

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-242113

(P2012-242113A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012. 12. 10)

(51) Int.Cl.

G 2 1 C 21/00 (2006.01)

F 1

G 2 1 C 21/00 G D P F

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-109414 (P2011-109414)
 (22) 出願日 平成23年5月16日 (2011. 5. 16)

(71) 出願人 000165697
 原子燃料工業株式会社
 東京都港区虎ノ門二丁目3番17号
 (74) 代理人 100078813
 弁理士 上代 哲司
 (74) 代理人 100094477
 弁理士 神野 直美
 (72) 発明者 野原 達郎
 大阪府泉南郡熊取町朝代西1丁目950番
 地 原子燃料工業株式会社内

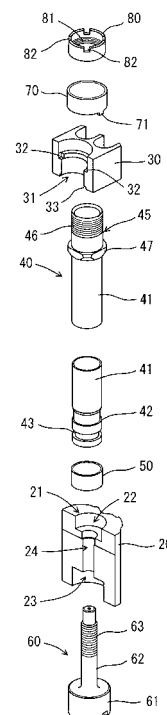
(54) 【発明の名称】 燃料集合体の組立方法および燃料集合体の組立構造

(57) 【要約】

【課題】 制御棒案内シンプルにおける残留応力の発生を抑制し、ねじれや傾きが小さく真直度が高い燃料集合体を容易に製造できる燃料集合体の組立方法および燃料集合体の組立構造を提供する。

【解決手段】 下部ねじを上向きに螺進させて、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとをねじ止め結合し、下部ねじとは逆ねじの関係にある上部ねじを下向きに螺進させて、制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとをねじ止め結合する燃料集合体の組立方法。また、相互に逆ねじの関係にある上部ねじおよび下部ねじと、制御棒案内シンプルの下端部に形成された下部ねじ部と、制御棒案内シンプルの上端部に形成され、下部ねじ部とは逆ねじの関係にある上部ねじ部とを備えており、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとがねじ止め結合され、制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとがねじ止め結合されている燃料集合体の組立構造。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

下部ねじを上向きに螺進させることにより、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとをねじ止め結合し、

前記下部ねじとは逆ねじの関係にある上部ねじを下向きに螺進させることにより、前記制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとをねじ止め結合することを特徴とする燃料集合体の組立方法。

【請求項 2】

相互に逆ねじの関係にある上部ねじおよび下部ねじと、

制御棒案内シンプルの下端部に形成された下部ねじ部と、

前記制御棒案内シンプルの上端部に形成され、前記下部ねじ部とは逆ねじの関係にある上部ねじ部と

を備えており、

前記下部ねじが上向きに螺進されて前記下部ねじ部と螺合されることにより、前記制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとがねじ止め結合されており、

前記上部ねじが下向きに螺進されて前記上部ねじ部と螺合されることにより、前記制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとがねじ止め結合されていることを特徴とする燃料集合体の組立構造。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、加圧水型原子炉に使用される燃料集合体を組み立てるための燃料集合体の組立方法および燃料集合体の組立構造に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

加圧水型原子炉に使用される燃料集合体は、縦横の長さがそれぞれ約 200 mm、高さが約 4000 mm の細長い形状となっており、その骨格は、複数本の制御棒案内シンプルの上端部を上部ノズルに、制御棒案内シンプルの下端部を下部ノズルにそれぞれねじ止めにより機械的に結合して形成されている。そして、燃料集合体の燃料棒は、制御棒案内シンプルの軸方向に所定間隔を隔てて配設した複数の支持格子で保持されている。

【0003】

従来、燃料集合体の組立については、種々の提案がされているが（例えば、特許文献 1～3）、概ね以下の手順で行われていた。まず、組立用のドラムに所定数の支持格子を固定し、金属製の薄肉管である計装用案内シンプルを全ての支持格子の中心のセルに挿入する。次に、全ての支持格子の所定のセルに燃料棒を順次挿入する。その後、燃料集合体の骨格となる長さ約 4000 mm の金属製の薄肉管である制御棒案内シンプルを全ての支持格子の所定のセルに挿入する。

【0004】

そして、制御棒案内シンプルの軸方向位置を調整し、制御棒案内シンプルの下端部を下部ノズルにねじ止めにより結合した後、制御棒案内シンプルの上端部を上部ノズルにねじ止めにより結合する。

