

HTTR原子炉施設 設工認 (1次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新)

令和5年11月16日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高温ガス炉研究開発センター
高温工学試験研究炉部

本申請は、原子炉冷却系統施設のうち一次冷却設備のうち1次ヘリウム循環機に係る回転数制御装置の更新に関するものである。

原子炉冷却系統施設は、次の各設備から構成される。

- (1) 一次冷却設備
- (2) 二次冷却設備
- (3) 非常用冷却設備
- (4) その他の主要な事項

上記のうち、(1) 一次冷却設備は、次の各設備から構成される。

- イ. ヘリウムガス
- ロ. 中間熱交換器
- ハ. 1次加圧水冷却器
- ニ. 1次ヘリウム循環機
- ホ. 1次ヘリウム配管(二重管)
- ヘ. 1次ヘリウム主配管(単管)
- ト. 主要弁

今回の申請範囲は、ニ. 1次ヘリウム循環機の一部である周波数変換器に関するものである。なお、周波数変換器は回転数制御装置に収納する。

【設計条件】

運転状態に応じた1次冷却材の循環流量を確保するため、1次ヘリウム循環機の回転数を可変させることのできる周波数変換器を設ける。

【設計仕様】

周波数変換器により、1次ヘリウム循環機の回転数を制御することで、1次冷却材の循環流量を確保する。1次ヘリウム循環機の設計仕様を第3.2表に示す。第3.2表の循環機、電動機及びフィルタのうち周波数変換器による回転数制御範囲を除く事項については、既認可の設計仕様から変更はなく本申請の対象外である。

設計条件及び設計仕様(2/2)

