

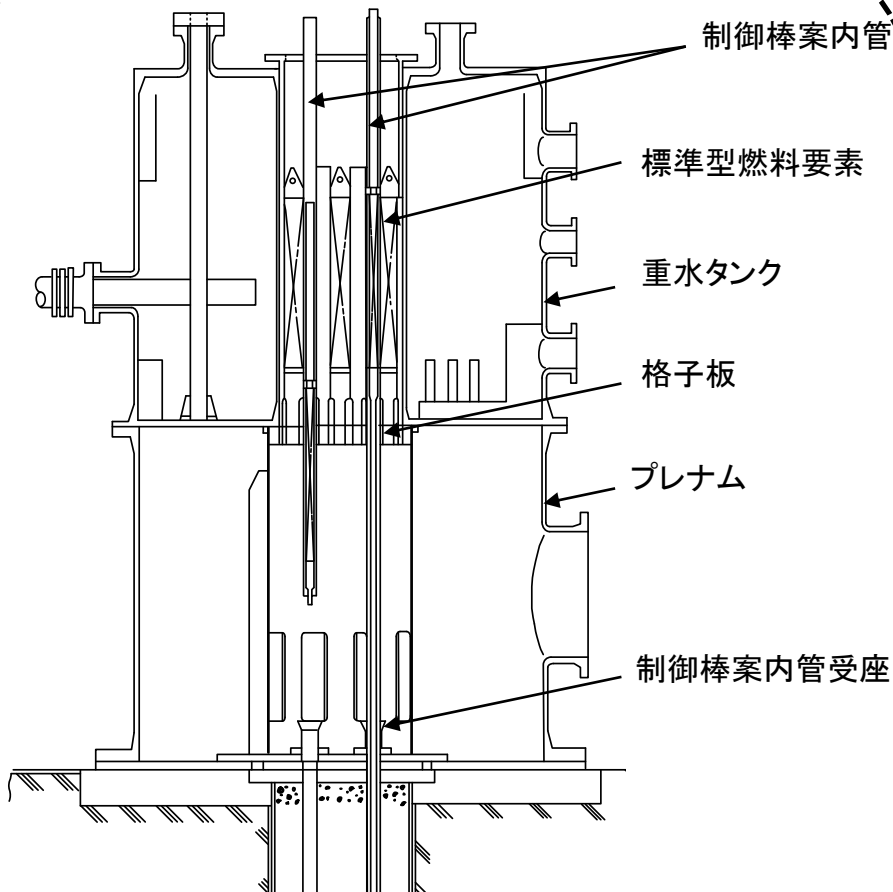
# JRR-3設工認申請概要

## 【制御棒案内管の製作】

令和3年2月15日

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

- 平成2年の原子炉改造時に8体の制御棒案内管を製作。6体を炉心に装荷し、2体を予備品として管理していた。
- 平成23年2月 高経年化対策として2体の制御棒案内管を予備品と交換。
- 平成23年8月19日 旧文科省原子力規制室に残り4体分の製作について設工認申請。  
 ～原子力規制委員会発足、新規制基準の策定～
- 平成25年11月 新規制基準の策定  
 →新規制基準により、最新の知見に基づき基準地震動を策定することが必要となった。これにより、制御棒案内管の耐震評価を見直す必要が生じたため、新規制基準対応を優先。
- 平成30年11月 設置変更許可
- 令和2年2月 制御棒案内管の製作の補正申請  
 以降、運転再開のため、新規制基準対応を優先。
- 令和2年2月 令和2年4月1日の規則改正を踏まえ、制御棒案内管の製作の補正申請



JRR-3炉心構造物概略図

## ➤ 設備の目的

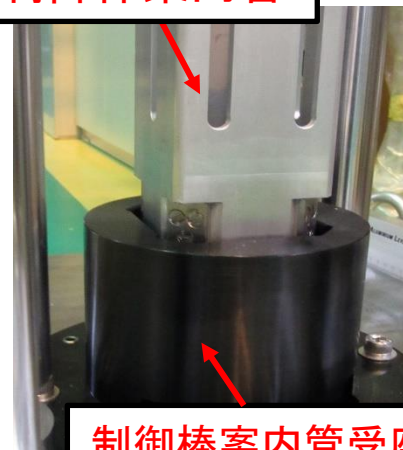
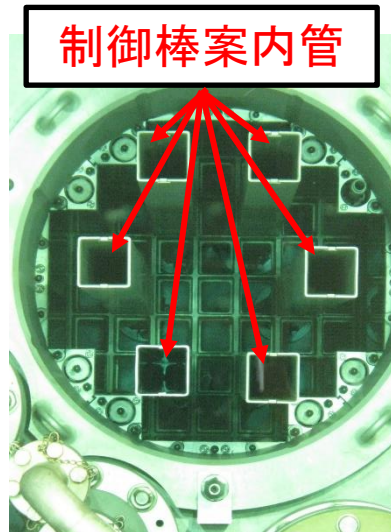
制御棒案内管は、制御棒を適切に案内するもの。

