

(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2014-59193

(P2014-59193A)

(43) 公開日 平成26年4月3日(2014.4.3)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G 2 1 C 17/00 (2006.01)</b>	G 2 1 C 17/00	2 G 0 7 5
<b>G 2 1 C 17/06 (2006.01)</b>	G 2 1 C 17/06	M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-203831 (P2012-203831)	(71) 出願人	505374783
(22) 出願日	平成24年9月18日 (2012.9.18)		独立行政法人日本原子力研究開発機構
特許法第30条第2項適用申請有り			茨城県那珂郡東海村村松4番地49
		(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100139103
			弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荏澤 弘

最終頁に続く

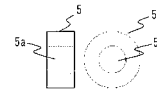
(54) 【発明の名称】 燃料棒の被覆管試験片作製方法及び治具

(57) 【要約】

【課題】 使用済核燃料の取り扱いの見通しを判断するために参考となる被覆管のデータを早期に提示するための燃料棒の被覆管試験片作製方法及び治具を実現する。

【解決手段】 ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって、放射線照射済みの燃料棒の被覆管を切断して所定の長さの浸漬試験用被覆管1を作製し、この浸漬試験用被覆管の両端を耐熱性及び耐薬品性のパッキン(内面保護栓)5によって封止し、両端を封止した浸漬試験用被覆管を浸漬液を収容したフラスコ9内の前記浸漬液に浸漬して所定の温度に加熱する浸漬試験を行い、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から内面保護栓を取り除いた後、浸漬試験用被覆管を複数の更に小さな試験片(引っ張り試験片)1bに切断加工するように行う

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって、放射線照射済みの燃料棒の被覆管を切断して所定の長さの浸漬試験用被覆管を作製し、この浸漬試験用被覆管の両端を耐熱性及び耐薬品性の内面保護栓によって封止し、両端を封止した浸漬試験用被覆管を浸漬液を収容した浸漬槽内の前記浸漬液に浸漬して所定の温度に加熱する浸漬試験を行い、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から前記内面保護栓を取り除いた後、浸漬試験用被覆管を複数の更に小さな試験片に切断加工することを特徴とする燃料棒の被覆管試験片作製方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記内面保護栓は、PPS 樹脂製の芯軸に嵌合して浸漬試験用被覆管に挿入したパッキンを軸方向に圧縮して径方向に膨張させることにより浸漬試験用被覆管の内面に圧接させて封止することを特徴とする燃料棒の被覆管試験片作製方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記浸漬試験における浸漬試験用被覆管は浸漬液中に直立状態に浸漬することを特徴とする燃料棒の被覆管試験片作製方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の 1 項において、浸漬試験後の浸漬試験用被覆管は、その外周にアクリル製の被せた状態で複数の更に小さな試験片に切断加工することを特徴とする燃料棒の被覆管試験片作製方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の 1 項において

前記浸漬試験用被覆管から小さな試験片を採取する切断加工は、試験片の切断を所定の寸法よりも僅かに長い寸法に切断し、切断した試験片を研磨治具に嵌入し、研磨治具から突出した部分を研磨紙に当接するように該研磨紙上に設置し、研磨治具を移動させることにより試験片の突出部分を研磨紙上で摺動させて研磨する作業を嵌入深さを変えた研磨治具を使用捨て複数回行うことにより試験片を所定の寸法に調整することを特徴とする燃料棒の被覆管試験片作製方法。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の 1 項の燃料棒の被覆管試験片作製方法に使用する内面保護栓は、PPS 樹脂製の芯軸に嵌合して浸漬試験用被覆管に挿入するパッキンを軸方向に圧縮して径方向に膨張させることにより浸漬試験用被覆管の内面に圧接させて封止するように構成したことを特徴とする内面保護栓。

## 【請求項 7】

請求項 5 の燃料棒の被覆管試験片作製方法に使用する研磨治具は、切断した試験片を嵌入して保持する試験片保持孔と、試験片保持孔内に嵌着した試験片を押し出すための押し出し片を挿入するための押し出し片挿入溝を備えたことを特徴とする研磨治具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、使用済核燃料の燃料棒における被覆管の試験片作製方法及び該作製方法において使用する使用する治具に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