第3.2表 1次ヘリウム循環機的设计仕様

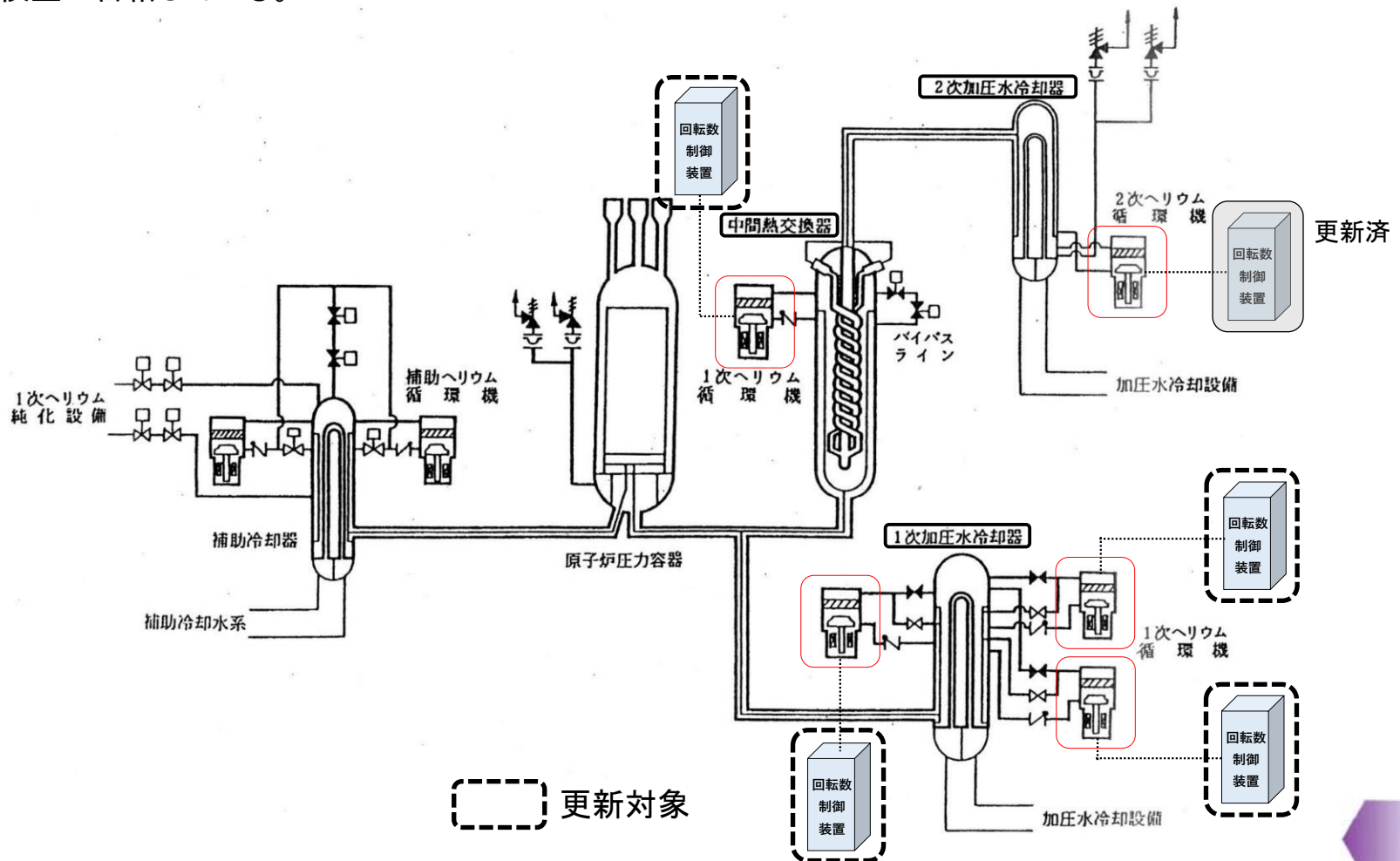
名 称			1次ヘリウム循環機		
			1次加圧水冷却器用	中間熱交換器用	
循 環 機	形 式	—	たて型遠心式動圧ガス軸受型	たて型遠心式動圧ガス軸受型	
	流 量(最 大)	t/h/台	15.1	14.9	
	昇 圧(最 大)	kPa (kg/cm ²)	107.9(1.1)	79.4(0.81)	
	主 要 材 料	上部ケーシング	—	SCMV4-2 NT, SFVA F22B	SCMV4-2 NT, SFVA F22B
		下部ケーシング	—	SFVA F22B 相当(SA336 F22)	SFVA F22B 相当(SA336 F22)
		管台	—	SFVA F22B	SFVA F22B
		ボルト	—	SNB 16	SNB 16
全 高	mm	3332	3332		
台 数	—	3	1		
電 動 機	形 式	—	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機	
	出 力	kW/台	260	190	
	周波数変換器による 回転数制御範囲	rpm	3,000~12,000	3,000~12,000	
	制 動 方 式	—	直流制動	直流制動	
	制 動 時 間	秒	10 以内	10 以内	
	台 数	—	3	1	
フ ィ ル タ	形 式	—	焼結金属型	焼結金属型	
	主 要 材 料	—	SUS316	SUS316	

既認可(平成4年4月9日付)の設工認においては、参考資料(p17)に示すように設計仕様に周波数変換器の型式の記載があったが、令和4年10月31日付で認可された2次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新に係る設工認において、周波数変換器の形式を変更しても回転数制御範囲に変更はないことを理由に設計仕様から型式の記載を削除している。このため、本申請においても、設計仕様に周波数変換器の型式は記載しない。

注) 当該表は、4安(原規)第47号(平成4年4月9日付け)にて認可された設計及び工事の方法の認可申請書の設計仕様の記載を一部見直したものである。

回転数制御装置の構成

1次ヘリウム循環機4台、2次ヘリウム循環機1台の合計5台のヘリウム循環機を有しており、更新する制御装置は1次ヘリウム循環機用の回転数制御装置(4台)である。また、1次加圧水冷却器のみで熱交換を行う単独運転モード、1次加圧水冷却器並びに中間熱交換器により熱交換を行う並列運転モードを有しており、各々に対し定格運転モード及び高温試験運転モードの選択が可能である。なお、2次ヘリウム循環機用回転数制御装置の更新は、令和4年10月31日付で設工認が認可され、令和5年3～4月に現地更新工事を実施し、同年9月に使用前事業者検査に合格している。



