

近大原研発第 752 号

令和 5 年 7 月 26 日

原子力規制委員会 殿

大阪府東大阪市小若江 3 丁目 4 番 1 号

学校法人 近畿大学

理 事 長 世 耕 弘 成

試験研究用等原子炉施設に関する設計及び工事の計画の認可申請書

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 条第 1 項の規定に基づき、別紙のとおり計測制御系統施設に関する設計及び工事の計画を申請します。

1. 名称及び住所並びに代表者の氏名

名 称 学校法人 近畿大学  
住 所 大阪府東大阪市小若江3丁目4番1号  
代表者の氏名 理事長 世耕 弘成

2. 事業所の名称及び所在地

名 称 近畿大学 原子力研究所  
所 在 地 大阪府東大阪市小若江3丁目4番1号

3. 変更に係る試験研究用等原子炉施設の区分並びに設計及び工事の方法

区 分 計測制御系統施設のうち以下の設備  
・非常用制御設備の制御棒駆動機構の電動機、電磁クラ  
ッチ  
設計及び工事の方法 別紙1のとおり

4. 工事工程表

別紙2のとおり

5. 設計及び工事に係る品質マネジメントシステム

「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」に適合するように策定した「近畿大学原子力研究所施設の原子力安全に係る品質マネジメントシステム計画書」により、変更に係る設計及び工事の品質マネジメントを行う。

6. 変更の理由

設置から60年以上が経過している安全棒#1、安全棒#2及びシム安全棒の制御棒駆動機構の予防保全のため。

## 別紙 1 設計及び工事の方法

( 計測制御系統施設の一部変更 )

## 目 次

1. 申請区分及び申請範囲
2. 準拠すべき基準及び規格
3. 設計条件及び仕様
4. 工事の方法



## 1. 申請区分及び申請範囲

近畿大学原子力研究所原子炉施設の設計及び工事の計画の認可の申請（以下、「設工認」という。）の申請区分及び申請範囲は以下のとおりである。

申請区分	ニ 計測制御系統施設
申請範囲	制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ及び電磁クラッチ等の更新

## 2. 準拠すべき基準及び規格

- ① 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
- ② 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
- ③ 試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則
- ④ 日本産業規格（JIS）

## 3. 設計条件及び仕様

「1. 申請区分及び申請範囲」において今回申請対象とした設備・機器等の設計条件及び仕様について以下に示す。

### 3. 1 制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ等の更新工事

#### 3. 1. 1 設計条件

制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ（以下、「駆動用モータ」という。）等の設計条件を次に示す。

要求性能 安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒の下限から上限まで、及びシム安全棒については上限から下限までの移動時間が設置変更許可申請書に記載の範囲内となること

個 数 各1式

#### 3. 1. 2 設計仕様

制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）の配置及び制御棒駆動機構の構成を図1～図3に示す。

駆動用モータは交流モータで構成する。また、駆動用モータから制御棒駆動軸へはギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車及び電磁クラッチを介して動力が伝達されている。これら駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車及び電磁クラッチは別途定める手順に従い、同一規格品又は同等性能を有するものと交換できるものとする。

駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ

歯車及び電磁クラッチの設計仕様を次に示す。

駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車及び電磁クラッチ

駆動用モータ

員数：3台（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1台）

型番：4RK25GN-AW2U(オリエンタルモーター社製)

(参考スペック)

定格回転数：1450 rpm (単相 AC115V/60Hz)

定格トルク：170 mN・m

定格出力：7 W

ギヤヘッド

員数：3枚（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1枚）

型番：4GN150K(オリエンタルモーター社製)

(参考スペック)

減速比：150

ウォームギア

員数：3枚（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1枚）

型番：AG1.5-40R1J12（小原歯車工業）

(参考スペック)

歯数：40

モジュール：1.5

歯研ウォーム

員数：3枚（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1枚）

型番：SWG1.5-R1J10（小原歯車工業）

(参考スペック)

モジュール：1.5

スパイラルマイタ歯車

員数：3対（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1対）

型番：SMS1-30RJ10、SMS1-30LJ10（小原歯車工業）

(参考スペック)

歯数：30

電磁クラッチ

員数：3個（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒に各1個）

型番：SFC-250/BMS-AG（シンフォニアテクノロジー）

（参考スペック）

耐摩擦トルク：7 Nm

定格電圧：DC+24V

#### 4. 工事の方法

##### 4. 1 駆動用モータ及び電磁クラッチ等の更新工事

###### 4. 1. 1 工事の方法及び手順

駆動用モータ及び電磁クラッチ等の更新工事の方法及び手順を図4に示す。

###### 4. 1. 2 試験・検査項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について図4に示すとおり実施する。

###### (1) 型番確認

駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車、電磁クラッチについて型番を確認する。

###### (2) 外観検査

駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車、電磁クラッチについて目視による外観検査を行い、有害な傷や変形のないことを確認する。

###### (3) 据付検査

駆動用モータ、ギヤヘッド、ウォームホイール、歯研ウォーム、スパイラルマイタ歯車、電磁クラッチの据付状態に異常がないことを確認する。

###### (4) 機能検査

安全棒#1、安全棒#2及びシム安全棒の移動時間（下限～上限間）が設計の範囲内であることを確認する。また、制御棒駆動機構の駆動状態において異音、異常な振動がないことを確認する。

#### 5. 添付書類

- ① 別添1 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性
- ② 別添2 申請に係る「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」との適合性
- ③ 別添3 制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2及びシム安全棒）における駆動モータ回転数及び負荷トルクに関する計算書