## ➤ 構造

格子板を貫通し、その下端を制御棒案内管受座によって支持されている。

## ➤ 設備の重要度

安全上の機能別重要度はPS-2、耐震クラスとしてはスクラスに分類。



炉心構造物写真(標準燃料要素及び制御棒移動後(H23年制御棒案内管交換時))

制御棒案内管交換モックアップ試験時写真(H23年制御棒案内管交換時実施)

制御棒案内管の設計条件及び設計仕様は以下のとおり。  
 なお、いずれも既往の認可(「JRR-3の改造(その3)」、昭和61年5月16日付け61原研19第12号をもって申請(昭和61年8月7日付け61原研19第17号をもって一部補正)し、昭和61年8月20日付け61安(原規)第78号をもって認可)のものから変更は生じない。

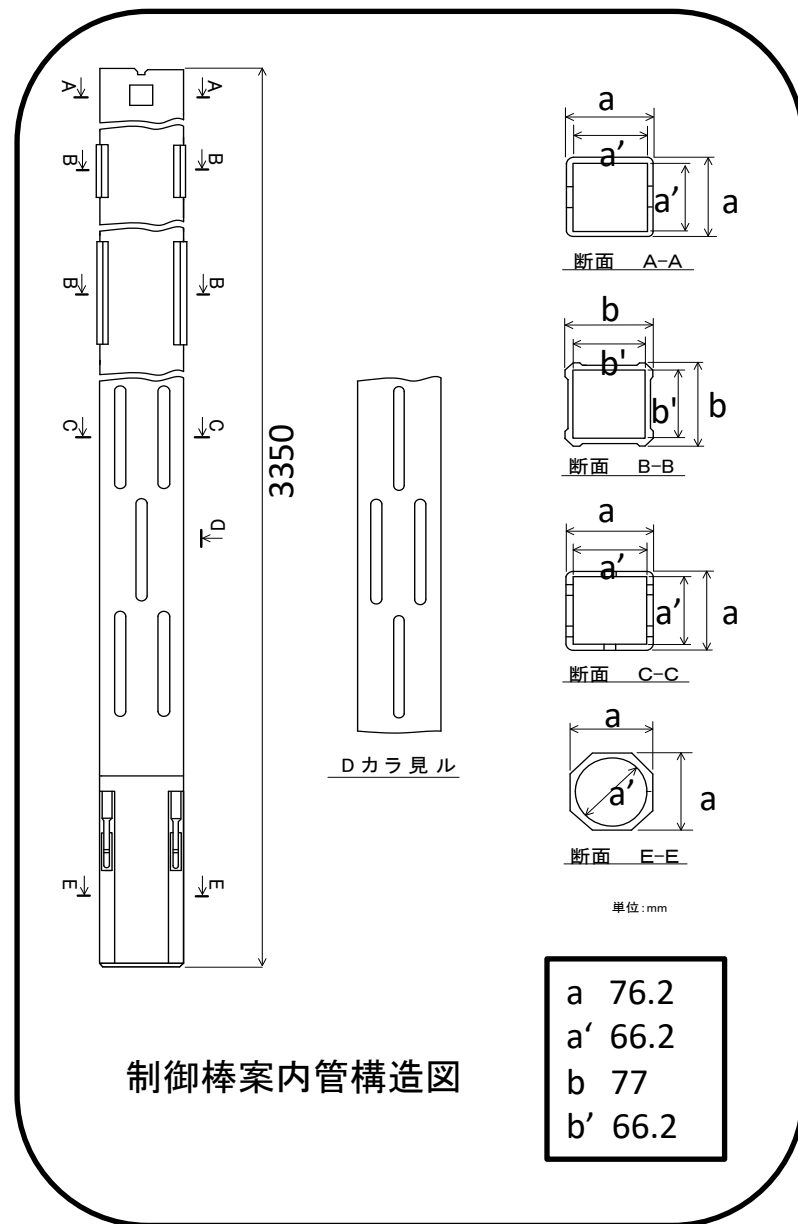
## ○設計条件

名称	制御棒案内管
機器種別	第3種支持構造物
耐震条件	S
流体の種類	軽水
最高使用温度	100 °C

## ○設計仕様

名称		制御棒案内管
形式		角管形
主要寸法	外寸法(mm)	77 × 77
	内寸法(mm)	66.2 × 66.2
	厚さ(mm)	5
	長さ(mm)	3350
主要材料	プラグ	A6063BE-T6(JIS H 4040) *
	案内管	A6063S-T6(JIS H 4100) *
	バネ	SUS630(JIS G 4303)
個数		4
図表		図-1 表-1