①1次冷却材の循環機能 (PS-3)

プラント制御回路からの循環機の回転数増減指令を元に回転数制御装置内に収納する周波数変換器により、循環機が要求する回転数に応じた周波数の交流電圧に調整する機能。

②原子炉冷却材圧力バウンダリの温度上昇の抑制機能 (MS-3)

安全保護回路からの信号（原子炉スクラム信号）により、周波数変換回路のうちの回転数制御装置を停止させることに加え、交流遮断器を開動作し動力電源を遮断すると共に直流遮断器を閉動作し蓄電池から直流電源を印可させることで、循環機を制動停止させるインターロック機能。

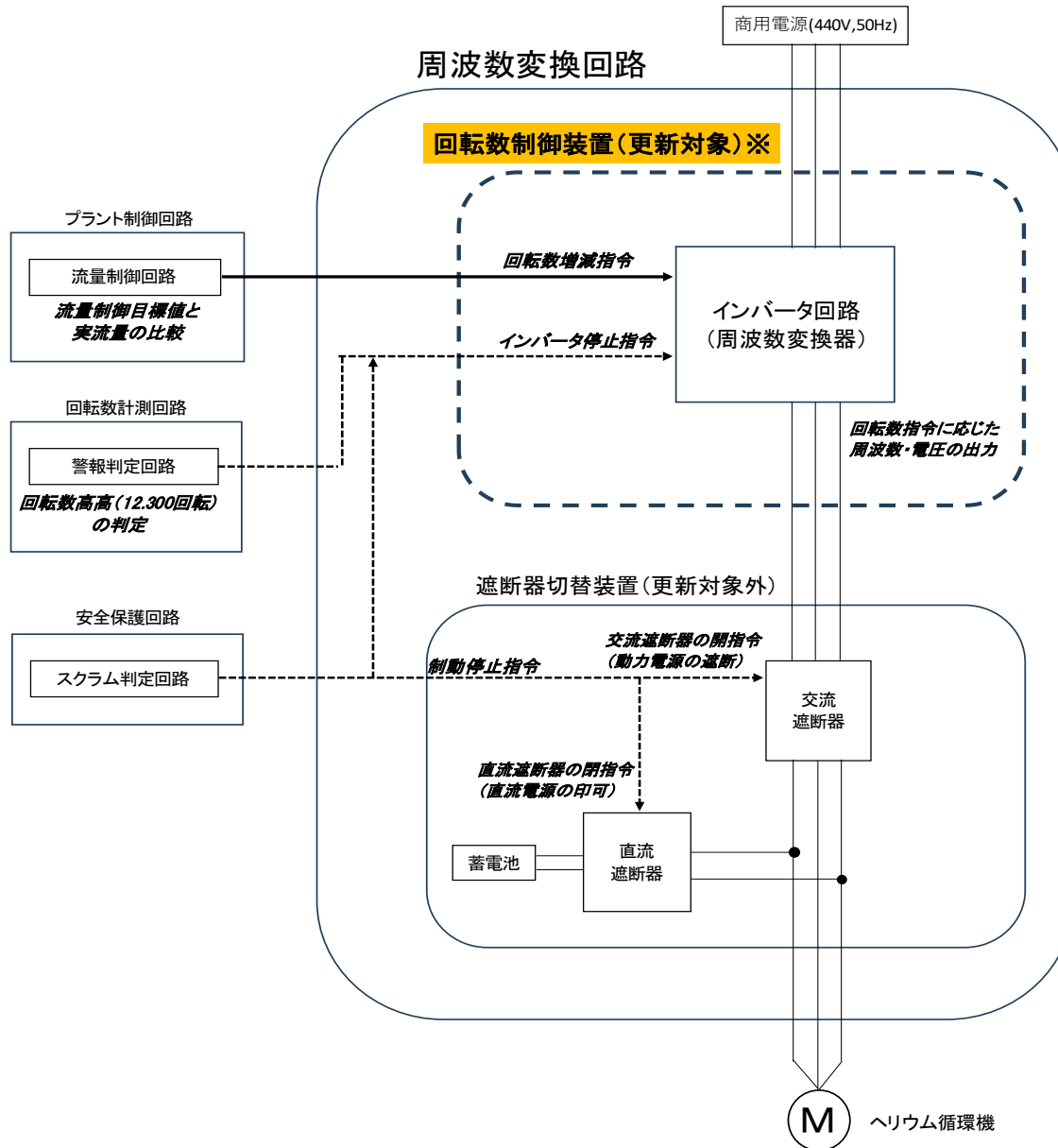
③過冷却による反応度添加の抑制機能 (MS-3)

