

ヘリウム循環機回転数制御装置盤の更新に係る設工認申請の要否について  
(行政相談)

令和3年11月24日  
(国) 日本原子力研究開発機構  
高温工学試験研究炉部

1. はじめに

HTTRでは、令和4年度にヘリウム循環機回転数制御装置盤（以下「回転数制御装置盤」という。）の更新（高経年化対応）を計画している。現在、回転数制御装置盤の更新に係る技術的検討を進めており、次年度の予算配賦が決定し次第、更新に係る契約手続を行う予定である。更新作業に伴い、事前に当該機器の設計及び工事の計画の認可に係る手続きについて確認させて頂きたい。

「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「炉規法」という。）の第27条（設計及び工事の計画の認可）第1項において、「設計及び工事の計画の認可」を要する事項は、原子力規制委員会規則に定められた「変更の工事」を対象とすることが定められている。この「変更の工事」については、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（以下「試験炉規則」という。）第2条の2（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）に、「設計及び工事の方法」の変更を伴う工事以外の工事と定められている。今回の更新は、「設計及び工事の方法」の変更を伴うが、その変更が、炉規法第27条第2項として定められ、試験炉規則第2条の2（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）第2項に詳細が定められた「放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更」にあたることから、記載事項に係る軽微な変更による手続きが必要であると考えている。

なお、軽微な変更としての記載の変更は、回転数制御装置盤内の周波数変換器の形式に関する現状の記載「GTOサイリスタインバータ」を「IGBTインバータ」へ変更するのみである。

2. 更新機器

①原子炉冷却系統施設のうち

一次冷却設備のうち

1次ヘリウム循環機のうち回転数制御装置盤 4台

②原子炉冷却系統施設のうち

二次冷却設備のうち

2次ヘリウム循環機のうち回転数制御装置盤 1台

3. 設備概要

回転数制御装置盤は、盤内に設置する周波数変換器により原子炉の運転状態に応じた1次冷却材及び2次冷却材の循環流量を確保するためにVVVF制御（可変電圧可変

周波数制御)にて、1次ヘリウム循環機及び2次ヘリウム循環機に係る電動機の回転数を連続的に変化させるための機器として計5台設けられている。なお、回転数制御装置盤は、耐震クラスはCクラス、重要度分類はMS-3に該当する。

#### 4. 使用前検査の実績

回転数制御装置盤内に設置する周波数変換器に係る使用前検査として、一次冷却設備並びに二次冷却設備のうち2次ヘリウム冷却設備の系統機能検査\*を受検している。

\*ヘリウム循環機の流量が規定値以上であることを確認。

使用前検査要領書申請番号：3原研53第1号

受検年月日：平成9年1月31日

使用前検査番号：358（一次冷却設備）

359（二次冷却設備のうち2次ヘリウム冷却設備）

#### 5. 許認可申請の必要性

本更新に伴い、既設工認に記載されている周波数変換器の形式が変更（参考資料1）となるが、下記に示すとおり、更新機器は既認可品と同一の性能を有していることから、試験炉規則第2条の2第2項（原子炉施設の保全上支障のない変更）に該当すると考えており、記載事項に係る軽微な変更を行うこととしたい。また、原子炉設置変更許可申請書の添付書類八に周波数変換器の形式が記載（参考資料2）されているが、添付書類であるため、当該記載については次回の変更許可申請時に変更する。

なお、更新後は、回転数制御装置盤を含めた1次ヘリウム循環機及び2次ヘリウム循環機としての復旧後確認の観点から、6.に示す使用前事業者検査を実施し、記録を残すこと等、品質マネジメントシステムに基づいた対応を確実に行う。

##### ・同一性能

回転数制御装置盤は、電圧並びに周波数を可変するVVVF制御にて、ヘリウム循環機の昇降速時に必要な三相交流電流に整流する機能を有している。本装置は、メーカー型式に基づくカタログ品であり、一般産業界及び原子力業界で多くの使用実績を有している。本更新は、ヘリウム循環機に要求される三相交流電流に整流するためのスイッチ機能に係る変更（周波数変換器の形式を「GTOサイリスタインバータ」から「IGBTインバータ」に変更）のみであり、三相交流電流に整流するためのVVVF制御機能については変更とならない。従って、更新する周波数変換器は、既認可品と同一の性能を有する。別紙1に更新前後のインバータに用いる半導体スイッチに係る構成図、別紙2に回転数制御装置盤の新旧仕様の比較を示す。