\*「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」を満足するもの。



## 1. 工事の方法及び手順

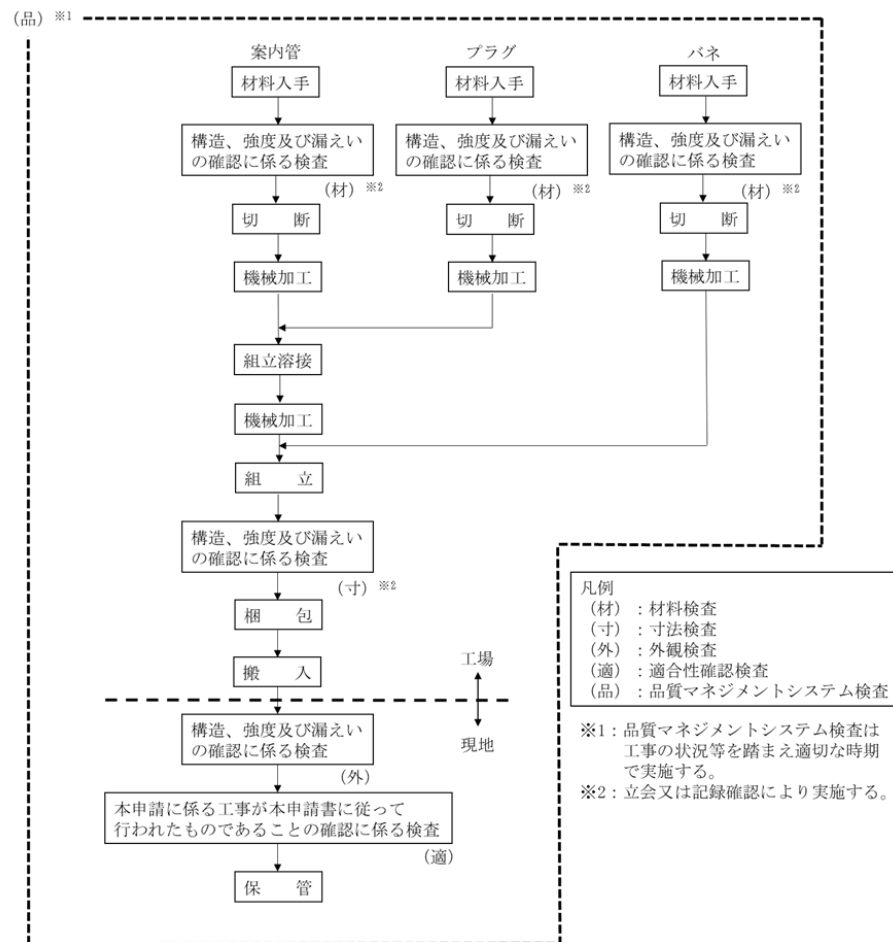
制御棒案内管の製作は、構成部品の案内管、プラグ、バネの元になる材料を切断、機械加工を行う。次に案内管とプラグを組立溶接、機械加工し、さらにバネを4つ組付ける。最後に、現地に搬入した段階で外観検査を実施し、本原子炉施設内に保管する。

## 2. 工事上の留意事項

本申請は予備品の製作に関するものであり、製作、納入後は本原子炉施設内で保管するため、現場での工事は行わない。なお、今回製作する制御棒案内管の交換作業は、その他安全機能を有する施設等に影響を及ぼすことがないように、保安規定等に従い実施する。

## 3. 使用前事業者検査の項目

- (1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査
  - イ. 材料検査
  - ロ. 外観検査
  - ハ. 寸法検査
- (2) 機能及び性能の確認に係る検査
  - 該当なし
- (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
  - イ. 設計変更の生じた構築物等に対する適合性確認結果の検査(適合性確認検査)
  - ロ. 品質マネジメントシステムに関する検査(品質マネジメントシステム検査)