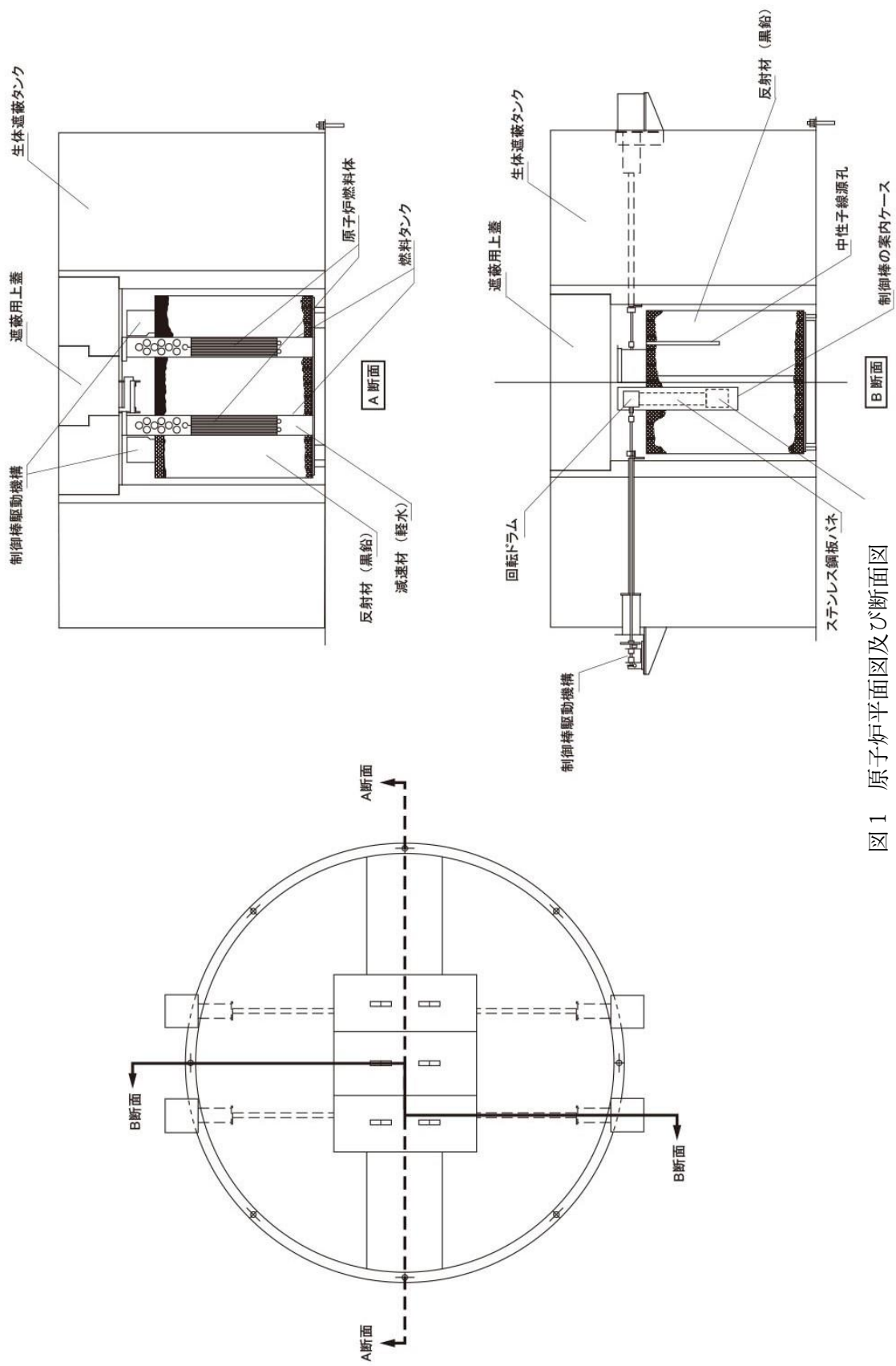


図 1 原子炉平面図及び断面図

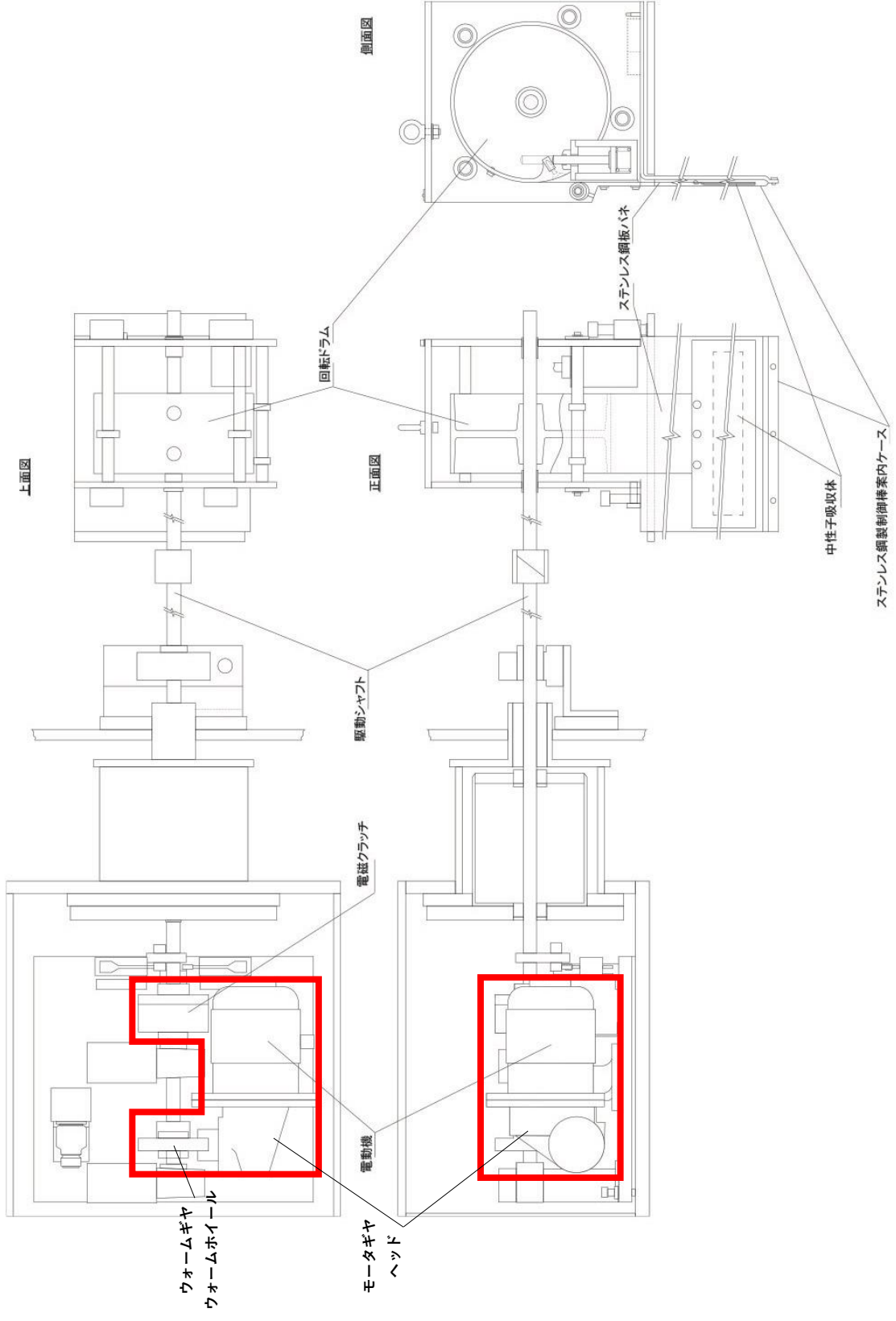