原子炉建屋にある使用済燃料プール内に保管している使用済核燃料の燃料棒は、プール内の冷却水に混入した不純物（例えば、塩化物イオン等）が付着していると考えられ、燃料棒を共用プールに移送するときに水で洗浄しても完全に除去することは難しいと考えられている。従って、共用プールでの長期保管中にこれらの付着物に起因した腐食が燃料棒や共用プールの構造物の健全性に及ぼす影響を評価し、健全性確保のための対策を講じる必要があり、使用済燃料プールから取り出した燃料棒の長期健全性評価方法の開発が望ま

10

20

30

40

50

れている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-64629号公報

【特許文献2】特開2009-31148号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】社団法人 腐食防食協会主催 2012年度春期講演大会 「材料と環境2012」講演集、A-106、53-56(2012) 山本正弘、小松篤史、本岡隆文 海水成分が混入した溶液でのジルカロイの局部腐食特性の評価

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

核燃料の長期健全性評価方法の開発においては、使用済核燃料の取り扱いの見通しを判断するために参考となる被覆管に関する各種データを極めて早期に提示することが重要である。

【0006】

本発明は、使用済核燃料の取り扱いの見通しを判断するために参考となる被覆管のデータを早期に提示するための燃料棒の被覆管試験片作製方法及び治具を提供することにある。

20

【0007】

具体的には、例えば、放射線照射済燃料棒のジルカロイ被覆管について、ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって人工海水を用いた模擬プール水環境での浸漬腐食試験を行い、浸漬試験後の被覆管を所定の長さの試験片に加工するための試験片作製方法及びそのための治具を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法は、ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって、放射線照射済みの燃料棒の被覆管を切断して所定の長さの浸漬試験用被覆管を作製し、この浸漬試験用被覆管の両端を耐熱性及び耐薬品性の内面保護栓によって封止し、両端を封止した浸漬試験用被覆管を浸漬液を収容した浸漬槽内の前記浸漬液に浸漬して所定の温度に加熱する浸漬試験を行い、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から前記内面保護栓を取り除いた後、浸漬試験用被覆管を複数の更に小さな試験片に切断加工するように行う。

30

【0009】

そして、燃料棒の被覆管試験片作製方法に使用する内面保護栓は、PPS樹脂製の芯軸に嵌合して浸漬試験用被覆管に挿入するパッキンを軸方向に圧縮して径方向に膨張させることにより浸漬試験用被覆管の内面に圧接させて封止するように構成する。

【0010】

また、燃料棒の被覆管試験片作製方法に使用する研磨治具は、切断した試験片を嵌入して保持する試験片保持孔と、試験片保持孔内に嵌着した試験片を押し出すための押し出し片を挿入するための押し出し片挿入溝を備えた構成とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、使用済核燃料の取り扱いの見通しを判断するために参考となる被覆管のデータを早期に提示するための燃料棒の被覆管試験片作製方法及び治具を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

50

【図 1】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法において実施する浸漬試験用被覆管封止構造の一部開披側面図である。

【図 2】図 1 に示した浸漬試験用被覆管封止構造の一部を拡大して示す側面図である。

【図 3】図 1 及び図 2 に示した浸漬試験用被覆管封止のための内面保護栓を構成する芯軸の側面図及び端面図である。

【図 4】図 1 及び図 2 に示した浸漬試験用被覆管封止のための内面保護栓を構成するパッキンの側面図及び端面図である。

【図 5】図 1 及び図 2 に示した浸漬試験用被覆管封止のための内面保護栓を構成するワッシャーの側面図及び端面図である。

【図 6】図 1 及び図 2 に示した浸漬試験用被覆管封止のための内面保護栓を構成する蝶ナットの側面図、平面図及び端面図である。

【図 7】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法において実施する浸漬試験の模式図である。

【図 8】燃料棒の被覆管試験片作製方法において実施する浸漬試験用被覆管の切断方法の検討を示す模式図である。

【図 9】図 8 に示した浸漬試験用被覆管の切断方法の検討によって採取した試験片の側面図である。

【図 10】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法において実施する浸漬試験用被覆管の切断方法を示す模式図である。

【図 11】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法において浸漬試験用被覆管を切断して取得した試験片の側面図と一部拡大図である。

【図 12】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整に使用する研磨治具の平面図及び縦断側面図である。

【図 13】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整に使用する研磨治具の斜視図である。

【図 14】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整において研磨治具に試験片を嵌入保持させた状態を示す縦断側面図である。

