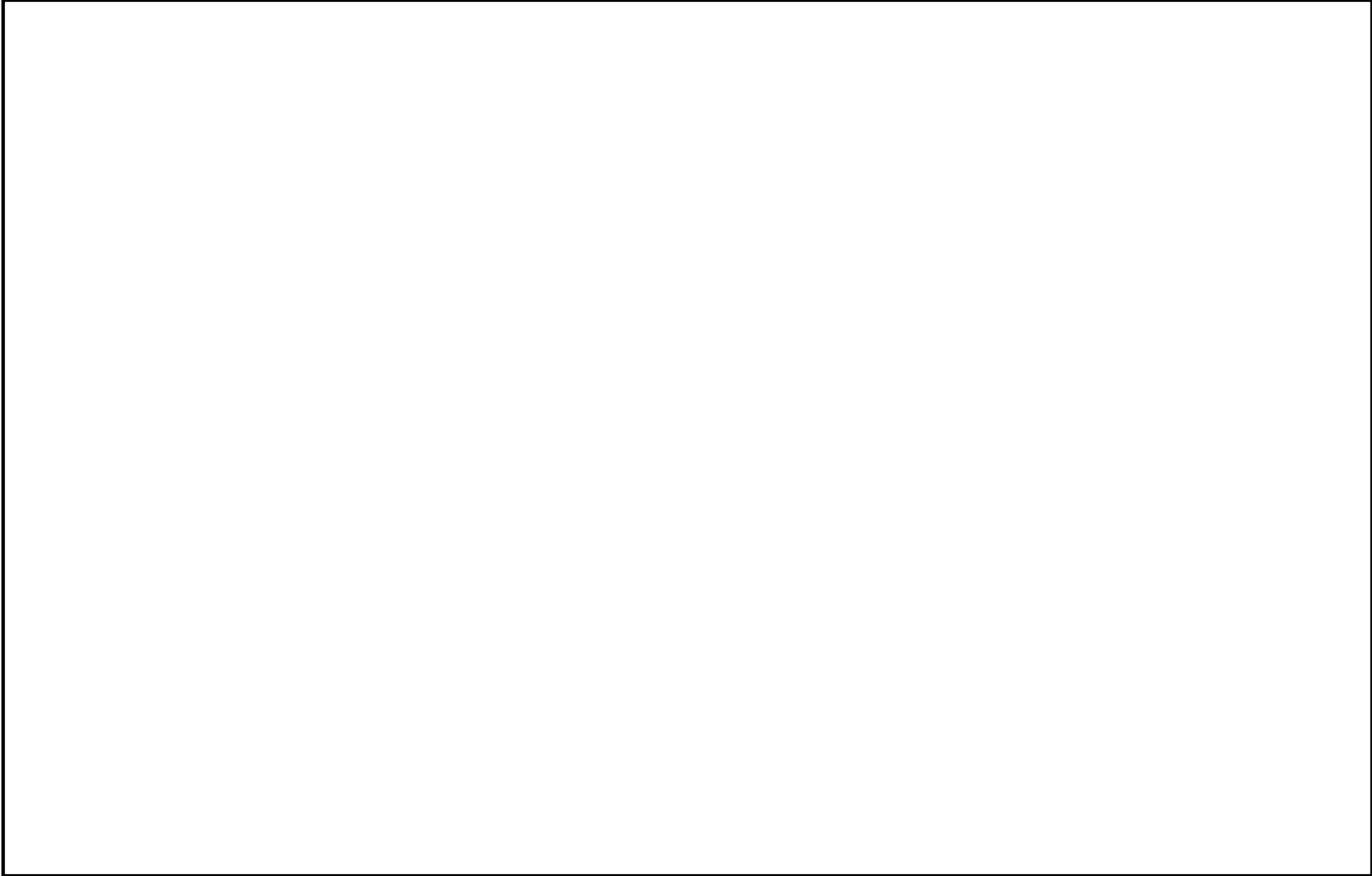
(2) 事業所内運搬の手順（計画）

- ①：玄海 4 号機燃料取扱棟にて玄海 4 号機使用済燃料を容器へ装荷（別紙 2 参照）
- ②：玄海 4 号機燃料取扱棟から玄海 3 号機燃料取扱棟まで実入容器の炉間輸送（別紙 1 参照）
- ③：玄海 3 号機燃料取扱棟にて玄海 4 号機使用済燃料を容器から取出し（別紙 2 参照）
- ④：玄海 3 号機燃料取扱棟から玄海 4 号機燃料取扱棟まで空容器の輸送（別紙 1 参照）