回転数計測回路からの信号（回転数高高：12,300回転）により、周波数変換回路のうちの回転数制御装置を停止させるインターロック機能。

安全重要度分類表

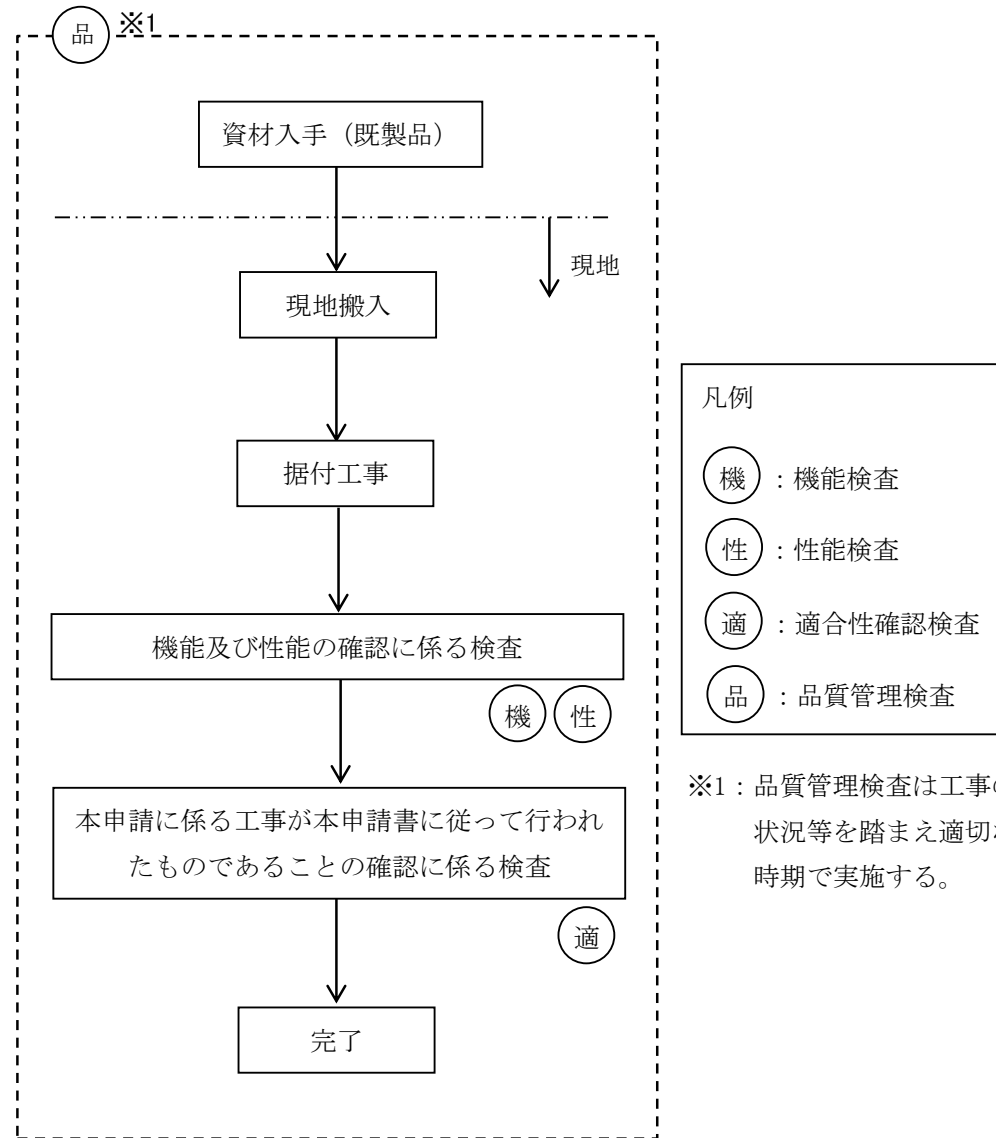
分類	定義	機能	構築物・系統・機器
PS-3	異常状態の起因事象となるものであって、PS-1、PS-2以外の構築物、系統及び機器	1次冷却材の循環	1次ヘリウム循環機
MS-3	運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	原子炉冷却材圧力バウンダリの温度上昇の抑制	ヘリウム循環機の周波数変換器（停止機能）
		過冷却による反応度添加の抑制	ヘリウム循環機の周波数変換器（最大回転数の抑制機能）