製作及び工事のフロー

## ○添付書類1.「制御棒案内管の耐震性に関する説明書」

本申請に係る制御棒案内管の耐震計算書は、令和2年10月28日付け原規規発第2010286号をもって認可された原子力科学研究所の原子炉施設（JRR-3原子炉施設）の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書（その11）の「添付書類3.添付計算書」のうち、「添付計算書3-4-5.制御棒案内管の耐震強度評価」から内容に変更はない。

## ○添付書類2.「制御棒案内管の耐熱及び耐放射線強度について」

本申請に係る制御棒案内管の耐熱及び耐放射線強度の計算書は、昭和61年8月20日付け61安（原規）第78号をもって認可された設計及び工事の方法の認可申請書〔JRR-3の改造（その3）〕の「添付書類（1）添付計算書」のうち、「添付計算書Ⅱ-1 耐熱計算書の2.5 制御棒案内管の耐熱計算」及び「添付計算書Ⅲ-1 耐放射線強度計算書」から内容に変更はない。

制御棒案内管が説明を要する技術基準は第6条(地震による損傷の防止)、第11条(機能の確認等)、第12条(材料及び構造)、第19条(溢水による損傷の防止)、第21条(安全設備)、第22条(炉心等)、第33条(反応度制御系統及び原子炉停止系統)であるが、新規制基準へ移行したことによる適合性説明の要否は以下のとおり。

	説明の要否	条項
新規制基準による要求事項の変更あり	要	第6条第1項、第2項 第19条第1項 第21条第1項第3号、第4号ロ 第33条第6項
	適用外	第6条第3項 第12条第1項第2号 第19条第2項 第21条第1項第5号 第33条第1項第1号、第2号、第5項
新規制基準による要求事項の変更なし	要	第11条 第12条第1項第1号、第3項 第21条第1項第1号、第2号 第22条 第33条第2項
	適用外	第12条第1項第2号 第21条第1項第4号イ、ハ、第6号 第33条第3号、第4号

なお、次ページ以降に示すとおり適合性の説明を要する何れの条項に対しても、既認可の設工認で適合性を確認している、若しくは既認可の設計で要求事項を満足するものである。

## 第六条(地震による損傷の防止)

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に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じ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。

(新たに策定された基準地震動に対し、十分な耐震裕度を有することが確認できた(設工認その11)ため、従前の設計から変更なし。)

- 1 制御棒案内管は、その損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように耐震Sクラスに作用する地震力が作用した場合において、健全性を維持できる設計としている。
- 2 制御棒案内管は、耐震Sクラスに作用する地震力が作用した場合において、その安全性が損なわれるおそれがない設計としている。
- 3 当該原子炉施設の周辺には地震により崩壊するような斜面が存在しない。

## 第十一条(機能の確認等)

試験研究用等原子炉施設は、原子炉容器その他の試験研究用等原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための試験又は検査及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

(従前の要求事項であり、従前の設計から変更なし。)

1. 制御棒案内管は、通常運転時では内側にある制御棒を上下に案内し、原子炉スクラム時に適切に制御棒を炉心へ挿入させる機能を持っている。  
 当該設備は、原子炉プール内に設置されているため、外観検査ができ、制御棒駆動試験等より、当該設備の持つ機能の確認が可能である。  
 また、炉心部、格子板及び格子板支持胴を通過して、その下端を格子板支持胴下部の制御棒案内管受座によって支持、固定する構造となっていることから交換ができ、健全性を維持することが可能である。



## 第十二条(材料及び構造)

試験研究用等原子炉施設に属する容器、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のうち、試験研究用等原子炉施設の安全性を確保する上で重要なもの(以下この項において「容器等」という。)の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号(容器等の材料に係る部分に限る。)及び第二号の規定については、法第二十八条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

- 一 容器等がその設計上要求される強度及び耐食性を確保できるものであること。
  - 二 容器等の主要な耐圧部の溶接部(溶接金属部及び熱影響部をいう。以下この号において同じ。)は、次に掲げるところによるものであること。
    - イ 不連続で特異な形状でないものであること。
    - ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。
    - ハ 適切な強度を有するものであること。
    - ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。
- 2 試験研究用等原子炉施設に属する機器は、その安全機能の重要度に応じて、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない。
- 3 試験研究用等原子炉施設に属する容器であつて、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部は、監視試験片を備えたものでなければならない。