2. 使用済燃料の運搬に係る運用管理について

使用済燃料を運搬（装荷、取出し含む）する際の運用管理として遵守すべき事項を、「玄海原子力発電所原子炉施設保安規定 第97条（使用済燃料の運搬）」及び保安規定の下位文書「燃料管理基準」、「燃料管理業務要領」に定める。

事業所外運搬における構内輸送経路図及び事業所内運搬経路図



事業所内運搬作業手順 [標準的な作業手順]

・玄海 4 号機燃料取扱棟への空容器搬入から実入容器搬出までの標準的な作業手順を下図に示す。なお、玄海 3 号機燃料取扱棟への実入容器搬入から空容器搬出までの手順は下図と同様のため省略する。

手順	(1) 玄海 4 号への搬入、緩衝体取外し	(2) 本体立起し	(3) 除染ピットへ移動、 空容器の確認、プール入水準備	(4) 除染ピットから吊上げ、 キャスクピットへ移動、設置	(5) 燃料装荷及び上部スツールの取付
要領図					
主な作業内容	専用車両で玄海 4 号 FH/B 建屋内へ輸送容器を移動させ、輸送容器の封印解除及び上・下部緩衝体等を取外す。	垂直吊具にて本体を立て起こす。	本体を除染ピットへ移動させ、転倒防止装置を取付け後、外観検査・吊上確認等を実施し、本体の防染養生を行う。	転倒防止装置を取外して本体を吊上げ、キャスクピットに移動し、キャスクピット底面まで吊下して着底させる	使用済燃料集合体をバスケット内へ装荷する
手順	(6) CLP から吊上げ	(7) 除染ピットへ移動、設置 搬出準備、発送前検査	(8) 玄海 4 号機からの搬出		(9) 事業所内運搬 玄海 4 号→玄海 3 号
要領図					
主な作業内容	蓋を吊下ろし本体に取付け後、垂直吊具を上部トラニオンに取付け、本体の散水除染を行いながら、吊上げる。	本体を除染ピットに移動させ、転倒防止装置を取付け後、本体の本除染等を実施し、発送前検査を行う。	本体を垂直吊具にて吊上げ、輸送架台へ横倒し、上・下部緩衝体を取付ける。		玄海 4 号機から玄海 3 号機へ事業所内運搬を行う。

本申請に係る設工認申請書と核燃料輸送物設計承認書の

相違箇所の説明について

1. 概要

使用済燃料運搬用容器（以下「当該容器」という。）の設置は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」別表第一中欄「核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（1）燃料取扱設備（使用済燃料を取り扱うものに限る。）に係るもの改造」に該当するため、設計及び工事計画認可申請を行う必要がある。一方、当該容器（NFT-14P型）の設計については、「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」及び「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技術上の基準に係る細目等を定める告示」に基づき、「核燃料輸送物設計承認（平成23年10月11日付 平成22・10・28原第26号）」（以下「設計承認」という。）を取得している。設計承認の評価内容等については「核燃料輸送物設計承認書」（以下「設計承認書」という。）に記載されているため、本申請に係る設計及び工事計画認可申請書（以下「設工認申請書」という。）の一部においては設計承認書の記載内容を引用し、技術基準規則への適合性を説明している箇所がある。そのため、本資料は設工認申請書と設計承認書の相違の有無及び相違箇所について説明するものである。

2. 記載内容の相違箇所について

設工認申請書と設計承認書の記載内容の相違の有無及び相違箇所の説明を別紙に示す。なお、設工認申請書における記載の適正化（例：設計承認書「遮へい」⇒設工認申請書「遮蔽」等）に関する説明は省略する。