【図 15】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整のための研磨状態を示す斜視図である。

【図 16】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整において研磨治具から試験片を取り出すために使用する押し出し片の側面図である。

【図 17】本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法における試験片調整において研磨治具から研磨済み試験片を取り出すための手法を示す縦断側面図である。

【図 18】従来を試料表面保護手法の縦断側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

原子炉使用環境での燃料棒のジルカロイ被覆管は、内部の水素化物生成や外面のノジュラー腐食の発生など、放射線照射挙動として有意な変化のある特徴を有しており、未照射被覆管の浸漬試験では不可能な放射線照射挙動と塩化物イオンの影響との関連で塩化物イオンの影響を評価することが可能となるものであり、使用済燃料プールでの取り扱い検討において、重要不可欠な部材である。

【0014】

そこで本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法は、ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって、放射線照射済みの燃料棒の被覆管を切断して所定の長さの浸漬試験用被覆管を作製し、この浸漬試験用被覆管の両端を耐熱性及び耐薬品性の内面保護栓によって封止し、両端を封止した浸漬試験用被覆管を海水（人工海水）を含んだ浸漬液を収容した浸漬槽内の前記浸漬液に浸漬して所定の温度に加熱する浸漬試験を行い、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から内面保護栓を取り除いた後、浸漬試験用被覆管を複数本の更に小さな試験片（引っ張り試験片）に切断加工するように行う。

【0015】

10

20

30

40

50

前記浸漬試験用被覆管の両端を封止する内面保護栓は、異種金属接触腐食の防止並びに耐熱性、耐薬品性の観点から、両端部分にパッキンを嵌合する小径部を備え、その外側に締付ナットを螺合する雄ネジ部を備え、前記浸漬試験用被覆管の内径よりも小径の太さのPPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂製の芯軸と、前記浸漬試験用被覆管の内径よりも僅かに小径で前記芯軸の小径部に嵌合するシリコンゴム製のパッキンと、パッキングの外端面に当接するPPS樹脂製のワッシャーと、前記雄ネジ部に螺合して前記ワッシャーを押圧することにより前記パッキンを軸方向に圧縮して径方向に膨張させて浸漬試験用被覆管の内面に圧接させて封止するPPS樹脂製の雌ネジ（蝶ナット）により構成する。このように構成した内面保護栓は、雌ネジをゆるめることによってパッキンは軸方向の圧縮から解放されて径が縮小し、浸漬試験用被覆管から取り除くことが容易である。

10

**【0016】**

浸漬試験において、浸漬試験用被覆管は、燃料プールでの保管状態と同様に、浸漬槽内の浸漬液中に直立状態で浸漬することが望ましい。そこで、浸漬試験用被覆管を浸漬槽内に縦に吊り下げたようにした。具体的には、浸漬試験用被覆管の腐食に影響を及ぼさない材質のアクリル樹脂又はナイロン製の吊り糸を雌ネジに結んで浸漬試験用被覆管を吊り下げることにより該浸漬試験被覆管が略直立の姿勢で浸漬液に浸るようにした。

**【0017】**

また、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から複数の短い試験片を採取するための試料切断は、切断機を用いて行うが、切断加工精度が悪く、試料にバリや傷が生じてしまうと、その後の試験に悪影響を与える。肉厚が薄い被覆管では試験に影響するようなバリや傷は発生し難いが、厚肉のジルカロイ被覆管では、強度特性に影響するような大きいバリが発生する。このバリや傷の発生を防止するために、被覆管を拘束するアクリル製の保護チューブを該浸漬試験用被覆管の外周に被せた状態で切断加工を行うようにした。

20

**【0018】**

このようにして採取した複数の試験片は、試験のばらつきを低減するために、所定の寸法に揃えることが必要である。このための試験片調整は、試験片の切断を所定の寸法よりも僅かに長い寸法に切断し、切断した試験片を研磨治具に嵌入し、研磨治具から突出した部分を研磨紙に当接するように該研磨紙上に設置し、研磨治具を移動させることにより試験片の突出部分を研磨紙上で摺動させて研磨する作業を嵌入深さを変えた研磨治具を使用捨て複数回行うことにより、試験片を所定の寸法に調整加工する。研磨紙は、研磨作業の進行に合わせて粗研磨～仕上げ研磨に変えることにより、効率良く寸法精度を高めるようにする。