【0005】

具体的には、まず、下部ノズルと制御棒案内シンプルの下端部とを結合する。即ち、予め下部ノズルに形成された貫通孔および制御棒案内シンプルの下端部の内周面に形成された下部雌ねじ部を用いて、下部ノズルの上面側に制御棒案内シンプルの下端部を接触させた後、下部ノズルの貫通孔に下部ノズルの下面側から雄ねじ（シンプルスクリュー）を挿入し、この雄ねじを制御棒案内シンプルの下部雌ねじ部に締め付けることにより固定する。

【0006】

次に、上部ノズルと制御棒案内シンプルの上端部とを結合する。即ち、予め上部ノズル

10

20

30

40

50

に形成された貫通孔および制御棒案内シンプルの上端部の外周面に形成された上部雄ねじ部を用いて、制御棒案内シンプルと、最上部の支持格子のスリーブとを内側から拡張することにより支持格子を制御棒案内シンプルに固定した後、上部ノズルの貫通孔に上部ノズルの下面側から制御棒案内シンプルの上部雄ねじ部を挿入し、上部ノズルの上面側に突出した上部雄ねじ部に雌ねじ（リングナット）を締め付ける。

【0007】

このようにして組み立てられる燃料集合体は、原子炉への装荷作業性、原子炉内における隣接する燃料集合体の干渉を防ぐという観点から、真直ぐであることが要求され、ねじれおよび傾きなどの形状の公差に関して厳しく制限されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平5-126985号公報

【特許文献2】特開平9-292490号公報

【特許文献3】特開2002-350585号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、上記した従来の燃料集合体の組立方法の場合、上部ねじおよび下部ねじを締め付ける際、各ねじの回転方向が逆方向となり、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとを雄ねじで結合した後、制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとを雌ねじで結合した場合、制御棒案内シンプルの下端部と上端部とが逆方向にねじれた状態になる。このため、組み立てられた燃料集合体には、ねじれの残留応力（トルク）が発生する。この結果、燃料集合体を組立用のドラムから取り出して自立させたときには、ねじ止めによるねじり方向の力が解放されて、燃料集合体にねじれや傾きを生じさせるため、必要な真直度をもつ燃料集合体を製造することが困難であった。

【0010】

図3は、燃料集合体の曲がり、ねじれを模式的に示す図であり、（a）は平面図、（b）は正面図である。1は燃料集合体、2は燃料集合体の胴部、11は最上部支持格子、12は最下部支持格子、13は中間部支持格子であり、最上部支持格子11は上部ノズル30の近くに取り付けられ、最下部支持格子12は下部ノズル20の近くに取り付けられている。そして、上部ノズル30、下部ノズル20のいずれも拘束されている。このとき発生する上部ノズル30および下部ノズル20に対する中間支持格子13の水平方向の位置ずれの程度がねじれの変位である。

【0011】

また、図4は、燃料集合体の傾きを模式的に示す図であり、（a）は平面図、（b）は正面図である。図4においては、下部ノズル20は拘束され、上部ノズル30は拘束されていない。このとき発生する上部ノズル30の下部ノズル20に対するズレの程度が傾きの変位である。

【0012】

そこで、本発明は、上記問題に鑑み、制御棒案内シンプルにおける残留応力の発生を抑制することができ、ねじれや傾きが小さく真直度が高い燃料集合体を容易に製造できる燃料集合体の組立方法および燃料集合体の組立構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明者は、以下の各請求項に示す発明により、上記課題が解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。以下、各請求項毎に説明する。

【0014】

請求項1に記載の発明は、

下部ねじを上向きに螺進させることにより、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズル

10

20

30

40

50

とをねじ止め結合し、

前記下部ねじとは逆ねじの関係にある上部ねじを下向きに螺進させることにより、前記制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとをねじ止め結合することを特徴とする燃料集合体の組立方法である。

【0015】

本請求項の発明によれば、下部ねじおよび上部ねじとして相互に逆ねじの関係にあるねじを採用し、下部ねじを上向きに螺進させることにより、制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとをねじ止め結合し、下部ねじとは逆ねじの関係にある上部ねじを下向きに螺進させることにより、制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとをねじ止め結合する。このため、制御棒案内シンプルの上部ねじおよび下部ねじの締め付け時の回転方向が同方向になり、制御棒案内シンプルにはねじれによる残留応力の発生が抑制される。この結果、制御棒案内シンプルのねじれに伴って燃料集合体にねじれや傾きが発生することを防ぐことができる。