以 上

本申請に係る設工認申請書		設計承認書※ ()内は頁番号を示す	相違の有無※	相違箇所の説明
本文				
	鑑			
	目次			
1	氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名	—	○	—
2	工事計画			
	申請範囲目次			
	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設			
	燃料取扱設備に係る次の事項			
	(3)使用済燃料運搬用容器の名称、種類、容量、最高使用圧力、最高使用温度、主要寸法、材料及び個数並びに放射線遮蔽材の種類、主要寸法、冷却方法及び材料	—	○	新たに設置する使用済燃料運搬用容器(以下「当該容器」という。)の実用炉規則別表第二の設備別記載事項について説明する。
	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格(申請に係るものに限る。)			
	(1)基本設計方針			
	第2章個別項目			
	1. 燃料取扱設備			
	5. 主要対象設備	—	○	基本設計方針にて4号使用済燃料を当該容器に入れて3号燃料取扱棟内へ運搬し3号機の使用済燃料貯蔵設備に貯蔵すること及び当該容器の使用済燃料取扱中における安全性(未臨界性、冷却能力、遮蔽、衝撃、熱及び容器に加わる負荷に耐え、かつ、容易に破損しないこと)を説明する。また、主要設備リストに当該容器を追加する。その他の記載については、既設計及び工事計画(以下「既設工認」という。)から変更はない。
	表1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の主要設備リスト			
	付表1 略語の定義			
	第1章共通項目			
	5. 設備に対する要求	—	○	既設計及び工事計画(以下「既設工認」という。)から変更はない。
	6. その他			
	(2)適用基準及び適用規格			
	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 個別項目	—	○	本申請に係る適用基準及び適用規格の追加はなく、既設工認から変更はない。
	原子炉冷却系統施設 共通項目			
	工事の方法			
	7 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に係る工事の方法	—	○	本申請に係る工事の手順及び使用前事業者検査の方法に変更はなく、既設工認から変更はない。
	原子炉本体に係る工事の方法			
3	工事工程表	—	○	工事工程及び使用前事業者検査の時期について説明する。
4	設計及び工事に係る品質マネジメントシステム	—	○	本申請に係る具体的な品質管理の方法及び組織等の計画された事項に変更はなく、既設工認から変更はない。
5	変更の理由	—	○	新たに当該容器を設置する理由について説明する。
6	添付書類			
	(1)添付資料目次	—	○	下記の添付資料にて説明する。
	(2)添付図面目次			
添付資料				
	添付資料目次(詳細)			
添付資料1	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	—	○	令和元年11月20日付け原規規発第1911201号にて許可された設置許可との整合性について説明する。
添付資料1-1	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書(本文5号)			
添付資料1-2	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書(本文11号)			
添付資料2	設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	□章B 熱解析(□-B-27,34~36)	×	—
添付資料3	強度に関する説明書(クラス3容器に係る強度計算)	—	○	当該容器はクラス3容器に該当するため、技術基準規則第17条への適合性について説明する。なお、クラス3容器に係る強度計算については、既設工認において実績がある。
別添	衝撃、熱等に係る強度計算書	イ章 核燃料輸送物の説明(イ-6~9,21~35) □章A 構造解析(□-A-2~223)	×	—
別紙	解析コードに関する説明書	参考資料((□)-A-1~6)	×	—
添付資料4	燃料取扱設備の核燃料物質が臨界に達しないことに関する説明書	□章E 臨界解析(□-E-1~26)	×	—
別紙	解析コードに関する説明書	参考資料((□)-E-1~7)	×	—
添付資料5	使用済燃料運搬用容器の冷却能力に関する説明書	—	×	評価内容は添付資料6の3項「熱除去に関する説明書」と同じであるため、添付資料6を参照する。
添付資料6	使用済燃料運搬用容器の放射線遮蔽材の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書	□章B 熱解析(□-B-1~83) □章D 遮蔽解析(□-D-1~77)(ホ-1,3,4)	×	—
別紙	解析コードに関する説明書	参考資料((□)-B-1,(□)-D-1~20)	×	—
添付資料7	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	—	○	本申請に係る具体的な品質管理の方法及び組織等の計画された事項に変更はなく、既設工認から変更はない。
添付資料7-1	設計及び工事に係る品質マネジメントシステム			
添付資料7-2	本設計及び工事計画に係る設計の実績、工事及び検査の計画			
添付図面				
	添付図面目次(詳細)			
第1図	燃料取扱設備の構造図	—	○	当該容器に係る構造について説明する。
別紙	使用済燃料運搬用容器の寸法公差(径及び厚さ)			