(第1項第1号、第2項及び第3項は従前からの要求事項であり、従前の設計から変更なし。第1項第2号については、R2.4.1の規則改正に伴う追加事項であるが、制御棒案内管は耐圧部を有しないため、当該条項の適用を受けない。)

- 1. 一 制御棒案内管の材料には、設計上要求される強度を確保できるよう、耐震評価、耐熱、耐放射線強度について評価を実施し、設計上要求される強度をもつことを確認している。
- 二 制御棒案内管は耐圧部を有しない構造であるため、本条項の適用を受けない。
- 2. 制御棒案内管は、大気開放の原子炉プール内に設置されているため、耐圧を考慮する必要はない。また、閉じられた容器ではないため、漏えい防止を考慮する必要もない。このため本条項の適用を受けない。
- 3. 制御棒案内管は、容器には該当せず、中性子照射を受けることより著しく劣化するおそれはないが、監視試験片を備えている。

## 第十九条(溢水による損傷の防止)

試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内における溢(いつ)水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。

(新規制基準で新たに要求された事項であるが、本条項への適合性は設工認その13にて説明している。)

- 1 制御棒案内管は常時水中に設置されているため、溢水によりその安全性を損なうことはない。
- 2 制御棒案内管は、放射性物質を含む液体を内包する容器、配管に該当しないため本条項の適用を受けない。

(第二十一条は次ページに示す。)

## 第二十二条(炉心等)

燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

- 2 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えられるものでなければならない。
- 3 燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように設置されたものでなければならない。

(従前の要求事項であり、従前の設計から変更なし。)

- 1 制御棒案内管は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持できるよう設計している。
- 2 制御棒案内管は、最高使用圧力、自重、附加荷重その他の燃料体、減速材及び反射材並びに炉心支持構造物に加わる負荷に耐えるよう設計している。
- 3 制御棒案内管は、制御棒案内管受座、格子板及び燃料要素上端で支持されており、冷却材の流路に対し平行に設置されているため、1次冷却材の循環その他の要因による振動が発生しない。

## 第二十一条(安全設備)

安全設備は、次に掲げるところにより設置されたものでなければならない。

- 一 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、二以上の原子力施設において共用し、又は相互に接続するものであってはならない。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つては、この限りでない。
- 二 第二条第二項第二十八号ロに掲げる安全設備は、当該安全設備を構成する機械又は器具の単一故障(試験炉許可基準規則第十二条第二項に規定する単一故障をいう。第三十二条第三号において同じ。)が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるよう、当該システムを構成する機械又は器具の機能、構造及び動作原理を考慮して、多重性又は多様性を確保し、及び独立性を確保するものであること。ただし、原子炉格納容器その他多重性、多様性及び独立性を有することなく試験研究用等原子炉の安全を確保する機能を維持し得る設備にあつては、この限りでない。
- 三 安全設備は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものであること。
- 四 火災により損傷を受けるおそれがある場合においては、次に掲げるところによること。
  - イ 火災の発生を防止するために可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用すること。
  - ロ 必要に応じて火災の発生を感知する設備及び消火を行う設備が設けられていること。
  - ハ 火災の影響を軽減するため、必要に応じて、防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 五 前号ロの消火を行う設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものであること。
- 六 蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、試験研究用等原子炉施設の安全性を損なうおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講じられていること。

(第1項第1号、第2号、第4号イ、第4号ハ及び第6号は従前からの要求事項であり、従前の設計から変更なし。第3号は新規基準で新たに要求された事項であるが、従前の設計から変更なし。第4号イ、ハは制御棒案内管の設置状況から火災による影響を受けるおそれはないため、適用を受けない。第5号は、制御棒案内管は消火を行う設備に該当しない。)

- 一 制御棒案内管は、JRR-3原子炉施設以外の原子力施設と共用することはない。
- 二 制御棒案内管は、JRR-3原子炉施設の制御棒系を構成する機器の一つである。制御棒系はその単一故障が発生した場合であつて、外部電源が利用できない場合においても機能できるようフェールセーフで設計され、独立した6本の制御棒を設け、多重性及び独立性を確保している。
- 三 制御棒案内管は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間において、その最高使用温度を超えることはなく、本機能を発揮することができる。
- 四 イ 制御棒案内管は、常時水中に設置されているため、火災による影響を受けることはないため、本条項の適用を受けない。
  - ロ 制御棒案内管は、常時水中に設置され、火災による影響を受けることはないが、制御棒案内管が設置される原子炉建家1階に、消防法に基づき火災報知器及び消火設備を設けている。
  - ハ 制御棒案内管は、常時水中に設置され、火災による影響を受けることはないため、本条項の適用を受けない。
- 五 制御棒案内管は、消火を行う設備に該当しないため、本条項の適用を受けない。
- 六 制御棒案内管の周辺には飛散物となりうるものが存在しないため、本条項の適用を受けない。

