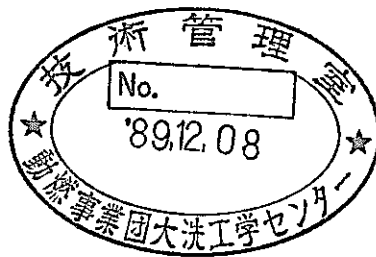


燃料材料開発部における照射後試験



| 区分変更 | |
|---------|------------------------------|
| 変更後資料番号 | PNC TN9420 89-004 |
| 決裁年月日 | 平成 13年 7月 31日 |

1989年10月

| 技術資料コード | |
|--|--------------|
| 開示区分 | レポートNo. |
| | I9420 89-004 |
| この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室 | |

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

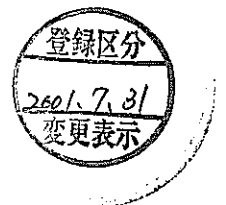
本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

す。
トに



内 部 資 料
PNC #9420 89-004
1989年10月

燃料材料開発部における照射後試験

鹿倉 栄*, 松島 英哉**, 柴原 格***
横内 洋二****, 榎原英千世*****

要 旨

燃料材料開発部では、昭和46年に照射燃料試験施設の運転を開始して以来、照射材料試験施設、照射燃料集合体試験施設において、多種多様な照射済燃料材料の照射後試験を実施してきた。

本報告書は、これら3施設における照射後試験の内容を調査整理したものであり、燃料材料開発部における照射後試験技術開発計画、燃料材料開発計画及び、照射試験計画の立案等に資することを目的としたものである。

調査結果は、

- (1) 主要な照射後試験対象
- (2) 照射後試験施設
- (3) 照射後試験の内容

に分類整理した。

-
- * 燃料材料開発部 燃料材料技術開発室
 - ** 燃料材料開発部 照射燃料集合体試験室
 - *** 燃料材料開発部 照射材料試験室
 - **** 燃料材料開発部 照射材料試験室
 - ***** 燃料材料開発部

目 次

| | |
|----------------------------|----|
| 1. まえがき | 1 |
| 2. 照射後試験の対象となる炉心構成要素 | 2 |
| 3. 照射後試験施設の概要 | 14 |
| 3.1 照射燃料集合体試験室 (FMS) | 14 |
| 3.2 照射燃料試験室 (AGS) | 14 |
| 3.3 照射材料試験室 (MMS) | 15 |
| 3.4 燃料材料技術開発室 (ADS) | 15 |
| 4. 照射後試験の内容 | 19 |
| 4.1 FMF における照射後試験 | 19 |
| 4.1.1 試験セルでの試験 | 19 |
| 4.1.2 ADS 金相セルでの試験 | 40 |
| 4.2 AGF における照射後試験 | 47 |
| 4.3 MMF における照射後試験 | 69 |

1. ま え が き

燃料材料開発部では、これまでに高速実験炉「常陽」、高速原型炉「もんじゅ」の燃料、材料開発、及びこれらの確証試験を実施し、延いては実証炉の燃料材料開発試験を、「常陽」、あるいは海外炉照射により鋭意行なっている。

これら照射試験に供した燃料やその他の炉心構成要素は燃料材料開発部内の各照射後試験施設にて照射後試験を実施し、種々の重要なデータを収集、評価してきた。

本報告書は、燃料材料開発部に於ける最近の照射後試験を関係各部門に紹介し、今後の燃料材料の照射試験計画の立案に、また燃料材料に限らず、他部門の要望による照射後試験計画立案に資するものである。

2. 照射後試験施設の対象となる炉心構成要素

燃料材料開発部の各照射後試験施設にて取扱う炉心構成要素を表-1に示す。

高速実験炉「常陽」の炉心構成要素の主要目及び平衡炉心配置図（照射用炉心）を図-1に示す。また、照射後試験の対象となる炉心構成要素の概念図を図-2から図-5に示す。