#### 6. 使用前事業者検査の項目

##### ・系統機能検査

## 7. 今後の予定

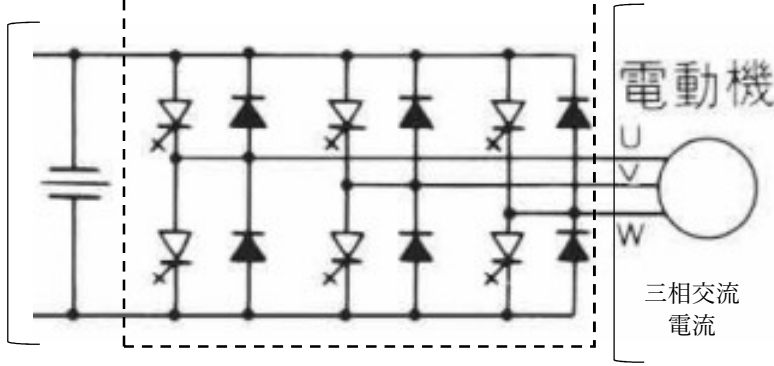

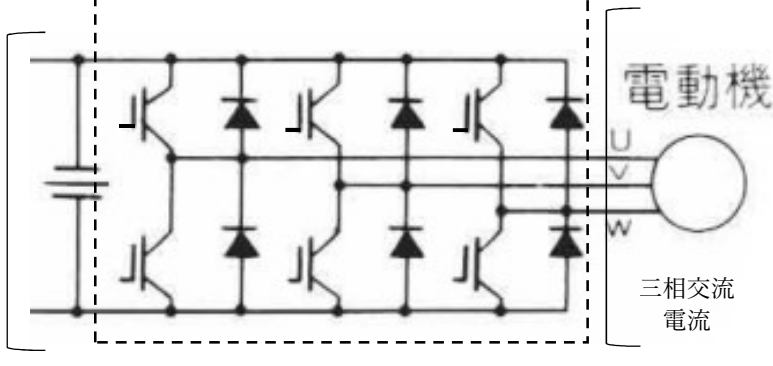

当該機器の更新に係る契約手続きを令和4年4月に開始し、令和5年6月に更新機器を納入、令和5年9月に現地据付工事を完了する予定である。製作段階においては、事業者品証に基づく調達管理を行い、現地据付工事段階においては、使用前事業者検査として系統機能検査を行う。

参考資料1：既設工認の申請内容（抜粋）

参考資料2：既原子炉設置変更許可申請書の申請内容（抜粋）

参考資料3：既設の回転数制御装置盤の仕様（機器設計仕様書抜粋）

参考資料4：更新後の回転数制御装置盤の仕様（システム機能仕様書抜粋）

インバータ 仕様	GTOサイリスタインバータ (更新前)	I G B Tインバータ (更新後)
変更する 半導体 スイッチ	<p style="text-align: center;">V V V F</p>  <p style="text-align: center;">凡例：  サイリスタ</p>	<p style="text-align: center;">V V V F</p>  <p style="text-align: center;">凡例：  トランジスタ</p>

\* G T O及び I G B Tは、共に直流電流を三相交流電流に整流することを目的とした半導体スイッチであり、スイッチに係る基本的な動作原理は変わらない。

特に、 I G B Tについては、整流性能及び耐電圧性能がより高く、電動機を使用する鉄道業界等の一般産業界に広く普及している。

更新前後のインバータに用いる半導体スイッチに係る構成図

項目		既設の回転数制御装置盤の仕様	更新後の回転数制御装置盤の仕様
電源電圧		3φ AC440V +10%, -20%	3φ AC380V~440V +10%, -15%
電源周波数		50Hz±2.5Hz	50Hz±2.5Hz
制御電源		DC100V±20%	DC100V±20%
周囲条件		温度 0°C~40°C	温度 -5°C~+40°C
定格出力	容量	約 375kVA	445kVA
	電圧	3φ AC 約 50V~430V	3φ AC0V~480V
	周波数範囲	0~200Hz	0~500Hz
最大出力電流		約 850A	878A
効率		95%以上	95%以上
出力回転数設定精度		±1.0%	±0.2%以下
制御方式		V/F制御	V/F制御
主回路方式		GTOインバータ	IGBTインバータ
重量		1700kg	1600kg