10

【0016】

請求項2に記載の発明は、

相互に逆ねじの関係にある上部ねじおよび下部ねじと、

制御棒案内シンプルの下端部に形成された下部ねじ部と、

前記制御棒案内シンプルの上端部に形成され、前記下部ねじ部とは逆ねじの関係にある上部ねじ部と

を備えており、

20

前記下部ねじが上向きに螺進されて前記下部ねじ部と螺合されることにより、前記制御棒案内シンプルの下端部と下部ノズルとがねじ止め結合されており、

前記上部ねじが下向きに螺進されて前記上部ねじ部と螺合されることにより、前記制御棒案内シンプルの上端部と上部ノズルとがねじ止め結合されていることを特徴とする燃料集合体の組立構造である。

【0017】

本請求項の発明によれば、相互に逆ねじの関係にある上部ねじおよび下部ねじにより、制御棒案内シンプルの下部ねじ部および上部ねじ部にそれぞれ螺合されるように構成されているため、制御棒案内シンプルの上部ねじおよび下部ねじの締め付け時の回転方向が同方向になり、制御棒案内シンプルのねじれに伴って燃料集合体にねじれや傾きが発生しない燃料集合体の組立構造を提供することができる。

30

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、制御棒案内シンプルにおける残留応力の発生を抑制することができ、ねじれや傾きが小さく真直度が高い燃料集合体を容易に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る燃料集合体の組立構造の一実施の形態の要部を示す分解斜視図である。

【図2】本発明に係る燃料集合体の組立構造の一実施の形態の要部を示す断面図である。

40

【図3】燃料集合体の曲がり、ねじれを模式的に示す図である。

【図4】燃料集合体の傾きを模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施の形態に基づいて、図を参照しつつ具体的に説明する。

【0021】

図1は、本発明に係る燃料集合体の組立構造の一実施の形態の要部を示す分解斜視図である。図2は、本発明に係る燃料集合体の組立構造の一実施の形態の要部を示す断面図である。

【0022】

50

1. 燃料集合体の組立構造

(1) 燃料集合体

図1、図2に示すように、燃料集合体1は、骨格となる複数本の制御棒案内シンプル40を複数の支持格子（図示せず）で集束し、制御棒案内シンプル40の下端部と下部ノズル20とを結合すると共に、制御棒案内シンプル40の上端部と上部ノズル30とを結合することにより構成されている。

【0023】

制御棒案内シンプル40は、シンプル管41と、シンプル管41の下端部に溶接で取り付けられたシンプル用下部端栓42と、シンプル管41の上端部にTIG溶接で取り付けられたカラー45とを備えている。

【0024】

シンプル用下部端栓42の内周面には、左ねじの雌ねじ部（下部ねじ部の一例）44が形成されている。一方、カラー45の外周面には、雌ねじ部44とは逆ねじの関係にある右ねじの雄ねじ部（上部ねじ部の一例）46が形成されている。

【0025】

(2) 制御棒案内シンプル40の下端部と下部ノズル20との結合

制御棒案内シンプル40の下端部と下部ノズル20との結合は、制御棒案内シンプル40のシンプル用下部端栓42と、下部ノズル20と、スリーブ50と、シンプルスクリュウ（下部ねじの一例）60とにより行われる。

【0026】

下部ノズル20には異径貫通孔21が形成されており、異径貫通孔21は、上部に形成された上側大径孔22と、下部に形成された下側大径孔23と、中間部に形成された小径孔24とを有する。上側大径孔22には、制御棒案内シンプル40の下端部が収納される。

【0027】

スリーブ50は、最下部支持格子12のシンプルセル（図示せず）の下方から延出されている。スリーブ50にはシンプル管41のシンプル用下部端栓42が内挿されている。スリーブ50は、シンプルセルに溶接等で接合されている。なお、最下部支持格子12は下部ノズル20に近接して配置されている。

【0028】

制御棒案内シンプル40のシンプル用下部端栓42の下部の外周面には、スリーブ50がかしめ込まれる周溝43が全周にわたって形成されている。また、制御棒案内シンプル40のシンプル用下部端栓42は、スリーブ50の下端面よりも僅かに突出した状態で位置決めされている。

【0029】

シンプルスクリュウ60には、下部ノズル20の下側大径孔23に収納されるヘッド部61と、下部ノズル20の小径孔24に挿通する軸部62とが形成されており、小径孔24から突き出る軸部62の外周面には左ねじの雄ねじ部63が形成されている。

【0030】

そして、スリーブ50の下部をシンプル用下部端栓42の周溝43内にかしめ込んで制御棒案内シンプル40とスリーブ50とを一体化することにより、制御棒案内シンプル40と最下部支持格子12とが一体化される。また、シンプル用下部端栓42の雌ねじ部44に、下方からねじ込まれたシンプルスクリュウ60を螺合することによって、制御棒案内シンプル40の下端部が下部ノズル20に結合される。