図2 制御棒及び制御棒駆動機構図（安全棒#1,安全棒#2）  
 （赤枠が今回の更新範囲）

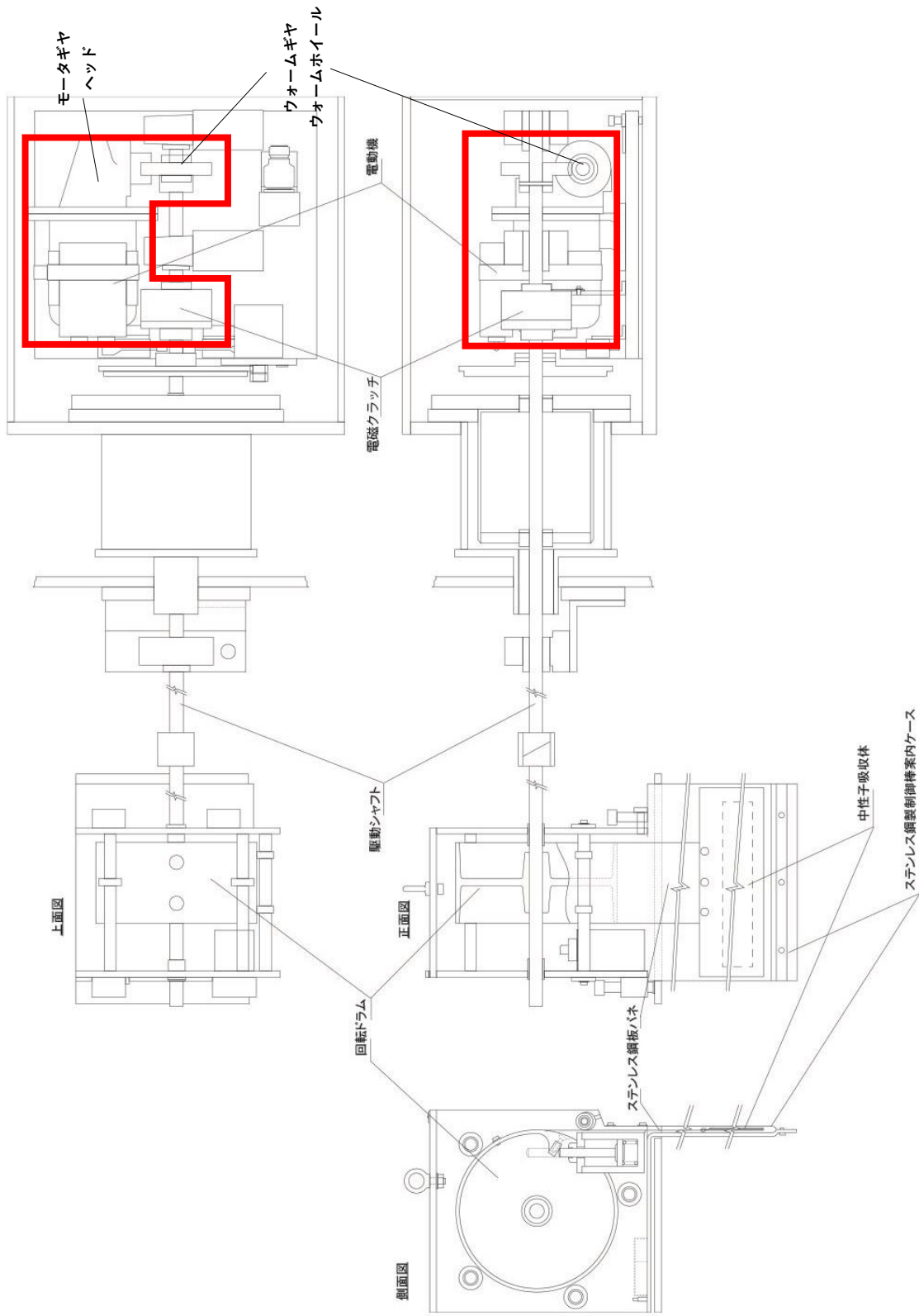


図3 制御棒及び制御棒駆動機構図 (シム安全棒)  
 (赤枠が今回の更新範囲)