回転数制御装置の機能(2/2)



※更新する回転数制御装置は、更新済の2次ヘリウム循環機回転数制御装置と同一品（メーカー型式：FRN315G1S-4J）を使用する。

回転数制御装置機能説明図



第 4.1 図 1 次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新に係る工事フロー図

項目	年度	令和6				令和7			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
原子炉冷却系統施設のうち 1次ヘリウム循環機のうち 回転数制御装置						<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>			
					資材入手・現地搬入・据付工事※ △機、性、適※				

※令和7年度第1四半期中に開始し、令和7年度第3四半期中に完了

- (1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査
該当なし
- (2) 機能及び性能の確認に係る検査
機：機能検査
性：性能検査
- (3) 本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査
適：適合性確認検査、品：品質マネジメントシステム検査(※1)
※1：品質マネジメント検査は、工事の状況等を踏まえ適切な時期で実施する。
注記1：検査時期は、工事計画の進捗により変更となる場合がある。

検査項目	内 容
性能検査	ヘリウム循環機の回転数制御範囲(3,000～12,000回転)に相当する周波数及び電圧が周波数変換器から出力できることを確認する。
機能検査	原子炉スクラム信号が発信された場合並びにヘリウム循環機の回転数があらかじめ決められた回転数を超えた場合に循環機停止に係るインターロックが機能することを確認する。

【技術基準規則】

(冷却設備等)

第二十八条 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げる設備が設けられていなければならない。ただし、試験研究用等原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあっては、この限りでない。

- 一 原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材その他の流体を循環させる設備

(後略)

【適合性】

1次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新において、運転状態に応じた1次冷却材の循環流量を確保するため、1次ヘリウム循環機の回転数を可変させることのできる周波数変換器を設けることとしており、第1項第1号に適合する設計となっている。

【技術基準規則】

(原子炉冷却材圧力バウンダリ)

第五十四条 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障に伴う衝撃、反応度の変化その他の要因による荷重の増加その他の原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器に加わる負荷に耐えるものでなければならない。

【適合性】

1次ヘリウム循環機回転数制御装置の更新において、原子炉冷却材圧力バウンダリの温度上昇及び過冷却による反応度添加を抑制するために、1次ヘリウム循環機の停止機能及び最大回転数の制限機能を確保した周波数変換器を設けることとしている。本申請は、当該周波数変換器を更新するものであり、上記の機能を確保するための設計に変更は生じないため、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器への影響はないことから、第1項に適合する設計となっている。

原子炉設置許可申請書との整合性について



設計条件及び設計仕様は、原子炉設置変更許可申請書に記載された内容に「周波数変換器の形式」を除き、整合するものである。なお、現行の原子炉設置変更許可申請書に記載している「周波数変換器の形式」については、形式を変更しても回転数制御範囲に変更はないため、本来記載不要であることから、今後、記載の適正化にて変更する。