【0031】

(3) 制御棒案内シンプル40の上端部と上部ノズル30との結合

制御棒案内シンプル40の上端部と上部ノズル30との結合は、制御棒案内シンプル40のカラー45と、上部ノズル30と、上部リングナット（上部ねじの一例）80と、回り止めのロッキングカップ70とにより行われる。

【0032】

10

20

30

40

50

カラー４５は、上部外周面に右ねじの雄ねじ部４６が形成され、下部にフランジ部４７が形成されている。

【００３３】

上部ノズル３０には、上部が大径で下部が小径の異径貫通孔３１が形成されている。異径貫通孔３１の段部には、その周方向に所定間隔を隔てて複数の切欠き３２が形成されている。異径貫通孔３１の下端縁には、制御棒案内シンプル４０のフランジ部４７に係止する凹部３３が形成されている。

【００３４】

ロッキングカップ７０の下部には、上部ノズル３０の切欠き３２に嵌合させる複数の凸部７１が形成されている。

【００３５】

上部リングナット８０の内周面には制御棒案内シンプル４０の雄ねじ部４６と螺合する右ねじの雌ねじ部８１が形成され、上部リングナット８０の上部には締付工具に係合させるための複数の切欠き８２が形成されている。

【００３６】

そして、ロッキングカップ７０の突起７１を上部ノズル３０の切欠き３２に嵌合し、上部リングナット８０を制御棒案内シンプルのカラー４５の雄ねじ部４６に締め付け、上部リングナット８０の切欠き８２にロッキングカップ７０の周壁上部をかしめ込むことにより、上部リングナット８０の回り止めとする。これにより、制御棒案内シンプル４０の上端部と上部ノズル３０とが結合される。

【００３７】

（４）制御棒案内シンプル４０と最上部支持格子１１との結合

制御棒案内シンプル４０と最上部支持格子１１との結合は、最上部支持格子１１に溶接等で固定された第１の格子側スリーブ１４を介して行われ、第１の格子側スリーブ１４とシンプル管４１とをバルジ加工によりバルジ部９０を形成することにより行われる。

【００３８】

２．燃料集合体の組立方法

次に、図２を参照しつつ燃料集合体の組立方法について説明する。

【００３９】

燃料集合体の組立方法は、所定数の制御棒案内シンプル４０を各支持格子の所定のセルに挿入する仮組工程と、各制御棒案内シンプル４０の下端部と下部ノズル２０とを結合する第１結合工程と、各制御棒案内シンプル４０の上端部と上部ノズル３０とを結合する第２結合工程とを備えている。

【００４０】

（１）仮組工程

仮組工程においては、組立用のドラム（図示省略）に支持格子を固定し、制御棒案内シンプル４０を、最上部支持格子１１から上方へ突出した第１の格子側スリーブ１４に、第１の格子側スリーブ１４の上端から挿通する。

【００４１】

制御棒案内シンプル４０の下端部を、下部ノズル２０の上側大径孔２２に収めることにより、制御棒案内シンプル４０の軸方向において位置決めを行う。なお、シンプル用下端栓４２には、予めスリーブ５０を取り付ける。

【００４２】

第１の格子側スリーブ１４の下端部を、最上部支持格子１１の貫通孔１５の上端部に溶接等により固着した第２の格子側スリーブ１６に内嵌して抵抗溶接等により固着する。また、第１の格子側スリーブ１４の上端部を、カラー４５の下側内周部とシンプル管４１との間に形成される間隙４８に挿入する。

【００４３】

（２）第１結合工程

第１結合工程においては、下部ノズル２０の異径貫通孔２１の下方からシンプルスクリ

10

20

30

40

50

ュー６０を挿し込み、シンプルスクリュー６０を左回転で締め付けてシンプル用下部端栓４２の雌ねじ部４４に螺合する。これにより、制御棒案内シンプル４０の下端部と下部ノズル２０とを結合する。

【００４４】

（３）第２結合工程

第２結合工程においては、まず、最上部支持格子１１と上部ノズル３０の間に位置する第１の格子側スリーブ１４とシンプル管４１とをバルジ加工で拡張させてバルジ部９０を形成して、制御棒案内シンプル４０の上端部と最上部支持格子１１とを固定する。

【００４５】

次に、上部ノズル３０を制御棒案内シンプル４０の上端側から被せてカラー４５を上部ノズル３０の異径貫通孔３１に挿通し、カラー４５の雄ねじ部４６に上部リングナット８０を右回転で締め付けて螺合する。これにより、制御棒案内シンプル４０の上端部と上部ノズル３０とを結合する。