※凡例 記載なし:—、相違有:○、相違無:×

使用済燃料運搬用容器の中性子遮蔽体（レジン）に関する 使用前事業者検査についての考え方について

1. 概要

使用済燃料運搬用容器の使用前検査について、至近の実績では、現地にて立会検査又は製造時の記録確認を実施している。このうち中性子遮蔽体（以下「レジン」という。）については、直接検査ができないことから、製造時の記録確認を実施している。

今回申請する使用済燃料運搬用容器の使用前事業者検査においても、当該箇所の材料検査及び寸法検査は製造時の記録確認を予定しているが、当該箇所は使用に伴う遮蔽性能の変化が生じる可能性があるため、検査における製造時の記録確認の考え方について説明するものである。

2. 他電力における使用前検査実績

レジンの他電力における使用前検査実績は以下のとおりである。

(1) 検査項目

- a. 材料検査
- b. 寸法検査

(2) 検査方法

- a. 材料検査
 - ・ 工事計画書に記載のレジン密度、 B_4C 、H の含有量を満足していることを検査記録（製造時記録）により確認する。
- b. 寸法検査
 - ・ 工事計画書に記載されている主要寸法を検査記録（製造時記録）により確認する。

(3) 判定基準

- a. 材料検査
 - ・ 工事計画書に記載のレジン密度、 B_4C 、H の含有量を満足していること。
- b. 寸法検査
 - ・ 主要寸法の測定値が許容範囲内（使用前検査要領書に記載）にあること。

3. 検査の考え方

レジンに関しては、製造時に中性子遮蔽性能検査（遮蔽体厚さ、材質の密度及び組成の確認）（別紙1参照）及び寸法検査（最小寸法以上であることの確認）を実施し、所定の中性子遮蔽性能を担保できていることを確認している。これらを踏まえ、製造時記録を今回の使用前事業者検査記録として問題ない理由を下記に示す。

(1) 材料検査

核燃料輸送物設計承認書（以下「SAR」という。）にて、使用に伴うレジンの加熱によって熱分解が起こる可能性を重量減損として考慮した場合の遮蔽評価を実施しており、その結果は基準値を十分満足することから、使用に伴うレジンの重量減損による中性子遮蔽性能への有意な影響はないと考えられる。

（別紙2参照）

(2) 寸法検査

SARにて、通常輸送時及び一般の試験条件下において変形及び破断のないことを構造解析にて評価している。

製造時に確認している内容

製造時の中性子遮蔽性能検査では、以下の2点を確認している。

- ① 遮蔽体厚さ
- ② 材質の密度及び組成

①については、鑄込み部（中間筒-外筒間）が所定の寸法以上であることを遮蔽寸法検査で確認している。②については、基本的に以下の方法より、ロットサンプルの分析により確認を行っている。また、実機における鑄込み作業中に材料サンプリングを行い、硬化後密度が所定の密度以上であることの確認も実施している。

（SAR 参考 中性子遮蔽性能検査より：参-B-14 頁）

中性子遮蔽材を構成する主剤、硬化剤等の配合比が明らかな場合は、各々の成分及び所定の配合比で混練されていることを確認する。また、前記の配合比が不明な場合は、実機鑄込み時に採取したサンプルの分析等を行うことにより中性子遮蔽性能を確認する。ただし、ロットサンプル等が実機鑄込みサンプルと同等の成分を持つことが確認できる場合は、ロットサンプル等の分析により中性子遮蔽性能を確認する。