30

**【実施例】****【0019】**

本発明の燃料棒の被覆管試験片作製方法及び治具は、ホットセル内において、マニプレータを用いた遠隔操作によって、放射線照射済みの燃料棒の被覆管を切断して所定の長さの浸漬試験用被覆管を作製し、この浸漬試験用被覆管の両端を耐熱性及び耐薬品性の内面保護栓によって封止し、両端を封止した浸漬試験用被覆管を海水（人口海水）を含んだ浸漬液（模擬プール水のような塩化物イオンを含有する水溶液）を収容した浸漬槽内の前記浸漬液に浸漬して所定の温度に加熱する浸漬試験を行い、浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管から内面保護栓を取り除いた後、浸漬試験用被覆管を複数の更に小さな試験（引っ張り試験）片に切断し、研磨して所定の寸法に高精度に加工するように行う。

40

**【0020】**

放射線照射済み燃料棒の被覆管の浸漬試験は、次のようにして行う

浸漬試験用被覆管の内面保護栓（浸漬治具）

燃料プール内での燃料棒における被覆管の腐食環境を考慮すると、核燃料との反応相が生じている可能性のある被覆管の内表面が浸漬液により腐食し、浸漬試験後の強度試験に影響を及ぼす恐れがあることから、被覆管は、燃料棒と同様に、外表面のみが浸漬液と接触するように内表面の保護が必要となる。

**【0021】**

50

通常の材料試験においては、試料表面を保護する手法として、樹脂の注入やペイント等の塗布が行われているが、コールドモックアップ試験を実施したところ、樹脂の注入については浸漬試験後に樹脂を完全に除去するのが困難であり、後に強度試験を行うには適していないことが明らかとなった。その一方で、被覆管内面に遠隔で一様にペイントを塗布する方法は技術的に難しく、更には、図18に示すように、被覆管1と塗料2の間の隙間3が発生して隙間腐食1aが発生する恐れがあり、塗膜に厚さ不足部分2aがあると該不足部分2aから浸透腐食1bが進行する恐れがあり、ペイント方法を即座に適用するのは難しい。

#### 【0022】

そこで、この実施例では、浸漬試験用被覆管1の両端にゴム栓を付けて封止する方法を採用することにして内面保護栓を検討した。

10

#### 【0023】

この内面保護栓は、具体的には、異種金属接触腐食の防止並びに耐熱性、耐薬品性の観点からPPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂及びシリコンゴムを用いて作製することとし、図1～図2に示すように、浸漬試験用被覆管1を貫通する芯軸4と、この芯軸4の両端部分に取り付けられて試料1の両端部分に嵌入するパッキン5と、このパッキン5を軸方向に圧縮して径方向に膨張させることにより浸漬試験用被覆管1の両端部分の内面とパッキン5の外周面の間の隙間8を封止するワッシャー6と蝶ナット7によって構成する。

#### 【0024】

20

具体的には、芯軸4は、図3に示すように、前記浸漬試験用被覆管1の内径よりも小径の太さのPPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂製の部材であり、両端部分にパッキン5を嵌合する小径部4aを備え、その外側に蝶ナット7を螺合する雄ネジ部4bを備える構成とした。

#### 【0025】

パッキン5は、図4に示すように、シリコンゴム製の筒状体であり、外径は前記浸漬試験用被覆管1の内径よりも僅かに小さく、内孔5aは前記芯軸4における小径部4aの外径よりも僅かに大きな径とし、前記芯軸4の小径部4aに嵌合して前記浸漬試験用被覆管1に挿入した状態では該浸漬試験用被覆管1の外端部分に位置するように構成する。

#### 【0026】

30

パッキン6は、図5に示すように、PPS樹脂製の平ワッシャーであり、外径は前記パッキン4の外径と略等しい径とし、内孔6aは前記芯軸4における小径部4aの外径よりも僅かに大きな径とし、前記芯軸4の小径部4aに嵌合して前記パッキン5の外端面に当接するように構成する。

#### 【0027】

蝶ナット7は、図6に示すように、マニプレータでの操作を容易にするために翼の部分をネジの部分から延長した長方形に形成し、中央部の孔7aに雌ネジ部7bを形成し、吊り糸を結んで吊り下げるための吊り糸結合孔7cを翼部に形成したPPS樹脂製雌ネジであり、前記芯軸4の雄ネジ部4bに螺合して前記ワッシャー6を介して前記パッキン5を押圧するように構成する。