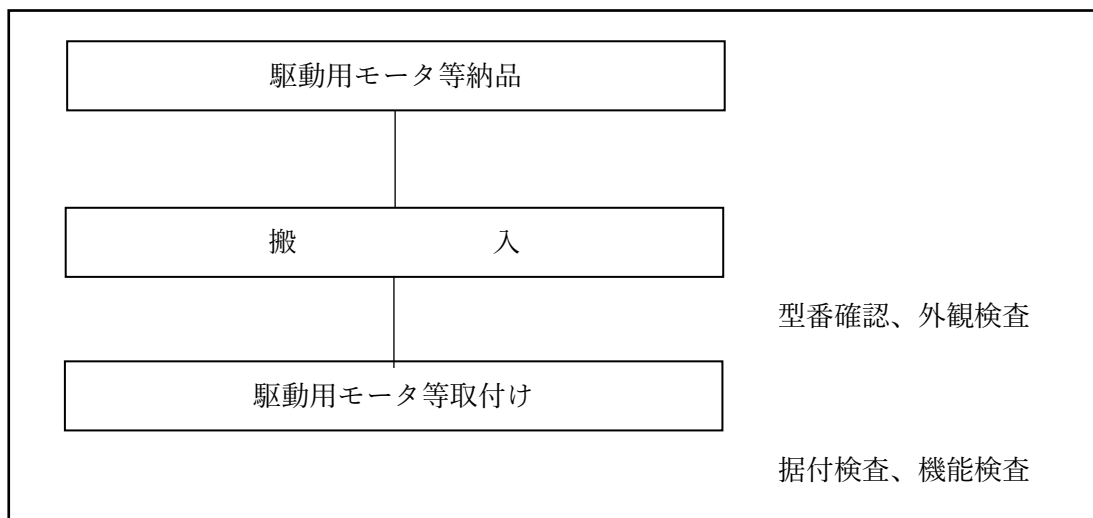


図 4 駆動用モータ等の更新工事

別紙 1 別添 1 申請に係る「試験研究の用に供する原子炉  
等の技術基準に関する規則」との適合性



1. 制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ等の更新工事申請に係る「試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則」との適合性

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	適用範囲	－	－	－
第二条	定義	－	－	－
第三条	特殊な設計による試験研究用等原子炉施設	該当なし	－	－
第四条	廃止措置中の試験研究用等原子炉施設の維持	該当なし	－	－
第五条	試験研究用等原子炉施設の地盤	無	－	－
第六条	地震による損傷の防止	有	第1項	○（資料1）
第七条	津波による損傷の防止	無	－	－
第八条	外部からの衝撃による損傷の防止	無	－	－
第九条	試験研究用等原子炉施設への人の不法な浸入等の防止	無	－	－
第十条	試験研究用等原子炉施設の機能	無	－	－
第十一条	機能の確認等	無	－	－
第十二条	材料及び構造	無	－	－
第十三条	安全弁等	該当なし	－	－
第十四条	逆止め弁	該当なし	－	－
第十五条	放射性物質による汚染の防止	無	－	－
第十六条	遮蔽等	無	－	－
第十七条	換気設備	無	－	－
第十八条	適用	－	－	－
第十九条	溢水による損傷の防止	無	－	－
第二十条	安全避難通路等	無	－	－
第二十一条	安全設備	無	－	－
第二十二条	炉心等	無	－	－
第二十三条	熱遮蔽材	該当なし	－	－
第二十四条	一次冷却水	該当なし	－	－
第二十五条	核燃料物質取扱設備	無	－	－
第二十六条	核燃料物質貯蔵設備	無	－	－
第二十七条	一次冷却材処理装置	該当なし	－	－
第二十八条	冷却設備等	該当なし	－	－
第二十九条	液位の保持等	該当なし	－	－
第三十条	計測設備	無	－	－
第三十一条	放射線管理施設	無	－	－
第三十二条	安全保護回路	無	－	－
第三十三条	反応度制御系統及び原子炉停止系統	有	第1項、第4項及び第6項	○（資料2）
第三十四条	原子炉制御室等	無	－	－
第三十五条	廃棄物処理設備	無	－	－
第三十六条	保管廃棄設備	無	－	－
第三十七条	原子炉格納施設	無	－	－
第三十八条	実験設備等	無	－	－
第三十九条	多量の放射性物質等を放出する事故の拡大防止	該当なし	－	－
第四十条	保安電源設備	無	－	－
第四十一条	警報装置	無	－	－
第四十二条	通信連絡設備	無	－	－

## (地震による損傷の防止)

第六条 試験研究用等原子炉施設は、これに作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

2 耐震重要施設（試験炉許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下この条において同じ。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（試験炉許可基準規則第四条第三項に規定する地震力をいう。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、試験炉許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

## 適合性の説明

本申請の対象である制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ等は、以下に示す事項を満足することにより、本原子炉施設の安全性を確保することができる。

## 第1項について

本申請の対象である制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ等については、原子炉設置変更許可申請書並びに試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則に基づき、耐震重要度 C クラスに分類し、それに応じた耐震性を有する構造となっている。

## (反応度制御系統及び原子炉停止系統)

第三十三条 試験研究用等原子炉施設には、通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるよう、次に掲げるところにより反応度制御系統が設けられていなければならない。