記載内容のうち、既設の仕様は機器設計仕様書（参考資料3）、更新後の仕様はシステム機能仕様書（参考資料4）から抜粋。

#### 回転数制御装置盤の新旧仕様の比較

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 <sup>2</sup> }	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	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	
	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	
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	

既設工認の申請内容 (抜粋)

名 称		2次ヘリウム循環機		
循 環 機	形 式	—	たて型遠心式動圧ガス軸受型	
	流量 (最大)	t/h	15.0	
	昇圧 (最大)	kPa {kg/cm <sup>2</sup> }	107.9 {1.1}	
	主 要 材 料	上部ケーシング	—	SCMV4-2 NT, SFVA F22B
		下部ケーシング	—	SFVA F22B相当 (SA336 F22)
	全 高	mm	3332	
台 数	—	1		
電 動 機	形 式	—	かご型誘導電動機	
	出 力	kW	260	
	回転数制御範囲	rpm	3000~12000	
	制 動 方 式	—	直 流 制 動	
	制 動 時 間	秒	10以内	
	台 数	—	1	
フ ィ ル タ	形 式	—	焼結金属型	
	主 要 材 料	—	SUS316	
周 波 数 変 換 器	形 式	—	GTOサイリスタインバータ	

既設工認の申請内容 (抜粋)

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 <sup>2</sup> )	約 107.9 kPa(約 1.1 kg/cm <sup>2</sup> )
最高使用圧力	4.7 MPa[gage](48 kg/cm <sup>2</sup> g)	4.7 MPa[gage](48 kg/cm <sup>2</sup> g)
最高使用温度	430 °C	430 °C
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

既原子炉設置変更許可申請書 (抜粋)



第 5.3.1 表 2 次ヘリウム循環機の設備仕様

形 式	たて型遠心式動圧ガス軸受型
台 数	1
流 量(最大)	約 15 t/h
昇 圧(最大)	約 107.9 kPa (約 1.1 kg/cm <sup>2</sup> )
最高使用圧力	5.0 MPa[gage] (51 kg/cm <sup>2</sup> g)
最高使用温度	350 °C
材 料	
ケーシング	低合金鋼
主 軸	低合金鋼
電 動 機	
形 式	かご型誘導電動機
出 力	約 200 kW
回転数(可変)	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
フィルタ	
形 式	焼結金属型
材 料	オーステナイト系ステンレス鋼

既原子炉設置変更許可申請書 (抜粋)

2 インバータ盤

(1) 電源電圧 : 3φAC440V+10%, -20%

(2) 電源周波数 : 50Hz±2.5Hz

(3) 制御電源 : DC100V±20% 1.5kW

(4) 周囲条件 : 温度 0℃～40℃

(5) 盤構造形式 : 垂直自立

(6) 盤保護形式 : 防 滴

(7) 冷却方式 : 強制空冷

(8) 定格出力

容 量 : 約375kVA

電 圧 : 3φAC約50V～430V

周波数範囲 : 0～200Hz

(9) 最大出力電流 : 約 850A

(10) 効 率 : 95%以上

(11) 出力回転数設定精度 : ±1.0%

(インバータ盤のみ)

(12) 制御方式 : V/F 制御

(13) 主回路方式 : GTO インバータ

(14) 構 成 :