40

#### 【0028】

このように構成した内面保護栓は、蝶ナット7を捻じ込んでパッキン5を軸方向に圧縮することによって該パッキン5を径方向に膨張させて浸漬試験用被覆管1の内面に圧接させて該浸漬試験用被覆管1の端面を封止し、浸漬液が浸漬試験用被覆管1内に侵入するのを防止する。そして、蝶ナット7を緩めることによってパッキン5の軸方向の圧縮を解放して径を縮小させることにより浸漬試験用被覆管1から取り除くのを容易にする。

#### 【0029】

この内面保護栓については、人工海水を用いて浸漬試験のモックアップを行ったところ、当初は内面に浸漬液がわずかに浸入したが、パッキン5の取付け位置をワッシャー6で調整し、蝶ナット7を十分に締め付けることで浸漬液が浸入しないようにすることができ

50

た。

#### 【0030】

##### 浸漬試験

ビーカーに浸漬液を入れただけの状態で本試験の液温条件(80)に加熱した場合には、浸漬液中の水分が蒸発することにより、塩素イオン濃度、pH等の液性が随時変化してしまうことから、所定の試験条件を維持することができない。また、浸漬液をビーカーで加熱した場合には、自然対流により中央付近ではほぼ均一の温度となることをモックアップ試験により確認しているが、ビーカーの底付近についてはホットプレートに近いことから、平均的な液温よりも高くなっている。その中に試料を入れた場合には、ビーカーの底に近い試料面では、他の部分と試料温度や液温等の温度条件が異なるため腐食の偏りが生じる恐れがあり、浸漬後の評価が困難となってしまう。

10

#### 【0031】

浸漬液の蒸発を抑制するためには、ビーカー等の浸漬容器に蓋を付けて密閉してしまう対応策が簡単であるが、水蒸気による容器内の圧力上昇やそれに伴う浸漬液の噴きこぼれ等が懸念されることから、この対応策は、昼夜連続運転での浸漬試験には安全上の問題がある。圧力に耐え得る金属容器で試験を実施する対応策もあるが、液位や試料の腐食状況等の状態監視が容易なガラス器具を用いるのがこの浸漬試験には適切と考えられる。

#### 【0032】

そこで、浸漬液の蒸発による減少を抑えつつ、容器内の圧力上昇を防ぐため、図7に示すように、分離型フラスコ9に市販のトラップ球10と空冷管11を組み合わせた構成を採用することにより、分離型フラスコ9内の浸漬液から蒸発した水蒸気を冷却・凝縮させて浸漬液に戻るようにした。

20

#### 【0033】

また、燃料プール内での燃料棒の保管状態を考慮すると、浸漬試験用被覆管を浸漬液の中央付近に直立状態に浸漬するように保持することが望ましい。そこで、浸漬試験用被覆管を安定して浸漬液中に保持するために、アクリル樹脂又はナイロン製の吊り系12を浸漬試験用被覆管1の内面を封止するための蝶ナット7の吊り系結合孔7cに結んで分離型フラスコ9の上部(トラップ球10)から吊り下げて該分離型フラスコ9の浸漬液内に垂直状態に浸漬する。なお、13は、吊り系12をトラップ球10に係止するための係止具である。

30

#### 【0034】

このような構成でコールドでのモックアップ試験により浸漬液の変化が少ない状態で安定した浸漬試験が行えることを確認した。そして、ホットセル内に搬入して遠隔でのモックアップ試験を実施したところ、ホットセル内の風の流れが大きく、予想以上に浸漬液の減少が大きくなっていった(約30ml/日)。そこで、冷却管11の先端に開閉可能な蓋14を取り付け、水蒸気の蒸発を抑制しつつ圧力が解放されるような対策を講じた。その結果、浸漬液の減少量は対策前の1/6程度に軽減し、昼夜運転状態でも数日に1回水を10ml程度補給すれば十分な状態で浸漬試験を実施することができた。

#### 【0035】

なお、15は、浸漬液を加熱するホットプレート、16は浸漬液の温度を検出する温度センサである。

40

#### 【0036】

##### 浸漬試験済み被覆管からの引張試験片の採取

微小なリング状の引張試験片の採取は、図8に示すように、小型切断機を用いて浸漬済みの浸漬試験用被覆管1を所定の長さに切断するように行うが、切断加工最終段階で切断する試験片1bが切断刃17から逃げて切断加工精度が悪くなり、更に、図9の(a)に示すように、試験片1bにバリ1b'が発生すると共に、(b)に示すように、残りの浸漬試験用被覆管1に欠損(傷)1'を付けてしまうことから、このような切断加工で複数の試験片を作製すると、試験に大きな影響が生じる。肉厚が約0.5mmの核燃料棒の浸漬試験用被覆管1では、試験に影響するようなバリ1b'は発生し難いが、肉厚が約0.