なお、中性子遮蔽材の製作方法については、所定の密度及び組成以上の中性子遮蔽材が製作可能であることを確認した施工法を定め、中性子遮蔽材の分析を行っている。製造時には、この施工法確認された製作方法（製作手順ならびに材料、主剤及び硬化剤の混合量、混合方法）によって行われていることを確認している。

確認している密度及び組成は以下のとおりである。

密度 (g/cm ³)	: 1.62	SAR 印章D ロ-D-33 頁記載値
B ₄ C (g/cm ³)	: 0.0155	
H (g/cm ³)	: 0.086	

なお、上記の炭化ホウ素濃度及び水素濃度については、工程中の誤差を考慮して、安全側に設定した（遮蔽評価に用いている）値である。

中性子遮蔽体の経年的な変化による遮蔽性能への影響について

使用中の中性子遮蔽体の経年的な変化による遮蔽性能への影響については、熱によって生じる中性子遮蔽体の熱分解を重量減損として仮定した場合の遮蔽評価結果を SAR（ロ章 D 附属書類）に記載している。記載内容を添付 1 に示す。

なお、記載にある中性子遮蔽体の重量減損量の 2.9% は、レジンの連続加熱試験^{*1} データに基づくものである。試験に関しては SAR（参考資料ロ章 B の B. 3 添付 2）に記載しており、2.9% は 170°C で 5000 時間加熱した際の減損量である。

試験条件について、評価に用いた加熱温度 170°C は以下のような裕度を持つ。

- ・ 試験結果は加熱温度が低いほど重量減損割合は小さくなっており、評価に用いた 170°C はレジンの使用可能温度であるが、SAR の熱解析評価のレジン最高温度は 158°C であるため裕度がある。
- ・ SAR 評価の 158°C は燃料が最大発熱量の場合であり、実際の輸送ではすべてが最大発熱量ではないため、158°C に対しても裕度がある。

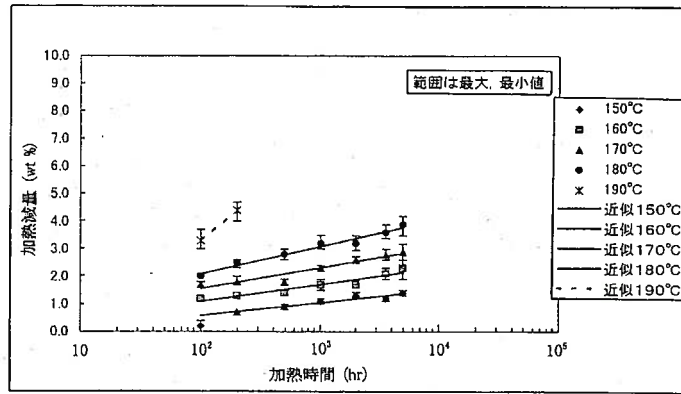
また、試験時間の 5000 時間については次のように考察できる。

- ・ 加熱時間 1000 時間以上で重量減損割合は急減しているため、加熱が 5000 時間を超えても減損量の大幅な増加はないと考えられる。

以上より SAR の 2.9% 減損評価は十分裕度を持った評価^{*2} であり、その評価結果も添付 1 より基準値を十分満足することから、使用に伴うレジンの重量減損は遮蔽性能に有意な影響を与えるものではないと考えられる。

※1：絶縁材料の耐熱性評価に関する国際規格（IEC Pub.216-1）及びプラスチックに対する長期耐熱性試験での温度－時間限界の決定方法を定めたドイツの規格（DIN53 446）に準拠して連続加熱評価試験を実施。