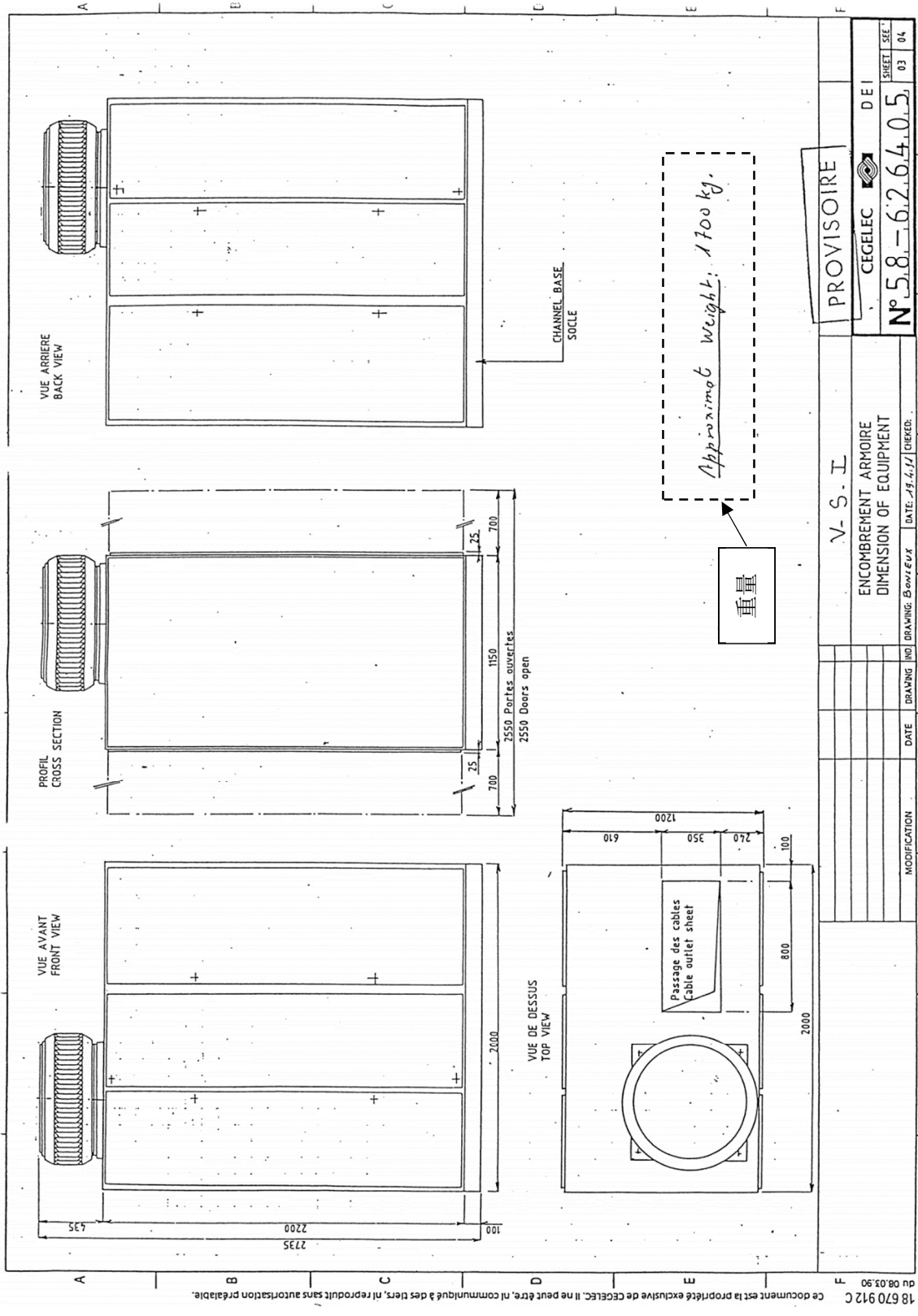
コンバータ部

限流リアクトル, コンデンサ部

インバータ部

制御, 保護機能 (系統側電圧低下, G/C モータ保護インバータ内部異常)

既設の回転数制御装置盤の仕様 (機器設計仕様書抜粋)



既設の回転数制御装置盤の仕様 (機器設計仕様書抜粋)

18 670 912 C Ce document est la propriété exclusive de CEGELEC. Il ne peut être, ni communiqué à des tiers, ni reproduit sans autorisation préalable. DU 08.03.90

PROVISOIRE		CEGELEC DEI		SHEET 03	SEC 04
V. S. I.		ENCUMBREMENT ARMOIRE		N° 5.8-6.2.6.4.0.5	
DIMENSION OF EQUIPMENT		DATE: 18.4.91		CHECKED:	
DRAPING IND.	DRAPING	IND.	DATE	MODIFICATION	