第4.3.3表 1次ヘリウム循環機の設備仕様

	中間熱交換器用	1次加圧水冷却器用
形式	たて型遠心式 動圧ガス軸受型	たて型遠心式 動圧ガス軸受型
台数	1	3
流量(最大)	約 15 t/h/台	約 15 t/h/台
昇圧(最大)	約 79.4 kPa(約 0.81 kg/cm ²)	約 107.9 kPa(約 1.1 kg/cm ²)
最高使用圧力	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)	4.7 MPa[gage](48 kg/cm ² g)
最高使用温度	430 ℃	430 ℃
材料		
ケーシング	低合金鋼	低合金鋼
主軸	低合金鋼	低合金鋼
電動機		
形式	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機
出力	約 190 kW	約 260 kW
回転数(可変)	約 3,000~12,000 rpm	約 3,000~12,000 rpm
周波数変換器の形式	サイリスタインバータ	サイリスタインバータ
フィルタ		
形式	焼結金属型	焼結金属型
材料	オーステナイト系 ステンレス鋼	オーステナイト系 ステンレス鋼

第3.2表 1次ヘリウム循環機的设计仕様

名称		1次ヘリウム循環機			
		1次加圧水冷却器用		中間熱交換器用	
循 環 機	形式	—	たて型遠心式動圧ガス軸受型	たて型遠心式動圧ガス軸受型	
	流量(最大)	t/h/台	15.1	14.9	
	昇圧(最大)	kPa (kg/cm ²)	107.9(1.1)	79.4(0.81)	
	主 要 材 料	上部ケーシング	—	SCMV4-2 NT, SFVA F22B	SCMV4-2 NT, SFVA F22B
		下部ケーシング	—	SFVA F22B 相当(SA336 F22)	SFVA F22B 相当(SA336 F22)
		管台	—	SFVA F22B	SFVA F22B
		ボルト	—	SNB 16	SNB 16
	全高	mm	3332	3332	
	台数	—	3	1	
	電 動 機	形式	—	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機
出力		kW/台	260	190	
周波数変換器による 回転数制御範囲		rpm	3,000~12,000	3,000~12,000	
制動方式		—	直流制動	直流制動	
制動時間		秒	10 以内	10 以内	
台数		—	3	1	
フ ィ ル タ		形式	—	焼結金属型	焼結金属型
	主要材料	—	SUS316	SUS316	