50

9 mmのジルカロイ被覆管 1 では、強度特性に影響する大きなバリ 1 b' が発生する。

【0037】

これを克服するために、図 10 に示すように、アクリル製の保護チューブ 18 を浸漬試験済みの浸漬試験用被覆管 1 の外周に被せた状態で切断刃 17 により切断加工することにより、切断加工最終段階でも試験片 1 b を拘束して該試験片 1 b がずれることなく浸漬試験用被覆管 1 を切断することができるようにした。

【0038】

これにより、マニプレータによる遠隔操作での切断加工においても、強度試験に影響するような有意なバリや傷を切断面に発生させることなく試験片 1 b を採取することができるようになった。

【0039】

引張試験片の調製

微小なリング引張試験片の強度試験では、試験片の寸法精度が問題になる。マニプレータによる遠隔操作により切断加工では、精度を上げることが非常に困難であることから、試験片の切断加工寸法精度が低く、試験の再現性に問題があった。切断したままのリング引張試験片 1 b は、図 11 に示すように、切断面に微細な凹凸 1 b" が多数あり、この凹凸 1 b" が引張試験時に破壊の起点となることで、試験結果にばらつきを生じていた。

【0040】

ホットセル外で切断加工した試験片に放射線を照射するか、試験片数を多く確保することで試験精度を確保するようにすることができるが、本試験では供することのできる被覆管の長さには制限があるため、試料サイズを極力小さくして試験片数を稼ぐとともに、再現性の高いデータが取得可能な試験片サイズ及び調製方法の検討が必要であった。

【0041】

そこで、コールド試験により再現性の確保に必要な試験片のサイズを確認したところ、14.5 × 3.0 mm t の試験片に加工調整できればよいことが分かった。この結果に基づき、浸漬済みの浸漬試験用被覆管 1 を所定の寸法よりも僅かに長く切断加工し、研磨加工によって所定の寸法に調整することにした。

【0042】

そこで、マニプレータによる遠隔操作でも容易に試験片の長さを精度良く調製（研磨）することができる研磨治具を製作した。研磨加工についても、いきなり仕上げ寸法とするのではなく、リング状の試験片の初期切断寸法を長さ 3.2 mm t 程度とし、これを 4 段階（粗研磨～仕上げ研磨）の研磨治具を用いて研磨することにより、最終的に長さ 3.0 mm t の試験片を精度良く調製するようにした。

【0043】

この研磨治具 19 は、図 12 及び図 13 に示すように、試験片 1 b を保持する試験片保持部 19 a と、把持部 19 b と、試験片保持孔 19 c と、押し出し片挿入溝 19 d と、摩滅保護環部 19 e を備える。

【0044】

試験片保持部 19 a は、その端面に試験片保持孔 19 c を開口させ、研磨加工時に該試験片保持孔 19 c に試験片 1 b を嵌入して保持する。試験片保持孔 19 c の深さは、嵌入した試験片 1 b の研磨したい端面部分が該試験片保持孔 19 c よりも外に突出する深さとする。

【0045】

把持部 19 b は、研磨作業時にマニプレータによって把持するための部位である。

【0046】

押し出し片挿入溝 19 d は、研磨粉が試験片 1 b と試験片保持孔 19 c の壁面の間に侵入することにより試験片 1 b が試験片保持孔 19 c 内に堅く嵌着して外し難くなったときに、試験片 1 b を押し出すための押し出し片を挿入するための溝である。

【0047】

摩滅保護環部 19 e は、研磨加工作業において試験片保持部 19 a が摩滅するのを防止

10

20

30

40

50



するための超鋼リングである。

【0048】

このような研磨治具19は、試験片保持孔19cの深さを変えたものを複数個用意し、仕上げ寸法の深さの試験片保持孔19cを備えた研磨治具19を最後の仕上げ研磨加工に使用するようにする。