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(1)

| 試験対象物 | 概要 | 主要構成材料 | 断面形状 | 主要寸法 | | | 備考 | | | | | |
|--------|--|--|------|--------------|------------|---------------|--|----|------|------|------|------|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 被覆管肉厚 (mm) | | | | | | |
| 炉心燃料要素 | SUS316相当鋼被覆管の中にプルトニウム・ウラン混合酸化物ペレット、インシュレータペレット、スプリング、スリーブが装荷されている。 | SUS316相当 (被覆管等) 混合酸化物ペレット インシュレータペレット | 円形 | 1533 | φ5.5 | 0.35 | PuO ₂ -UO ₂ カラム長;550mm D・UO ₂ カムラ長;12mm スペーサワイヤ径;0.9mmφ ワイヤ巻付ピッチ;209mm | | | | | |
| 特殊燃料要素 | ステンレス鋼被覆管の中にプルトニウム・ウラン混合酸化物ペレット、インシュレータペレット、スプリング、スリーブが装荷されている。 | ステンレス鋼 (被覆管等) 混合酸化物ペレット インシュレータペレット | 円形 | I型 1533 | φ5.5 | 0.35 | } | A型 | | | | |
| | | | | II型 1533 | | | | | φ6.5 | 0.47 | | |
| | | | | III型 1416 | | | | | | | φ6.5 | 0.47 |
| | | | | I型 1533 | φ5.5 | 0.35 | | | } | B型 | | |
| | | | | II型 1765 | | | | | | | | |
| | | | | III型 | | | | | | | | |
| | | | | I型 1533 | φ5.5 | 0.35 | | } | C型 | | | |
| | | | | II型 1867 | | | | | | φ6.5 | 0.47 | |
| | | | | III型 | | | | | | | | |

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(2)

| 試験対象物 | 概 要 | 主要構成材料 | 断面形状 | 主 要 寸 法 | | | 備 考 |
|-------------|---|--|------|------------|------------------------------|----------------------------|---|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 被覆管肉厚 (mm) | |
| 中性子吸収 ピン | SUS316相当鋼被覆管の中にB ₄ Cペ レット, スプリング, スペーサが 装荷されている。 | SUS316相当 (被覆管等) 炭化硼素 (B ₄ Cペレット) | 円形 | 1173 | φ16.3 | 1.6 | B ₄ C カラム長;650mm スペーサワイヤ径; ワイヤ巻付ピッチ; |
| ベリリウム 要素 | 円環断面のSUS316相当鋼被覆管の 上下にハンドリングヘッドとパイ プが付いている。 | SUS316相当 (被覆管等) ベリリウム | 円環 | 1097 | 外筒外径 φ72.8 内筒内径 φ34 | 外筒肉厚 2.0 内筒肉厚 1.5 | ベリリウム長;645mm |
| ガンマ線源 要素 | SUS316相当鋼被覆管の中にアンチ モン棒が装荷されている。 | SUS316相当 (被覆管等) アンチモン | 円形 | 287 | φ17.5 | 1.0 | アンチモン長;137.5mm |

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(3)

| 試験対象物 | 概 要 | 主要構成材料 (ピン試験を 除く。) | 断面形状 | 主 要 寸 法 | | | 備 考 |
|----------|--|--------------------------|------|------------|------------|------------|-----|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 肉厚 (mm) | |
| 炉心燃料集合体 | 六角断面のラップ管の上下にハンドリングヘッドとエントランスノズルが付いている。内部に127本の炉心燃料要素が装荷されている。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| 制御棒 | 円断面の保護管の上下にハンドリングヘッドとダッシュラムが付いている。内部に7本の吸収ピンが装荷されている。 | SUS316相当 | 円形 | 2250 | φ64.7 | 3.0 | |
| 内側反射体 | 直径26mmのステンレス鋼丸棒の反射体要素7本を上下グリット板にて支持し、7本ロッドクラスターとしてラップ管内に収納している。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| 外側反射体(A) | 正六角断面の積層板からなる反射体要素をラップ管内に収納している。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| 外側反射体(B) | 中心に冷却材流路をもった六角状のブロック反射体であり、又、一部の外・反(B)には、高・低圧プレナム間の流量調整のため、エントランスノズル下端にスリットが設けられている。 | SUS304 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(4)