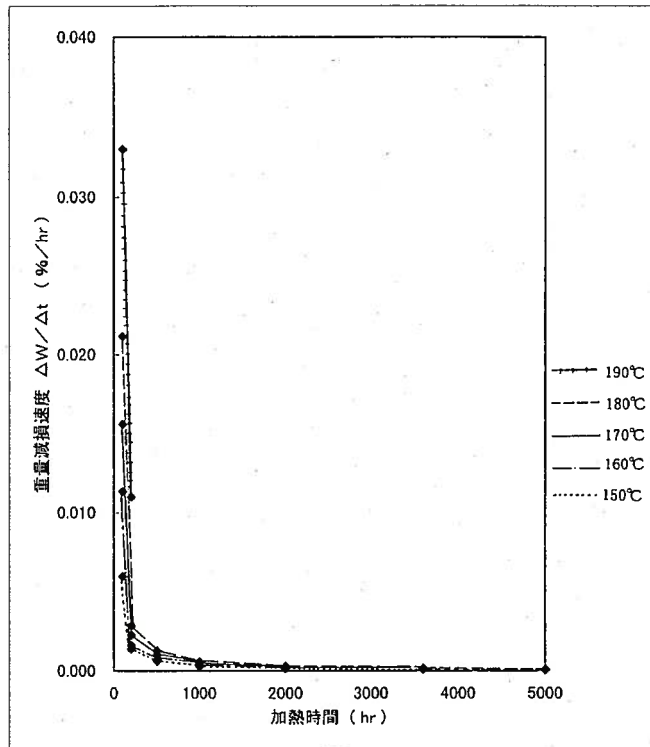
※2：一般の試験条件下における温度解析結果を基に、5000 時間の重量減損データを用いて重量減損量を求めると、1.4%となる。



(注) 重量減損予測直線は最小二乗法により $A + B \cdot \log t$ 式 (A, B : 定数, t : 加熱時間) でフィッティングしたものである。

(ロ) 一第B. 参8図 レジンの連続加熱試験における重量減損評価結果

—5000 時間までの結果—



(ロ) 一第B. 参9図 レジン減損速度の時間変化

$$(\text{重量減損速度 } \Delta W / \Delta T = (\Delta W_n - \Delta W_{n-1}) / (t_n - t_{n-1}))$$

ΔW : 加熱時間 t_{n-1} から t_n の間の重量減損

Δt : t_{n-1} から t_n までの時間間隔

ΔW_n : 加熱時間 t_n における重量減損

ΔW_{n-1} : 加熱時間 t_{n-1} における重量減損

(注) 各時間の重量減損は (ロ) 一第B. 参8図のフィッティング直線に基づいて算出した。

図-1 加熱試験結果グラフ (SAR 参考資料より)

D.6 付属書類

D.6.1 中性子遮蔽体の重量減損を考慮した場合の遮蔽評価

中性子遮蔽体領域は、通常輸送時及び一般の試験条件下において温度分布を有しており、外部ほど温度は低くなっている。ここでは、当該領域すべてが中性子遮蔽体の最高使用可能温度である 170℃となり、この温度における中性子遮蔽体の重量減損 (2.9%) があるとした保守側の仮定の下で、輸送容器表面及び表面から 1 m 位置における線量当量率を求め、この条件下においても輸送物の安全性に有意な影響のないことを示す。

なお、特別の試験条件下の評価については、既に 50% の重量減損があるものとして安全解析が行われていること、また、この仮定が次項 (D.6.2 項) に示す結果より十分保守側であることが明らかであるため、ここでは通常輸送時及び一般の試験条件下の評価のみ実施する。

(1) 検討条件

以下に示す条件にもとづき検討評価を行う。

- ① 中性子遮蔽体の重量減損に寄与する物質の殆んどが水分であるため、減損により遊離した物質は、すべて水分とする。したがって、減損する原子は水素及び酸素として、これらの重量減損量は以下のとおりとする。

$$\text{水素} : 0.029 \times \frac{\text{水素の原子量} \times 2}{\text{水の分子量}} = 0.029 \times \frac{2}{18} = 3.22 \times 10^{-3}$$

$$\text{酸素} : 0.029 \times \frac{\text{酸素の原子量}}{\text{水の分子量}} = 0.029 \times \frac{16}{18} = 2.578 \times 10^{-2}$$