【００４６】

以上のように、制御棒案内シンプル４０の下端部と下部ノズル２０とのねじ止めと、制御棒案内シンプル４０の上端部と上部ノズル２０とのねじ止めを逆ねじの関係にすることにより、ねじり方向が同じになるため、制御棒案内シンプル４０にねじれによる残留応力が生じにくくなる。このため、燃料集合体１を前記組立用のドラムから取り出して自立させた場合には、制御棒案内シンプル４０に発生するねじれが低減して、組立後の燃料集合体１のねじれやそれに伴う傾きを小さくすることができる。

【００４７】

実際に、逆ねじを使用して燃料集合体を組み立てたところ、従来法に対してねじれや傾きなどの不具合を約８０％減少することができ、要求仕様を満足する燃料集合体を安定して製造できることを確認した。

【００４８】

なお、上記の実施の形態では、制御棒案内シンプル４０と下部ノズル２０のねじ結合には左ねじを使用すると共に、制御棒案内シンプル４０と上部ノズル３０のねじ結合には右ねじを使用しているが、制御棒案内シンプル４０と下部ノズル２０のねじ結合に右ねじを使用すると共に、制御棒案内シンプル４０と上部ノズル３０のねじ結合に左ねじを使用してもよい。

【００４９】

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではない。本発明と同一および均等の範囲内において、上記の実施の形態に対して種々の変更を加えることが可能である。

【符号の説明】

【００５０】

１	燃料集合体
２	燃料集合体の胴部
１１	最上部支持格子
１２	最下部支持格子
１３	中間支持格子
１４	第１の格子側スリーブ
１５	貫通孔
１６	第２の格子側スリーブ
２０	下部ノズル
２１	異径貫通孔
２２	上側大径孔
２３	下側大径孔
２４	小径孔
３０	上部ノズル

10

20

30

40

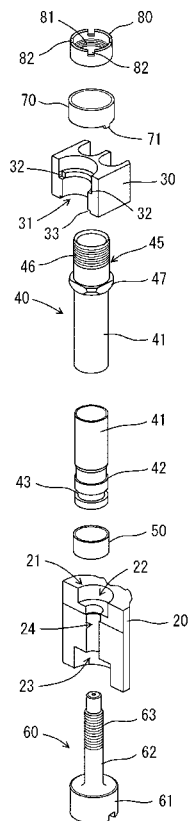
50

- 3 1 異径貫通孔
- 3 2 切欠き
- 3 3 凹部
- 4 0 制御棒案内シンプル
- 4 1 シンプル管
- 4 2 シンプル用下部端栓
- 4 3 周溝
- 4 4 雌ねじ部（下部ねじ部の一例）
- 4 5 カラー
- 4 6 雄ねじ部（上部ねじ部の一例）
- 4 7 フランジ部
- 4 8 間隙
- 5 0 スリーブ
- 6 0 シンプルスクリュー（下部ねじの一例）
- 6 1 ヘッド部
- 6 2 軸部
- 7 0 ロッキングカップ
- 7 1 凸部
- 8 0 上部リングナット（上部ねじの一例）
- 8 1 雌ねじ部
- 8 2 切欠き
- 9 0 バルジ部

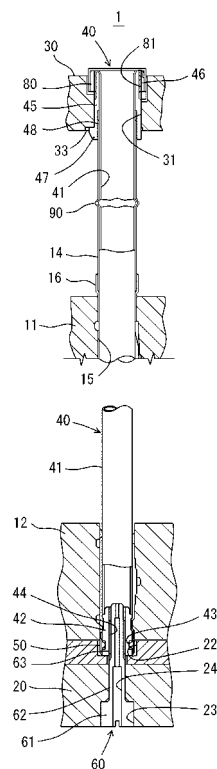
10

20

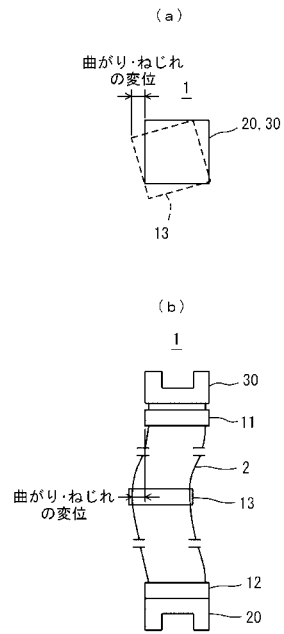
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