| 試験対象物 | 概 要 | 主要構成材料 (ピンを除く) | 断面形状 | 主 要 寸 法 | | | 備 考 |
|---------------|--|-------------------|------|------------|------------|------------|-----|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 肉厚 (mm) | |
| A型特殊燃料 集合体 | 集合体の中央部に特殊燃料要素を7本程度装填し六角形のステンレス鋼製二重管に収納し、その外側とラップ管との間に炉心燃料要素を炉心燃料集合体と同じ配列ピッチで配置した構造をとる。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| B型特殊燃料 集合体 | 特殊燃料要素5本程度を収納したカートリッジ型二重コンパートメント6本を等間隔にラップ管に装填したもので、コンパートメント及び集合体の中央部には、軸心管等があって、各々特殊燃料要素とコンパートメントを支持している。集合体及びコンパートメントは、分解・再組立が可能な構造となっている。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| C型特殊燃料 集合体 | 特殊燃料要素を二重六角管に収納したものでA型特殊燃料集合体から炉心燃料要素を取外し、特殊燃料要素の本数を多くした構造をとっている。 | SUS316相当 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(5)

| 試験対象物 | 概 要 | 主要構成材料 (ピンを除く。) | 断面形状 | 主 要 寸 法 | | | 備 考 |
|-------------------------|--|--------------------|------|------------|------------|------------|-----|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 肉厚 (mm) | |
| 制御棒材料照射用反射体 (AMIR) | 高速炉制御棒吸収材料試験片を収納したキャプセルをカートリッジ型コンパートメント及び軸心管内に装荷して、等間隔にラップ管に装填した構造をとっている。 | ステンレス鋼 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| 燃料材料照射用反射体 (CMIR) | 高速炉燃料材料試験片を収納した試験部支持機構をカートリッジ型二重コンパートメント内に装荷して、等間隔にラップ管に装填したもので、コンパートメント及び反射体の中央部には、タイロッド及び軸心管があって各々試料部とコンパートメントを支持している。 | ステンレス鋼 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| しゃへい材料照射用反射体 (SHMIR) | 高速炉しゃへい材料の照射を行うもので、照射試料以外の外観・構造は、AMIRと同一構造である。 | ステンレス鋼 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |
| 構造材料照射用反射体 (SMIR) | 高速炉構造材料の照射を行なうもので、照射試料以外の外観・構造は、AMIR, SHMIRと同一構造である。 | ステンレス鋼 | 六角形 | 2970 | 78.5 | 1.9 | |

表-1 照射後試験の対象となる炉心構成要素の概要(6)

| 試験対象物 | 概要 | 主要構成材料 (ピンを除く。) | 断面形状 | 主要寸法 | | | 備考 |
|-----------------|---|--------------------|--|------------|------------|------------|----|
| | | | | 全長 (mm) | 外径 (mm) | 肉厚 (mm) | |
| ガンマ線源部 本体 | アンチモン棒2本をSUS316相当ステンレス鋼管で密封被覆したものをガンマ線源要素とし、この2要素とバネ座をスプリングで押さえ、バスケットに組込んだ構造になっている。 | ステンレス鋼 | 円形 | 1282 | φ50 | — | |
| ガンマ線源部 受入集合体 | 下部にエントランスノズル、胴部にラップ管、上部にハンドリングヘッドを有し、ラップ管の内部にベリリウム管を収納している。 | ステンレス鋼 | 円形 (上・中 パッド部 は六角形) | 2970 | φ78.9 | 2.1 | |
| 制御棒下部案 内管 | 円断面の案内管の上下にハンドリングヘッドとエントランスノズルが付いている。内部は制御棒が上下駆動できるよう中空になっている。 | ステンレス鋼 | 円形 (ハンド リング ヘッドと パッド部 は六角形) | 2785 | φ74.7 | 1.8 | |