## 2. インバータ盤仕様

- |  |  |
|--|--|
| <p>1) 一般事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 準拠規格 : JIS, JEM, JEC</li> <li>・ 設置場所 : 屋内</li> <li>・ 周囲温度 : -5~+40°C</li> <li>・ 相対湿度 : 45%以上 85%以下 (結露しないものとする) ①</li> <li>・ 標高 : 1000m 以下</li> <li>・ 振動 : 有害な振動は無いものとする。</li> <li>・ 耐震対策 : 耐震クラス C とする</li> </ul> <p>2) 電気方式</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 受電 : 交流三相三線式 440V, 50Hz</li> <li>・ 制御電源 : 直流 100V ± 20%</li> </ul> <p>3) 商用周波数耐電圧</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 400V 回路 : 大地間 2,500V</li> <li>・ 200, 100V 回路及び制御回路 : 大地間 1,500V</li> </ul> <p>4) 塗装色</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表面 : マンセル 5Y7/1(半艶)</li> <li>・ 内面 : マンセル 5Y7/1(半艶)</li> <li>・ 内部パネル : マンセル 5Y7/1(半艶)</li> <li>・ チャンネルベース : 既設使用</li> <li>・ 機器 : 機器メーカー標準</li> </ul> <p>5) 構造</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 形式 : 垂直自立形</li> <li>・ 材質 : 鋼板製</li> <li>・ 板厚 : 2.3mm 以上<br/>強度を必要としない扉, 側板, 仕切り板などは 1.6mm 以上</li> <li>・ 保護等級 : IP2X 相当(閉鎖 2 形)<br/>扉部 : パッキン付<br/>吸気口 : フィルタ付</li> <li>・ 保守点検 : 前面及び背面</li> <li>・ 扉 : 蝶番式開き扉(片開または両開)</li> <li>・ ドアストッパ : あり(手動式)</li> <li>・ コンセント : なし</li> <li>・ 盤内照明 : なし</li> <li>・ 盤面機器 : ランプ, 集合表示灯<br/>操作スイッチ, 速度設定器<br/>絶縁監視装置<br/>主幹 MCCB 外部操作ハンドル</li> <li>・ 重量 : 1600kg</li> <li>・ チャンネルベース : 既設流用</li> </ul> | <p>6) 周波数変換部仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電源電圧 : 3Φ, AC380~440V (50Hz) +10%, -15%</li> <li>・ 電源周波数 : 50Hz ± 2.5Hz</li> <li>・ 定格出力 : 定格容量 445kVA, 定格電流 585A<br/>電圧 3Φ, AC0~480V<br/>周波数範囲 0~500Hz</li> <li>・ 最大出力電流 : 878A</li> <li>・ 効率 : 95%以上</li> <li>・ 出力回転数設定精度 : ±0.2%以下</li> <li>・ 制御方式 : V/F 制御</li> <li>・ 主回路方式 : IGBT インバータ</li> <li>・ 構成 : コンバータ部<br/>限流リアクトル, コンデンサ部<br/>インバータ部(PWM)<br/>制御, 保護機能</li> </ul> |
|--|--|

更新後の回転数制御装置盤の仕様 (システム機能仕様書抜粋)

【参考】関係法令

●核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律

第 27 条（設計及び工事の計画の認可）第 2 項

前項の認可を受けた者は、当該認可を受けた設計及び工事の計画を変更しようとするときは、原子力規制委員会規則で定めるところにより、原子力規制委員会の認可を受けなければならない。ただし、その変更が原子力規制委員会規則で定める軽微なものであるときは、この限りでない。

●試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則

第 2 条の 2（設計及び工事の計画の認可を要しない工事等）第 2 項

法第 27 条第 2 項ただし書の原子力規制委員会規則で定める軽微な変更は、設備又は機器の配置の変更であつて、同条第 1 項又は第 2 項の認可を受けたところによる放射線遮蔽物の側壁における線量当量率の値を大きくしないものその他試験研究用等原子炉施設の保全上支障のない変更とする。