注) 当該表は、4安(原規)第47号(平成4年4月9日付け)にて認可された設計及び工事の方法の認可申請書の設計仕様の記載を一部見直したものである。

原子炉設置変更許可申請書(添付書類八)の記載

設工認申請書の記載

技術基準規則の条項		説明の必要性		適合性	
		項	号		有・無
第1条	適用範囲				
第2条	定義				
第3条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	1	—	無	HTTR施設は、特殊な設計による試験研究用等原子炉施設ではないため該当しない。
		2	—		
第4条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	1	—	無	HTTR施設は、廃止措置中の試験研究用等原子炉施設ではないため該当しない。
第5条	試験研究用等原子炉施設の地盤	1	—	無	HTTR原子炉建家は、十分に支持することができる地盤に設置していることを既認可で確認している。本申請は、その設計を変更するものではないため該当しない。
第6条	地震による損傷の防止	1	—	無	本申請の対象設備は、耐震重要度Cクラスの耐震性を有することを既認可で確認している。本申請は、その設計を変更するものではないため該当しない。 本申請の対象設備は、耐震重要施設ではないため該当しない。
		2	—		
		3	—		
第7条	津波による損傷の防止	1	—	無	本申請の対象設備を設置するHTTR原子炉建家は、設置(変更)許可の添付書類六で示した津波による遡上を考慮してもHTTR原子炉建家に到達しないことを設置(変更)許可で確認している。本申請は、その設計を変更するものではないため該当しない。
第8条	外部からの衝撃による損傷の防止	1	—	無	本申請の対象設備を設置するHTTR原子炉建家は、外部からの衝撃によりその安全性を損なう恐れがないことを既認可で確認している。本申請は、その設計を変更するものではないため該当しない。 原子炉を船舶に設置するものではないため、該当しない。 HTTR原子炉施設は、航空機の落下確率が防護設計の要否を判断する基準(10^{-7} 回/炉・年)を下回るため、防護措置は不要であることを設置(変更)許可で確認している。本申請は、その設計を変更するものではないため該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	
第9条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	1	—	無	本申請の対象設備は、試験研究用等原子炉施設への人の不法な侵入等の防止に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第10条	試験研究用等原子炉施設の機能	1	—	無	本申請の対象設備は、試験研究用等原子炉施設の機能に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	原子炉を船舶に設置するものではないため、該当しない。
第11条	機能の確認等	1	—	無	本申請の対象設備は、原子炉の安全を確保する上で必要な設備(安全機能の重要度分類クラス2以上)ではないため、該当しない。
第12条	材料及び構造	1	1~2	無	本申請の対象設備は、容器、管、弁及びポンプ並びにこれらを支持する構造物並びに炉心支持構造物ではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
第13条	安全弁等	1	—	無	本申請の対象設備は、安全弁等を有しないため、該当しない。
第14条	逆止め弁	1	—	無	本申請の対象設備は、逆止め弁を有しないため、該当しない。
第15条	放射性物質による汚染の防止	1	—	無	本申請の対象設備は、放射性物質を内蔵する機器ではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	

技術基準規則との適合性に係る説明の必要性について(2/4)

技術基準規則の条項		説明の必要性		適合性	
		項	号		
第16条	遮蔽等	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの遮蔽等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	1~3	無	
第17条	換気設備	1	1~4	無	本申請の対象設備は、HTTRの換気設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第18条	適用				
第19条	溢水による損傷の防止	1	—	無	本申請の対象設備は、溢水防護対象設備として選定していないため、該当しない。
		2	—	無	本申請の対象設備は、放射性物質を内蔵する機器ではないため、該当しない。
第20条	安全避難通路等	1	1~3	無	本申請の対象設備は、HTTRの安全避難通路等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第21条	安全設備	1	1~6	無	本申請の対象設備は、安全設備ではないため、該当しない。
第22条	炉心等	1	—	無	本申請の対象設備は、燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
第23条	熱遮蔽材	1	1~2	無	本申請の対象設備は、熱遮蔽材に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第24条	一次冷却材	1	—	無	本申請の対象設備は、一次冷却材に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第25条	核燃料物質取扱設備	1	1~8	無	本申請の対象設備は、核燃料物質取扱設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第26条	核燃料物質貯蔵設備	1	1~3	無	本申請の対象設備は、核燃料物質貯蔵設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	1~4	無	
第27条	一次冷却材処理装置	1	—	無	本申請の対象設備は、一次冷却材処理装置に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第28条	冷却設備等	1	1	有	別添-1に示すとおり。
			2	無	HTTR施設は、液体の一次冷却材を用いる試験研究用等原子炉ではないため、該当しない。
			3	無	HTTR施設は、密閉容器型原子炉ではないため、該当しない。
			4	無	本申請の対象設備は、一次冷却材に含まれる放射性物質及び不純物の濃度を原子炉の安全に支障を及ぼさない値以下に保つ設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
			5	無	本申請の対象設備は、原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
			6	無	本申請の対象設備は、非常用冷却設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
			7	無	本申請の対象設備は、原子炉停止時における原子炉格納容器内の残留熱や非常用冷却設備により除去された熱を最終ヒートシンクへ輸送する設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	本申請の対象設備は、冷却材の循環等により生ずる振動に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		3	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの一次冷却材の漏えいを検知する設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第29条	液位の保持等	1	—	無	ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外。
		2	—	無	
第30条	計測設備	1	1~4	無	ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外。
		2	—	無	

技術基準規則との適合性に係る説明の必要性について(3/4)