- 一 通常運転時に予想される温度変化、キセノンの濃度変化、実験物（試験炉許可基準規則第十九条第一号に規定する実験物をいう。以下同じ。）の移動その他の要因による反応度変化を制御できるものであること。
- 二 制御棒を用いる場合にあっては、次のとおりとすること。
  - イ 炉心からの飛び出し又は落下を防止するものであること。
  - ロ 当該制御棒の反応度添加率は、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものであること。

## 2 ～ 3 (省略)

4 制御材を駆動する設備は、次に掲げるところによるものでなければならない。

- 一 試験研究用等原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動し得るものであること。
- 二 制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。
- 三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することがないものであること。

## 5 (省略)

6 原子炉停止系統は、反応度制御系統と共用する場合には、反応度制御系統を構成する設備の故障が発生した場合においても通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができ、かつ、低温状態において未臨界を維持できるものでなければならない。

## 適合性の説明

本申請の対象である制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2、シム安全棒）駆動用モータ等は、以下に示す事項を満足することにより、本原子炉施設の安全性を確保することができる。

## 第1項第一号について

近畿大学原子炉の定格出力が1Wと小さいことから運転時における温度変化並びにキセノンの濃度変化はシム安全棒反応度値と比べて十分に小さい。また、運転中に移動が発生する実験物については反応度値をシム安全棒反応度値の十分の一以下

である  $0.05\% \Delta k/k$  以下に制限している。また、シム安全棒と同じ反応度制御系統制御棒である調整棒の反応度値はシム安全棒に比べて約五分の一であるが、実験物の反応度値はその半分以下であるため、実験物の移動により発生する反応度変化は十分に制御可能である。

#### 第 1 項第二号について

近畿大学原子炉における 4 本の制御棒は全て炉心の上部から挿入されており、その駆動方法はステンレス製の板バネをドラムに巻き上げる駆動方式である。制御棒の挿入領域は黒鉛反射体に設けられたスリット内に限られており、吸収体及びステンレス製の板バネはアルミニウム及びステンレス製の挿入カバーでおおわれている。これらのことから、制御棒の炉心からの飛び出しは発生しない。

また、反応度制御系統制御棒の反応度添加率は調整棒で  $\pm 0.007\% \Delta k/k/s$  以下、シム安全棒が  $\pm 0.006\% \Delta k/k/s$  以下に設計されている。これらを満足することにより、原子炉停止系統の停止能力と併せて、想定される制御棒の異常な引き抜きが発生しても、燃料の許容設計限界を超えないものである。

#### 第 4 項第一号について

シム安全棒の駆動速度は反応度添加率の制限を満足するとともに、制御性を考慮し、下限から上限までの駆動時間を 170～220 秒の範囲とする。また、安全棒#1 及び安全棒#2 については、反応度添加率の制限はないが、反応度値の制限値はシム安全棒と同じため、下限から上限までの駆動時間を 170～220 秒の範囲とする。

#### 第 4 項第二号について

制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合、調整棒は停止機能を有しないため、動作が停止し、正の反応度も負の反応度も炉心に添加することはない。なお、停止機能を有する安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒は落下挿入し、負の反応度を炉心に添加する。

#### 第 4 項第三号について

調整棒はその機構上落下することはない。なお、落下機能を有する安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒についてもその動作範囲は駆動装置で制限され、かつ吸収体及びステンレス製の板バネはアルミニウム及びステンレス製の挿入カバーでおおわれていることから、燃料体、制御棒その他の設備を損壊することはない。

#### 第 6 項について

反応度制御系統と共用する原子炉停止系統のシム安全棒が故障した場合であっても、炉心の過剰反応度を  $0.5\% \Delta k/k$  以下に制限しているため、残りの原子炉停止系統

である安全棒#1もしくは安全棒#2を炉心に挿入することにより通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に試験研究用等原子炉を未臨界に移行することができる。

別紙1 別添2 申請に係る「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」との適合性

本申請に係る設計及び工事に係る品質管理は、「原子力施設の保安のための業務に係る品質管理に必要な体制の基準に関する規則」に適合するように策定した「近畿大学原子力研究所原子炉施設の原子力安全に係る品質マネジメント計画書」に基づき行う。

別紙1 別添3 制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2  
及びシム安全棒）における駆動モータ回転数及び負荷  
トルクに関する計算書



本書は、制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）の一部更新に係る設計及び工事の計画の変更の認可申請（以下「本設工認」という。）において、制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）駆動用モータの選定基準となるモータ軸回転数及びモータ軸トルクの範囲を既存の設計から確認する。

## 1. 制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）の構造

### 1. 1 基本構造

制御棒駆動装置（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）の全体構造を図1～図3に示す。制御棒駆動装置は電動機（駆動用モータ）の回転を4個の歯車と電磁クラッチにより駆動シャフト（吸収体駆動軸）に伝え、回転ドラムにステンレス製板バネを巻き取ることによって吸収体を引き抜き方向に駆動する構造となっている。これに加え、安全棒については、回転ドラムからステンレス製板バネを送り出すことによって挿入方向へも駆動することができる構造となっている。

### 1. 2 駆動時間（全ストローク）と回転角

安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒の駆動時間（全ストローク）と吸収体駆動軸の回転角について確認する。

現在の設置変更許可申請書（近大原研発第2056号）において、シム安全棒の全ストローク（下限から上限まで、及び上限から下限まで）の駆動時間は定められておらず、反応度添加率が $\pm 0.006\% \Delta k/k/s$ の範囲内という制限が記載されている。また、安全棒#1 及び安全棒#2 は全ストローク（下限から上限）の駆動時間は定められていない。このため、シム安全棒では反応度添加率が制限値を満足するように定期事業者検査では全ストロークの駆動時間が170～220秒の範囲内とし、安全棒#1 及び安全棒#2 についてもシム安全棒と同じ構造ため同様の制限としている。