- ② ①の前提にもとづき中性子遮蔽体の原子数密度については、重量減損のない場合の値を n_0 、重量減損した場合の値を n_1 とすると、水素、酸素については以下のとおりとなる。なお、これ以外の元素については、 $n_1 = n_0$ である。

$$\text{水素} : n_{1H} = n_{0H} \times (\alpha_H - 3.22 \times 10^{-3}) / \alpha_H$$

$$\text{酸素} : n_{1O} = n_{0O} \times (\alpha_O - 2.578 \times 10^{-2}) / \alpha_O$$

ここで、 α_H : 減損のない場合の水素の重量割合 ($0.086/1.62 = 0.0531$)

α_O : 減損のない場合の酸素の重量割合 (0.423)

以上より

$$n_{1H} = 0.939 \times n_{0H}$$

$$n_{1O} = 0.939 \times n_{0O}$$

- ③ モデル仕様については、減損のない場合 (D.3 項) と同様とする。

以上より、評価にあたっては、(ロ)－第D.8表に示す中性子遮蔽体領域の水素及び酸素の原子数密度を以下のとおり変更して実施する。

(ロ)－第D.付1表 原子数密度の比較

(単位： 10^{24}atoms/cm^3)

		重量減損考慮した場合	減損なし ((ロ)－第D.8表記載)
側部	水素	4.413×10^{-2}	4.698×10^{-2}
	酸素	2.219×10^{-2}	2.363×10^{-2}
上・下部	水素	4.768×10^{-2}	5.076×10^{-2}
	酸素	2.397×10^{-2}	2.553×10^{-2}

(2) 検討方法

上記の条件のもと“D.4遮蔽評価”に従って検討・評価する。

D.4遮蔽評価の解析対象から、基準線量当量率に対して余裕の少ないタイプ3に対して評価を行う。

(3) 検討結果

通常及び一般の試験条件下における輸送物表面及び表面から1 m位置における線量当量率を(ロ)－第D.付2表に示す。

(ロ) 第D.付2表 通常輸送時及び一般の試験条件下の線量当量率 (タイプ3)

単位 (μ Sv/h)

		頭 部		側 部	底 部			
		軸 方 向	径 方 向		径 (水位) 方 向	軸 方 向	径(トランニオン)方 向	
評 価 点		①	③	⑤	⑦	⑨	⑪	
輸送物表面	ガンマ線	燃料有効部	9.5	69.8	99.4	221.1	5.9	158.8
		構造材放射化	132.5	190.5	6.7	27.3	6.0	20.9
		二次ガンマ線	< 0.1	4.8	6.4	19.6	0.3	11.9
	中 性 子		16.2	301.4	37.7	986.7	65.1	1103.0
	合 計		158.3	566.5	150.2	1254.7	77.3	1294.6
評 価 点		②	④	⑥	⑧	⑩	⑫	
表面から1 m位置	ガンマ線	燃料有効部	2.7	16.9	45.2	30.0	5.2	28.3
		構造材放射化	34.7	24.0	3.5	5.5	5.2	2.6
		二次ガンマ線	< 0.1	0.9	2.9	1.9	< 0.1	1.6
	中 性 子		4.2	13.8	15.1	29.1	15.1	46.0
	合 計		41.7	55.6	66.7	66.5	25.6	78.5
基 準	表 面		2000					
	表面から1 m位置		100					

(4) 結果の要約及びその評価

(ロ)ー第D.付3表に中性子遮蔽体の重量減損のない場合の線量当量率との重量減損を考慮した場合の線量当量率の比較を示す。

(ロ)ー第D.付3表 線量当量率の比較 (タイプ3)

(単位：μSv/h)