(1) 炉心構成要素

| | | | |
|------------------------|------------|--------------------------|-----------|
| 燃料集合体 | 高 さい | 64 体 | |
| | 形 状 | 2970mm | |
| | ラッパ管対面間距離 | 六角形 | |
| | 集合体配列ピッチ | 78.5mm | |
| | 集合体当り燃料ピン数 | 81.5mm | |
| | 燃料被覆管内径 | 127 体 | |
| | 燃料被覆管外径 | 4.8mm | |
| | 燃料ペレット高さ | 5.5mm | |
| | 燃料ペレット直径 | 9 mm | |
| | 制 御 棒 | 集合体当り制御要素数 | 4.63mm |
| 制御要素直径 | | 6 体 | |
| B ₄ Cペレット高さ | | 7 本 | |
| B ₄ Cペレット直径 | | 18.1mm | |
| B ₄ C部全長 | | 25.0mm | |
| 制御棒駆動速度 | | 16.3mm | |
| 制御棒駆動ストローク | | 650mm | |
| 中 性 子 源 | | 型 式 | 130mm/min |
| | | 中性子放出率 (平均) | 650mm |
| 反 射 体 | | 内側反射体 | 1 体 |
| | 外側反射体-A | Sb-Be | |
| | 外側反射体-B | 2.5×10 ⁶ n/Ci | |
| | | 239体 | |
| | | 48体 | |

(2) 照射用炉心配置図

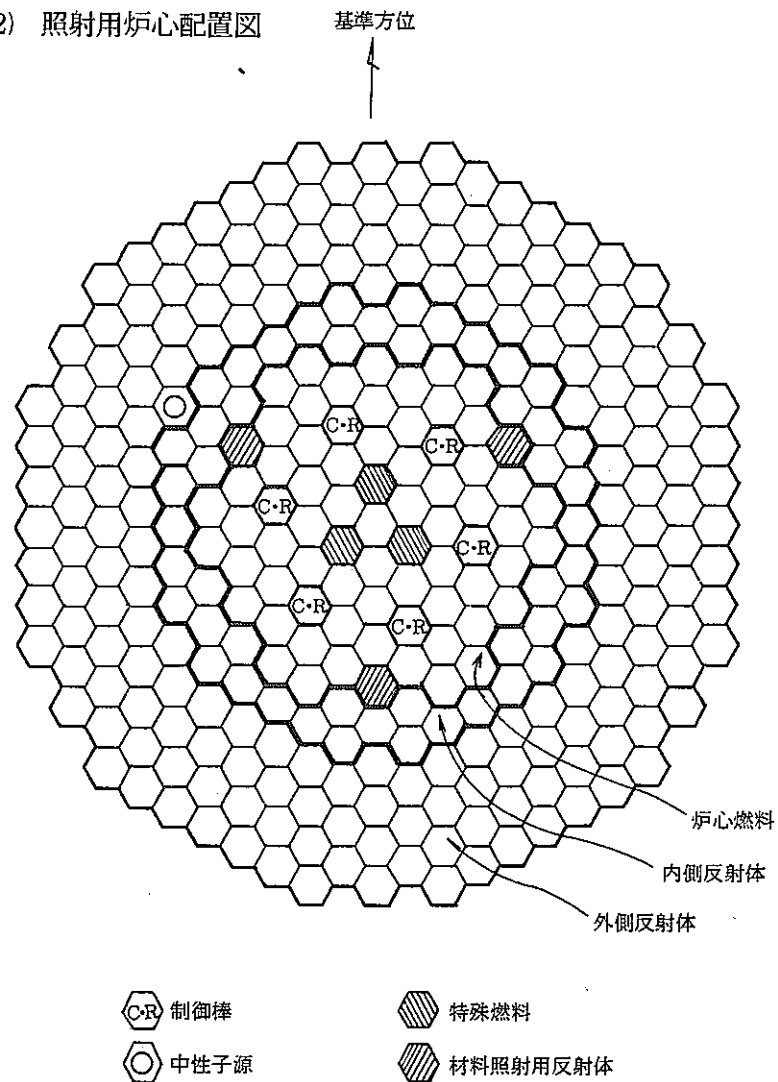
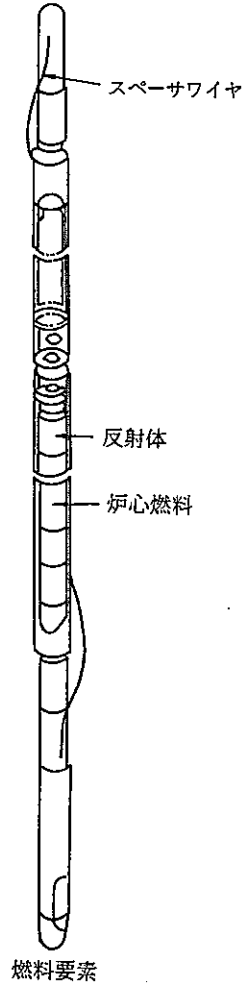
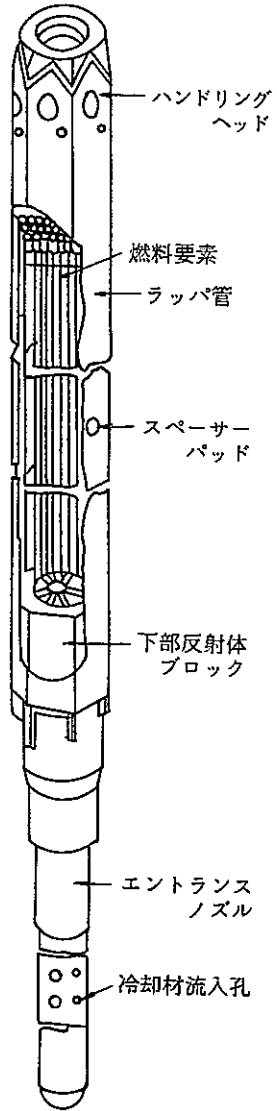