また、上限－下限の全ストロークは約41cm(16 in)で、板バネ巻上げドラムの直径は15.24cm(6 in)である。

以上のことから、全ストロークは、

$$16 \text{ in} = 40.64 \text{ cm} (\because 1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm})$$

である。次に巻上げドラムの円周は、

$$15.24 \text{ cm} \times \pi = 47.878 \text{ cm}$$

となる。つまり全ストローク駆動時の吸収体駆動軸の回転角は、

$$\frac{40.64}{47.878} \times 360^\circ \cong 306^\circ$$

となる。

## 2. 減速比

制御棒駆動機構（安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒）のモータから吸収体駆動軸への減速比について確認する。図 2 に制御棒駆動機構（シム安全棒、安全棒#1 及び安全棒#2 も同様の機構。）における歯車等の配置を示す。制御棒駆動機構（安全棒#1）は図中に歯車 A から歯車 C で示す歯車によりモータの回転を減速して吸収体駆動軸に伝達している。

まず、歯車 A（モータギヤヘッド）は減速機構となっており、減速比は 1/150 である。次に、歯車 B（スパイラルマイタ歯車）は回転軸の方向を 90 度変更するものであり、減速比は 1/1 である。最後の歯車 C は歯研ウォームとウォームホイールを組み合わせた直交軸歯車であり、歯数 40 のウォームホイールと条数 1 の歯研ウォームで構成されているため、減速比は 1/40 となる。

よって、モータ軸から吸収体装置への減速比は、

$$150 \times 40 = 6000$$

となる。

## 3. モータ軸の回転数許容範囲

まず、「1.2 駆動時間（全ストローク）と回転角」に記載のとおり、安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒の駆動時間は 170～220 秒の範囲、吸収体駆動軸の回転角は 306°（全ストローク）である。これらを吸収体駆動軸の回転数に変換し、減速比を用いてモータ軸の回転数に換算する。

まず、駆動時間の下限・上限における回転数[rpm]はそれぞれ、

移動時間下限（170[s]）の場合

$$\frac{306^\circ}{360^\circ} \times \frac{60[s]}{170[s]} = 0.3 \text{ [rpm]}$$

移動時間上限（220[s]）の場合

$$\frac{306^\circ}{360^\circ} \times \frac{60[s]}{220[s]} \approx 0.2318 \text{ [rpm]}$$

以上から、吸収体駆動軸の回転数は 0.2318～0.3[rpm]の範囲となる。

次に「2. 減速比」にて確認した制御棒駆動機構の減速比よりモータ軸の回転数に換算すると、約 1391～1800[rpm]となる。

#### 4. 駆動用モータと駆動機構の特性

本設工認で選定しているモータ（オリエンタルモーター社製：4RK25GN-AW2U、以下「本モータ」という。）はリバーシブルモータ（誘導電動機）に分類される。一般的にリバーシブルモータの回転数はモータの極数、供給電源周波数及び負荷（モータに掛かるトルク）に依存する。本モータの極数及び近畿大学原子炉における供給電源周波数は以下のとおりである。

モータ極数	4極
供給電源周波数	60Hz

なお、本モータの定格トルク及び定格回転数は設工認申請書にも記載のとおり、170[mNm]で1450[rpm]（AC115V, 60Hz）である。ここでいう定格トルクとは、モータが最も効率の良い状態での負荷であり、定格回転数とは定格トルクが掛かった状態での回転数を示す。

また、リバーシブルモータの同期回転数は以下の式で求められる。

$$\text{同期回転数[rpm]} = \frac{120 \times \text{電源周波数[Hz]}}{\text{極数}} \text{ [rpm]}$$

つまり、本モータの同期回転数は以下のようなになる。

$$\frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ [rpm]}$$

なお、無負荷時の回転数（無負荷回転数）は、同期回転数よりも数%（約20～60[rpm]）低い値となるため、無負荷回転数は約1740～1780[rpm]となる。

近畿大学原子炉の制御棒駆動機構（シム安全棒）において吸収体は板バネと重力により常に挿入方向に力が加わっていることから、シム安全棒挿入時は概ね無負荷状態となる。このため、挿入操作時のモータ回転数は約1740～1780[rpm]となる。

また、一般的にリバーシブルモータの回転数とトルクの関係のうち、特に無負荷から定格トルクまでの間は、トルクと回転数との関係が概ね線形に推移することが知られており、本モータのトルクと回転数の関係は図3に示すようになる。

そこで、要求回転数範囲におけるモータ軸及び吸収体駆動軸におけるトルクを確認する。「3.モータ軸の回転数許容範囲」で確認した回転数範囲は約1391～1800[rpm]であった。上限値は本モータの同期回転数と同じため、ここでは下限回転数である1391[rpm]となる場合のトルクについて確認する。

図3の線形近似から、本モータの回転数が1391[rpm]となるモータ軸のトルクは、約198.7[mNm]である。このモータ軸のトルクから減速比を用いて吸収体駆動軸トルクに変換する。なお、ギヤの伝達効率であるが、メーカーの技術資料[1]よりギヤヘッドで66%、

スパイラルマイタ歯車で 98%、ウォームギヤで 35%である。これらを用いて、吸収体駆動軸トルクは以下ようになる。

$$198.7[\text{mNm}] \times 6000 \times 0.66 \times 0.98 \times 0.35 \approx 269,890[\text{mNm}]$$