		輸送物表面					表面から1 m				
		頭部		側部	底部		頭部		側部	底部	
		軸方向	径方向		径方向	軸方向	軸方向	径方向		径方向	軸方向
減損あり	ガンマ線	142.1	265.1	112.5	191.6	12.2	37.5	41.8	51.6	32.5	10.5
	中性子	16.2	301.4	37.7	1103.0	65.1	4.2	13.8	15.1	46.0	15.1
	合計	158.3	566.5	150.2	1294.6	77.3	41.7	55.6	66.7	78.5	25.6
減損なし	ガンマ線	142.1	263.3	108.9	190.5	12.2	37.5	41.0	49.6	31.6	10.5
	中性子	15.8	292.0	32.0	1070.9	65.1	4.2	12.9	12.9	44.4	15.1
	合計	157.9	555.3	140.9	1261.4	77.3	41.7	53.9	62.5	76.0	25.6
基準値		2000 (通常輸送時及び一般の試験条件)					100 (通常輸送時)				

以上より重量減損を考慮した場合の線量当量率に関し、その増加は最大でも7%程度であり、また輸送規則に定められる技術基準も十分に満足するため、中性子遮蔽体の重量減損は輸送物の安全性に有意な影響を与えないことが明らかである。

使用済燃料運搬用容器（NFT-14P）に収納する核燃料物質の仕様について

1. 概要

本資料では、使用済燃料運搬用容器の設計条件（収納する核燃料物質の仕様）が、今回収納する玄海4号機の燃料集合体の仕様を包含していることを説明する。

2. 使用済燃料運搬用容器の設計条件と玄海4号機燃料集合体の仕様比較

項目	燃料集合体の種類と型式	使用済燃料運搬用容器（核燃料輸送物設計承認書記載内容）						玄海4号機燃料集合体
		タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5	タイプ6	
		ステップ1燃料			ステップ2燃料			
		14×14 配列型	15×15 配列型	17×17 配列型	14×14 配列型	15×15 配列型	17×17 配列型	
種類		軽水炉（PWR）使用済燃料						同左
性状		固体（二酸化ウラン粉末焼結体）						同左
輸送容器1基当たりの仕様	平均燃焼度（MWD/MTU以下）	[Redacted]						—
	放射能の量（PBq以下）	[Redacted]						—
	発熱量（kW以下）	54						—
	収納体数（以下）	14						—
燃料集合体1体の仕様	燃料集合体重量（kg以下）	590	670	680	600	680	690	[Redacted]
	ウラン重量（kg以下）	410	470	470	420	470	480	
	初期濃縮度（%以下）	4.3	4.3	4.3	4.9	4.7	4.9	
	最高燃焼度（MWD/MTU以下）	[Redacted]						
	冷却日数（日以上）	[Redacted]						

※1：A型、B型燃料の仕様を包絡した数値を記載。

※2：7年（2555日）以上冷却した玄海4号機の使用済燃料を玄海3号機燃料取扱棟内の使用済燃料ピットに運搬する。

3. 結果

2.の表に示すとおり、使用済燃料運搬用容器の設計条件は、玄海4号機の燃料集合体の仕様（[Redacted]と同等）を包含しており、収納可能である。

玄海 3、4 号機 燃料取扱棟クレーンへの影響評価

1. 概要

本資料は、使用済燃料運搬用容器を玄海 3、4 号機燃料取扱棟クレーン（以下「当該クレーン」という。）にて取扱う場合の当該クレーンへの影響についてまとめたものである。

2. 評価

使用済燃料運搬用容器は、当該クレーン主巻にて取扱う計画である。当該クレーン主巻の容量（吊荷重）は玄海 3、4 号機共に 150t^{*1}であるが、使用済燃料運搬用容器を取扱う際の最大重量は約 126t^{*2}であり、十分な余裕があるため、当該クレーンへの影響はない。

※1：玄海 3 号機：既工事計画認可申請書工事計画書（令和 2 年 3 月 30 日付け原規規発第 2003301 号にて認可）による。

玄海 4 号機：既工事計画認可申請書工事計画書（平成 29 年 9 月 14 日付け原規規発第 1709141 号にて認可）による。

※2：使用済燃料運搬用容器を取扱う際に最大となる重量の組合せは、以下のとおりである。

- ・輸送物総重量：115t
- ・水平吊具：約 6.7t
- ・輸送架台：3.8t