## 第三十三条(反応度制御系統及び原子炉停止系統)

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(構造材料その他の実験のために使用されるものをいう。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 試験研究用等原子炉施設には、次に掲げるところにより原子炉停止系統が設けられていなければならない。
  - 一 制御棒その他の反応度を制御する設備による二以上の独立した系統を有するものであること。ただし、当該系統が制御棒のみから構成される場合であって、次に掲げるときは、この限りでない。
    - イ 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、未臨界を維持することができる制御棒の数に比し当該系統の能力に十分な余裕があるとき。
    - ロ 原子炉固有の出力抑制特性が優れているとき。
  - 二 運転時において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、燃料の許容設計限界を超えることなく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、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 三 試験研究用等原子炉施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、原子炉停止系統のうち少なくとも一つは、速やか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、少なくとも一つは、低温状態において未臨界を維持できるものであること。
  - 四 制御棒を用いる場合にあっては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有するものであること。
- 3 制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線について想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 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 制御棒の最大反応度値及び反応度添加率は、想定される反応度投入事象(試験研究用等原子炉に反応度が異常に投入される事象をいう。第六十四条第五項において同じ。)に対して炉心冠水維持バウンダリを破損せず、かつ、炉心の冷却機能を損なうような炉心又は炉心支持構造物の損壊を起こさないものでなければならない。
- 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。

## 第三十三条(反応度制御系統及び原子炉停止系統)への適合性

(第1項、第5項は新規制基準により追加された要求事項であるが、制御棒案内管は当該条項の適用を受けない。第2項は従前の要求事項であり、従前の設計から変更なし。第3項、第4項は従前の要求事項であり、制御棒案内管は当該条項の適用を受けない。第6項は新規制基準により追加された要求事項であるが、制御棒案内管等により構成される制御棒系への適用条文である。)

- 1
  - 一 制御棒案内管は、反応度変化を制御する設備に該当しない。
  - 二 制御棒案内管は、制御棒には該当しない。
- 2
  - 一 JRR-3原子炉施設の原子炉停止系統は、6本の独立した制御棒と制御棒案内管等で構成される制御棒系及び重水ダンプ系の2系統を有する。
  - 二 燃料の許容設計限界を超えることなくJRR-3原子炉施設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よう原子炉停止系統として制御棒案内管等で構成される制御棒系を設ける。
  - 三 施設の損壊又は故障その他の異常が生じた場合において、速やかに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よう原子炉停止系統として制御棒案内管等で構成される制御棒系を設ける。
  - 四 1本の制御棒が固着した場合においても、燃料の許容設計限界を超えることなく速やかに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よう制御棒案内管等で構成される6本の独立した制御棒系を設ける。
- 3 制御棒案内管は、制御材に該当しないため、本条項の適用を受けない。
- 4 制御棒案内管は、制御材を駆動する設備に該当しないため、本条項の適用を受けない。
- 5 制御棒案内管は、制御棒には該当しないため、本条項の適用を受けない。
- 6 原子炉停止系統と反応度制御系統で共用する制御棒系の故障を考慮して、原子炉停止系統はそれぞれ独立した制御棒案内管等で構成される制御棒系と重水ダンプ系の2系統を有する。

## 原子炉設置変更許可申請書 (添付書類八別冊3)

## 設計及び工事の方法

第 1.2-1 表 耐震重要度分類

耐震クラス	クラス別施設	施設名	当該施設を支持する建物・構築物等	支持機能を確認する地震動	備考
S	炉心及び冠水維持設備を構成する機器・配管系	燃料要素 ベリリウム反射体 照射筒 炉心構造体 重水タンク	原子炉プール 当該施設の支持構築物	Ss	
		冠水維持設備 原子炉プール躯体及びライニング 原子炉プール貫通部のシール構造 サイフォンブレイク弁(接続管を含む。) 制御棒駆動機構案内管 下部遮蔽体	原子炉プール 当該施設の支持構築物		
	炉心から取り出した直後の使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構築物		
	原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を添加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	制御棒 制御棒駆動機構 制御棒案内管	原子炉プール 当該施設の支持構築物		
その他	カナル	原子炉建家基礎版 当該施設の支持構築物			