以上より、本モータ使用時における吸収体駆動軸のトルク許容範囲は 0~269,890 [mNm]となる。

最後に安全棒#1、安全棒#2 及びシム安全棒駆動軸の巻上げに必要なトルク値が、上述のトルク許容範囲内であるか確認する。吸収体駆動軸の巻上げトルク（実測値）は下表に示すとおり最大でも約 1700[mNm]であり、十分にトルク許容範囲内であることが確認できる。

表 1 吸収体駆動軸巻上げトルク測定結果

	駆動軸巻上げトルク [mNm]		
	安全棒 # 1	安全棒 # 2	シム安全棒
1 回目	1450	1690	1420
2 回目	1580	1590	1380
3 回目	1320	1570	1380
最大値	1580	1690	1420

なお、吸収体駆動軸の巻上げトルクは、主に吸収体重量と板バネの反発力で決まっているため、板バネの著しい劣化が起きなければ大きく変化することはない。また、制御棒の駆動時間は年 3 回以上実施する定期点検において測定・管理しており、巻上げトルクの変化は十分に管理されている。

## 5. 参考文献

- [1] ウォームギヤの効率、小原歯車工業（株）ホームページ、  
[https://www.khkgears.co.jp/khkweb/global/japanese/cals/khk/KHK\\_TOBIRA\\_9\\_4.html](https://www.khkgears.co.jp/khkweb/global/japanese/cals/khk/KHK_TOBIRA_9_4.html)  
(令和 5 年 5 月 2 日閲覧)

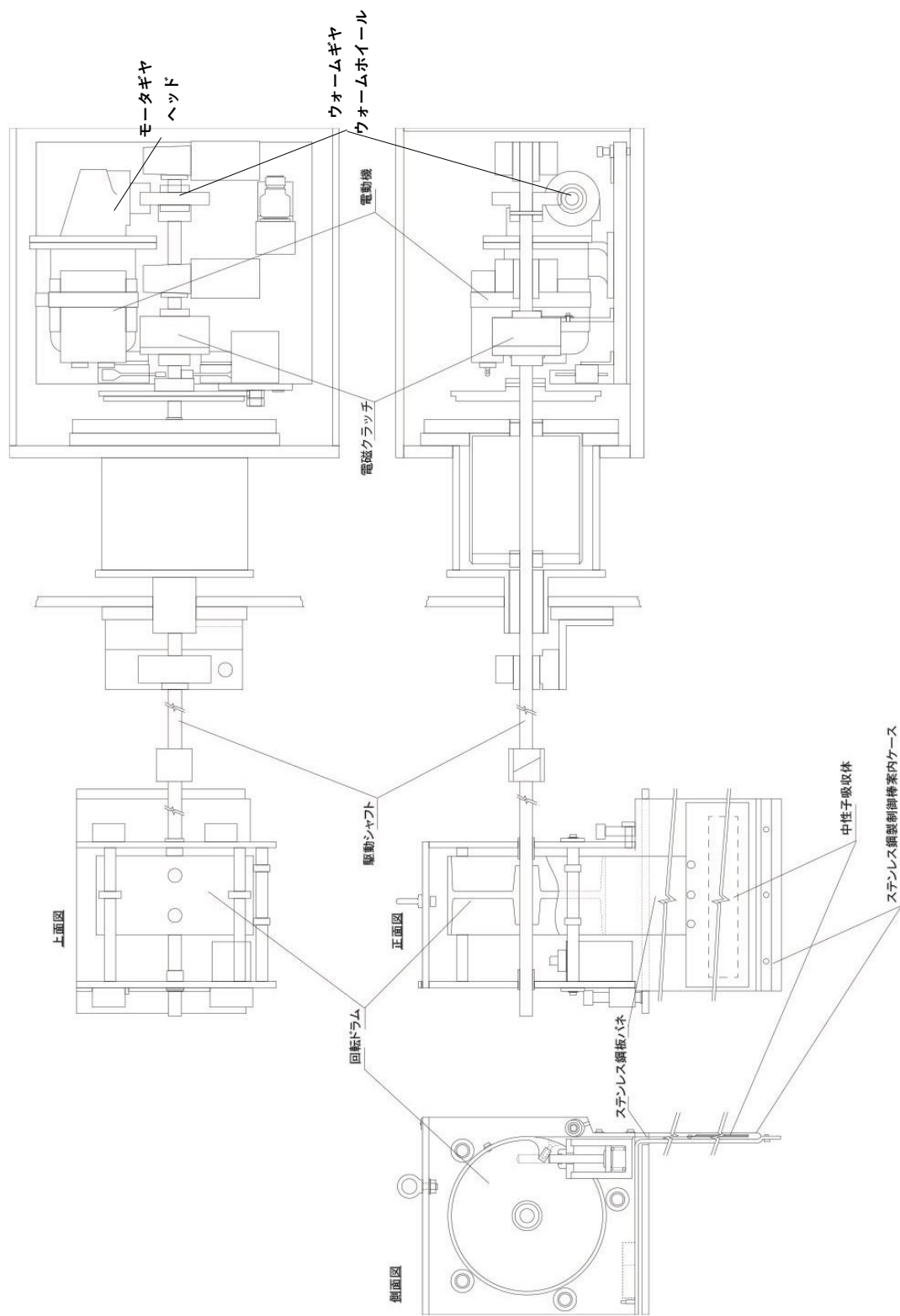


図 1 制御棒駆動機構 (シム安全棒)