技術基準規則の条項		項 号		説明の必要性 の有無	適合性
		項	号	有・無	
第31条	放射線管理施設	1	1~3	無	本申請の対象設備は、HTTRの放射線管理施設に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第32条	安全保護回路	1	1~8	無	本申請の対象設備は、HTTRの安全保護回路に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第33条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	1	1~2	無	本申請の対象設備は、HTTRの反応度制御系統及び原子炉停止系統に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	1~4	無	
		3	—	無	
		4	1~3	無	
		5	—	無	
		6	—	無	
第34条	原子炉制御室等	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの原子炉制御室等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	
		5	—	無	
第35条	廃棄物処理設備	1	1~7	無	本申請の対象設備は、HTTRの廃棄物処理設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	1~3	無	
第36条	保管廃棄設備	1	1~3	無	本申請の対象設備は、HTTRの保管廃棄設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
第37条	原子炉格納施設	1	1~2	無	ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外。
第38条	実験設備等	1	1~5	無	本申請の対象設備は、HTTRの実験設備等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第39条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	1	—	無	ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設において準用の対象外。
第40条	保安電源設備	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの保安電源設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
第41条	警報装置	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの警報装置に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第42条	通信連絡設備等	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの通信連絡設備等に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
第43条～第52条	第三章 研究開発段階原子炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	無	HTTR施設は、研究開発段階原子炉ではないため該当なし。
第53条	適用				
第54条	原子炉冷却材圧力バウンダリ	1	—	有	別添-2に示すとおり。
		2	—	無	本申請の対象設備は、原子炉冷却材の流出を制限するための隔離装置に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		3	—	無	本申請の対象設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器の破壊じん性に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		4	—	無	本申請の対象設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリからの一次冷却材の漏えいを検出する装置に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第55条	計測設備	1	1~5	無	本申請の対象設備は、HTTRの計測設備に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	

技術基準規則の条項		説明の必要性の有無		適合性	
		項	号		
第 56 条	原子炉格納施設	1	1~4	無	本申請の対象設備は、HTTRの原子炉格納施設に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
		2	—	無	
		3	—	無	
		4	—	無	
		5	—	無	
第 57 条	試験用燃料体	1	1~4	無	本申請の対象設備は、HTTRの試験用燃料体に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第 58 条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止	1	—	無	本申請の対象設備は、HTTRの多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止に関する設計に影響を与えるものではないため、該当しない。
第 59 条	準用				
第 60 条 ～ 第 70 条	第五章 ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設に関する条項	—	—	無	HTTR施設は、ナトリウム冷却型高速炉ではないため対象外。
第 71 条	第六章 雑則				

【参考資料】既設工認申請書における周波数変換器の設計仕様



名称			1次ヘリウム循環機		
			1次加圧水冷却器用	中間熱交換器用	
循	形式	—	たて型遠心式動圧ガス軸受型	たて型遠心式動圧ガス軸受型	
	流量(最大)	t/h/台	15.1	14.9	
	昇圧(最大)	kPa {kg/cm ² }	107.9 {1.1}	79.4 {0.81}	
環	主	上部ケーシング	—	SCMV4-2 NT, SFVA F22B	SCMV4-2 NT, SFVA F22B
		下部ケーシング	—	SFVA F22B 相当 (SA336 F22)	SFVA F22B 相当 (SA336 F22)
	材	管台	—	SFVA F22B	SFVA F22B
		ボルト	—	SNB 16	SNB 16
機	全高	mm	3332	3332	
	台数	—	3	1	
電	形式	—	かご型誘導電動機	かご型誘導電動機	
	出力	kW/台	260	260	
	回転数制御範囲	rpm	3000~12000	3000~12000	
	制動方式	—	直流制動	直流制動	
	制動時間	秒	10以内	10以内	
機	台数	—	3	1	
	形式	—	焼結金属型	焼結金属型	
フィルタ	主要材料	—	SUS316	SUS316	
周波数変換器	形式	—	GTOサイリスタインバータ	GTOサイリスタインバータ	

認可番号:4安(原規)第47号
認可日 :平成4年4月9日