### 3. 原子炉及び炉心

#### 3.2 機械設計

##### 3.2.3 原子炉停止系

##### 3.2.3.4 主要設備

##### (1) 制御棒系

##### (ii) 案内管

案内管は炉心内の角形の制御棒案内管及び管内駆動部を収納する制御棒駆動機構案内管で構成する。

### 3. 設計

#### 3.1 設計条件

制御棒案内管の設計条件は、以下のとおりである。

名称	制御棒案内管
機器種別	第3種支持構築物
耐震条件	S
流体の種類	軽水
最高使用温度	100 ℃

#### 3.2 設計仕様

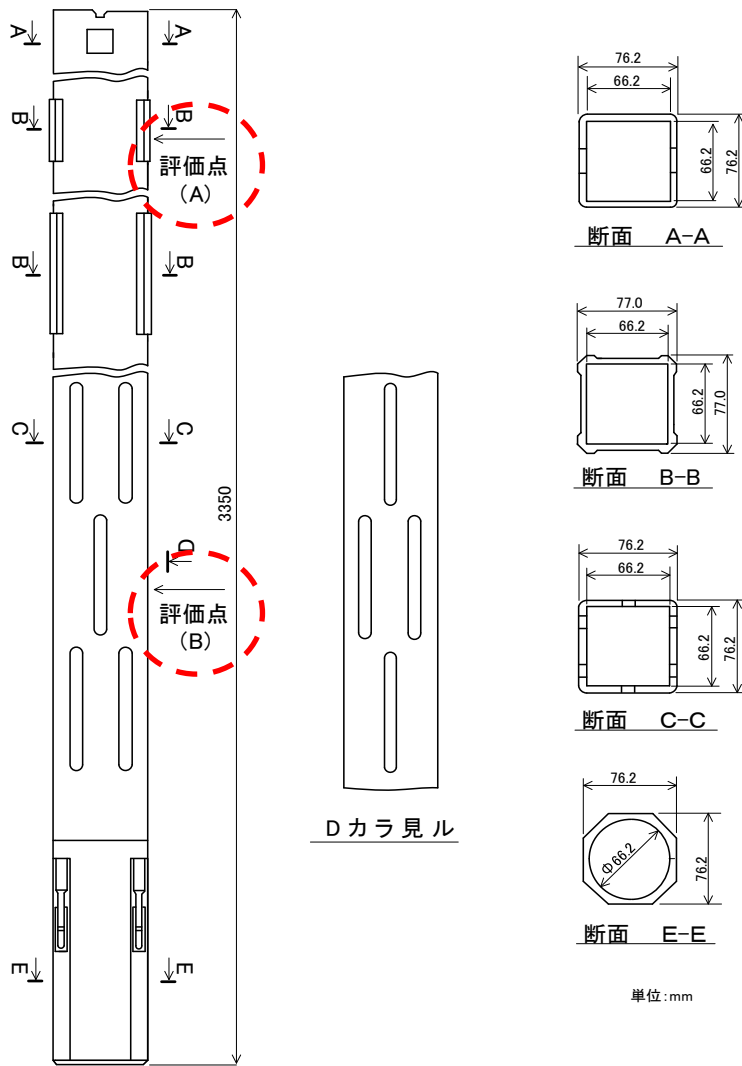
制御棒案内管の設計仕様は、以下のとおりである。

名称		制御棒案内管
形式		角管形
主要寸法	外寸法 (mm)	77 × 77
	内寸法 (mm)	66.2 × 66.2
	厚さ (mm)	5
	長さ (mm)	3350
主要材料	プラグ	A6063BE-T6 (JIS H 4040) *
	案内管	A6063S-T6 (JIS H 4100) *
	バネ	SUS630 (JIS G 4303)
個数		4
図		図-1
表		表-1

\* 「試験研究用原子炉施設に関する構造等の技術基準」を満足するもの。

添付書類4-2「原子力科学研究所原子炉施設及び核燃料物質使用施設等品質マネジメント計画書に係る「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所原子炉設置変更許可申請書」との整合性に関する説明書」については、令和3年1月25日付け原規規発第2101254号をもって認可された原子力科学研究所の原子炉施設(JRR-3原子炉施設)の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その13)の「添付計算書5-11」から内容に変更はない。