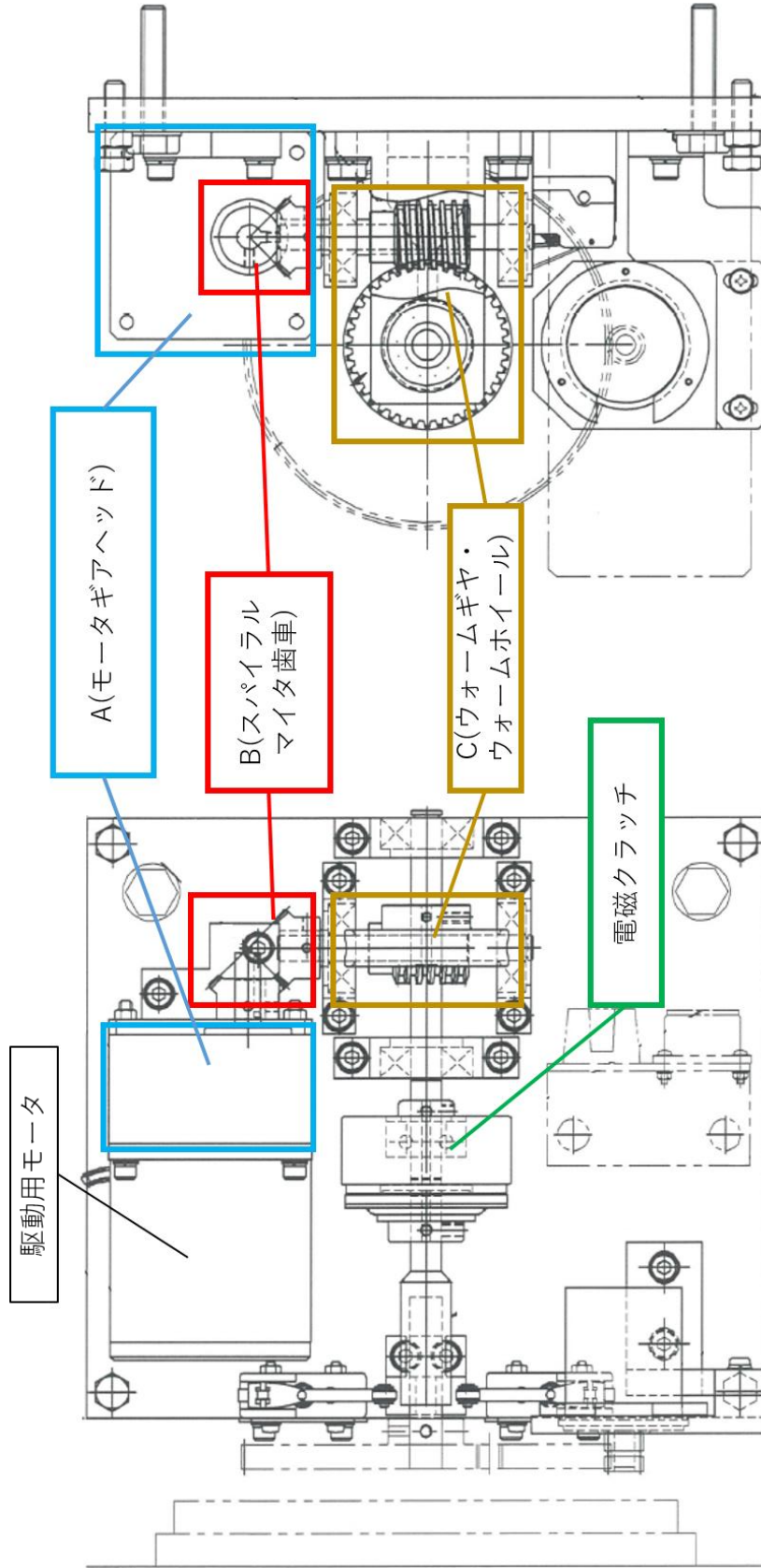


図2 制御棒駆動機構（シム安全棒）における歯車等の配置

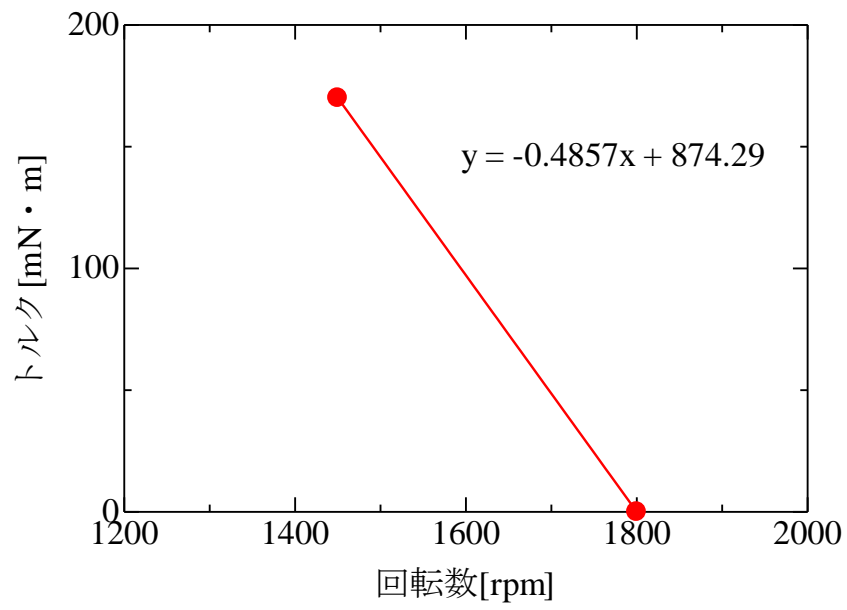


図3 モータ (4RK25GN-AW2U) の回転数-トルク特性  
(定格トルク以下)

## 別紙 2 工事工程表



## 別紙2 工事行程表

今回の変更の工事の工程は、第1表に示すとおりである。

第1表 工事工程表

項目	2月	3月
駆動用モータ等納品	△	
搬入	△ 型番確認・外観検査	
駆動用モータ等取付け	△ 据付検査・機能検査	