【0049】

このような研磨治具19を使用した試験片の研磨加工は、次のようにして行う。

【0050】

先ず、図14に示すように、最も深い試験片保持孔19cを備えた研磨治具19の前記試験片保持孔19cに試験片1bを研磨したい端を外側に向けて嵌入して保持する。そして、図15に示すように、研磨治具19の把持部19bをマニプレータ20によって把持し、研磨治具19から突出している試験片1bの端面を研磨紙21の研磨面に当接しながら研磨治具19を前後左右に移動することにより、試験片1bの端面を研磨する。そして、この研磨治具19を使用した研磨加工が終了すると、試験片1bを研磨治具19から抜き取る。

10

【0051】

最も深い試験片保持孔19cを備えた研磨治具19での研磨加工が終了すると、次に深い試験片保持孔19cを備えた研磨治具19を使用して同様な研磨加工を実行し、以後、同様にして仕上げ寸法の研磨治具19まで順次研磨治具19を取り換えて加工する。また、研磨紙21の粗さも研磨加工の進行状態に合わせて順次細かくするように取り換える。

20

【0052】

なお、研磨加工において、研磨粉が試験片1bと試験片保持孔19cの壁面の間に侵入して試験片1bが試験片保持孔19c内に強く嵌着して外し難くなったときには、図16及び図17に示すように、押し出し片22を研磨治具19の押し出し片挿入溝19dに挿入して研磨済みの試験片1bを押し出して取り外す。

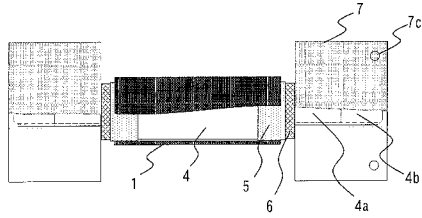
【符号の説明】

【0053】

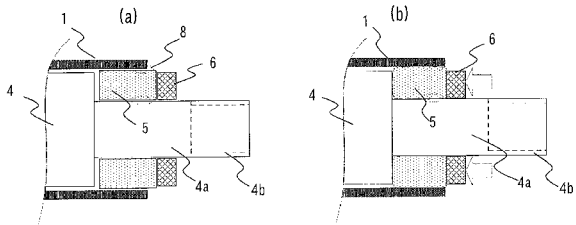
1 ... 浸漬試験用被覆管、1 b ... 試験片、1 b' ... バリ、1 b'' ... 凹凸、4 ... 芯軸、4 a ... 小径部、4 b ... 雄ネジ部、5 ... パッキン、5 a ... 内孔、6 ... ワッシャー、7 ... 蝶ナット、7 a ... 孔、7 b ... 雌ネジ部、7 c ... 吊り系結合孔、8 ... 隙間、9 ... 分離型フラスコ、10 ... トラップ球、11 ... 空冷管、12 ... 吊り系、13 ... 係止具、14 ... 蓋、15 ... ホットプレート、16 ... 温度センサ、17 ... 切断刃、18 ... 保護チューブ、19 ... 研磨治具、19 a ... 試験片保持部、19 b ... 把持部、19 c ... 試験片保持孔、19 d ... 押し出し片挿入溝、19 e ... 摩滅保護環部、20 ... マニプレータ、21 ... 研磨紙、22 ... 押し出し片。