制御棒案内管の許容応力状態 $IV_{AS}$ 及び $III_{AS}$ に対する算出応力は以下のとおりであり、十分な耐震性を有している。

(単位:N/mm <sup>2</sup> )						
許容応力状態	評価場所	材料	応力	算出応力	許容応力	
$IV_{AS}$	第一パッド部 (評価点A)	A6063-T6	組合せ	$\sigma_s=25$	$f_t=114$	
	プレナム中央部 (評価点B)	A6063-T6	組合せ	$\sigma_s=12$	$f_t=114$	
	制御棒案内管	A6063-T6	圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価) $\frac{\sigma_{x1} + \sigma_{x2}}{f_c} + \frac{\sigma_{x3}}{f_b}$	評価点A	0.297	1
				評価点B	0.096	1
$III_{AS}$	第一パッド部 (評価点A)	A6063-T6	組合せ	$\sigma_s=9$	$f_t=114$	
	プレナム中央部 (評価点B)	A6063-T6	組合せ	$\sigma_s=6$	$f_t=114$	
	制御棒案内管	A6063-T6	圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価) $\frac{\sigma_{x1} + \sigma_{x2}}{f_c} + \frac{\sigma_{x3}}{f_b}$	評価点A	0.147	1
評価点B				0.042	1	

制御棒案内管構造図

JRR-3の変更に係る設計及び工事の方法の認可申請書(その11)の「添付計算書3-4-5.制御棒案内管の耐震強度評価」(令和2年10月28日付け原規規発第2010286号をもって認可。)



## 概要

制御棒案内管は、ガンマ線及び中性子の照射を受けて熱を受けて熱を発生する。制御棒案内管の内、外表面を溢れる冷却材により冷却することを考慮して制御棒案内管の温度分布を計算し、当該構造物の耐熱上の安全性を確認している。

熱伝導率 $\lambda$ (kcal/mh $^{\circ}$ C)	冷却材温度 $T_{\infty}$ ( $^{\circ}$ C)		発熱密度 (W/cc)	評価基準値 ( $^{\circ}$ C)
178.4	内表面	44	22.0	100
	外表面	44		

## 計算方法

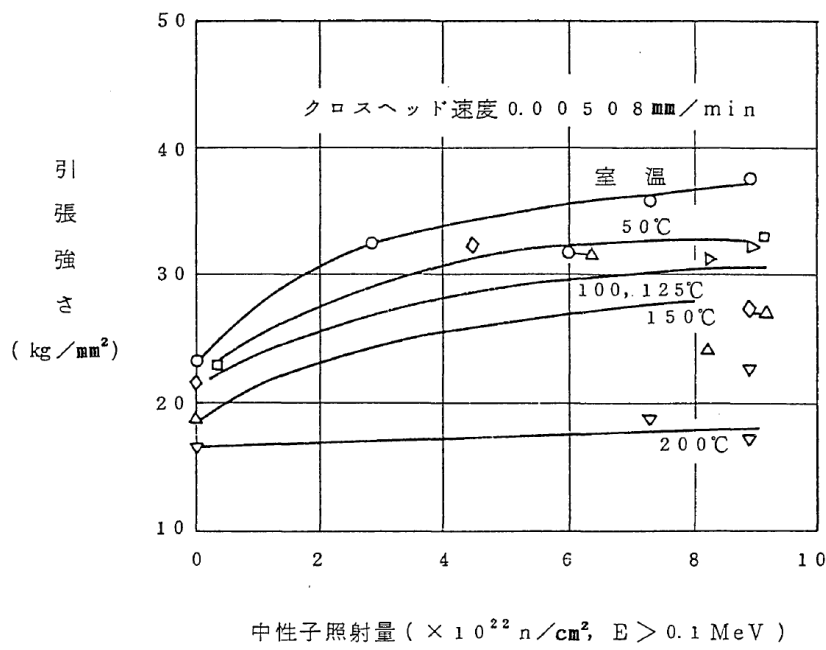
温度分布の計算は、有限要素法によって行い、制御棒案内管に生ずる最高温度を求める。計算コードは、MARCコードを用いる。

## 評価

制御棒案内管の最高使用温度は、 $55.8^{\circ}$ Cであり評価基準値を下回る。

## 概要

金属は、中性子を照射を多量に受けると機械的性質が変化する。



## 中性子照射量とアルミニウム合金の引張強さの関係

高速中性子の照射に伴い、引張強さは増大するため、強度上の問題はない。

設計及び工事の方法の認可申請書 [JRR-3の改造(その3)] の「添付計算書Ⅲ-1 耐放射線強度計算書」(昭和61年8月20日付け61安(原規)第78号をもって認可。)