30

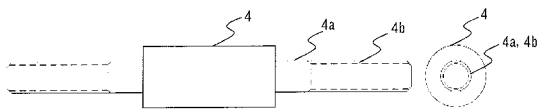
【図 1】



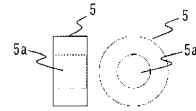
【図 2】



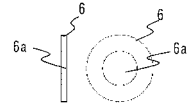
【図 3】



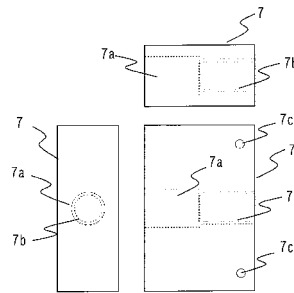
【図 4】



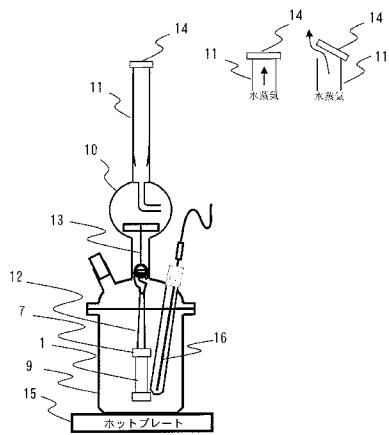
【図 5】



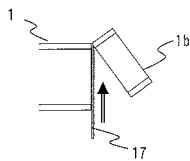
【図 6】



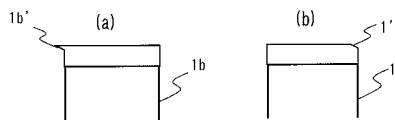
【図 7】



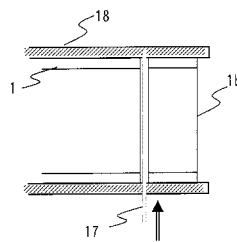
【図 8】



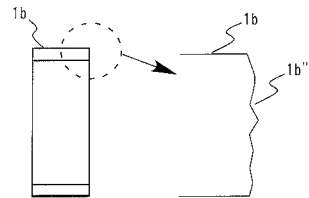
【図 9】



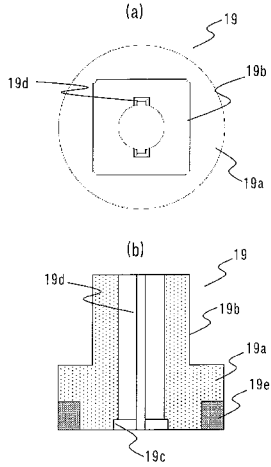
【図 10】



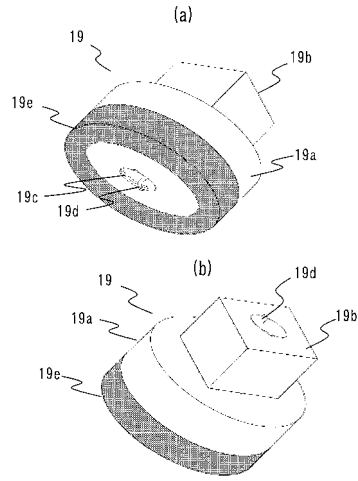
【図 11】



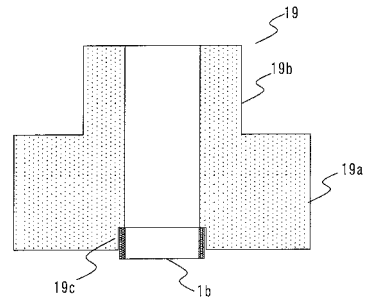
【 図 1 2 】



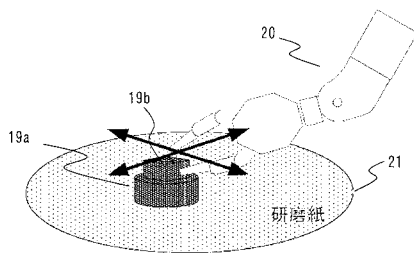
【 図 1 3 】



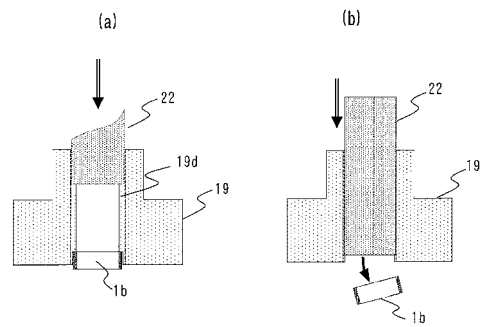
【 図 1 4 】



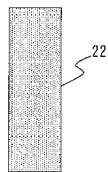
【 図 1 5 】



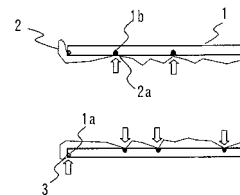
【 図 1 7 】



【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



ペイント塗布による内面保護の問題点  
(被覆管断面模式図)

---

フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(74)代理人 100157118

弁理士 南 義明

(74)代理人 100119220

弁理士 片寄 武彦

(72)発明者 山泉 一郎

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番

機構

大洗研究開発センター内

独立行政法人日本原子力研究開発

(72)発明者 遠藤 敏明

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番

機構

大洗研究開発センター内

独立行政法人日本原子力研究開発

Fターム(参考) 2G075 CA38 DA14 FC12 FC19