図-1 炉心構成要素及び平衡炉心配置図 (照射用炉心)

炉心燃料集合体



反射体

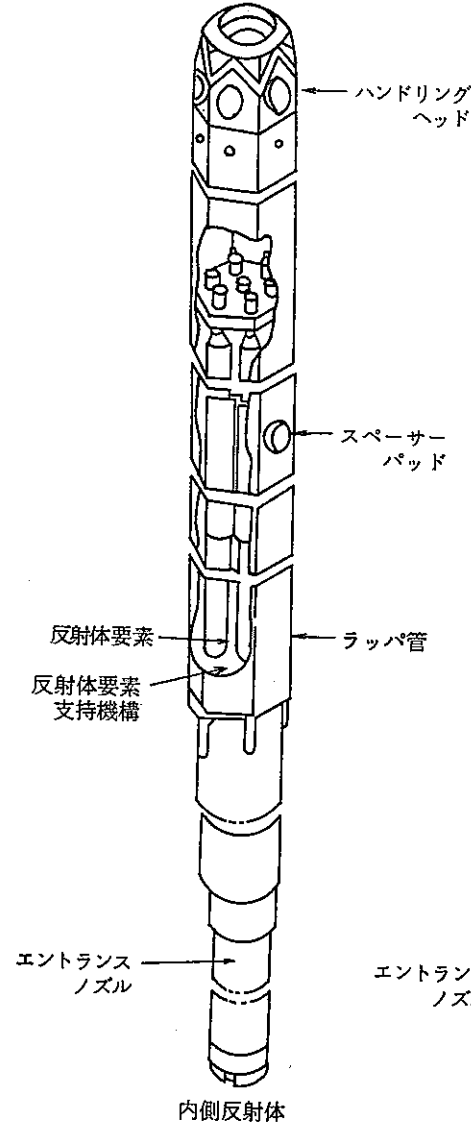


図-2 炉心燃料集合体及び反射体

特殊燃料集合体

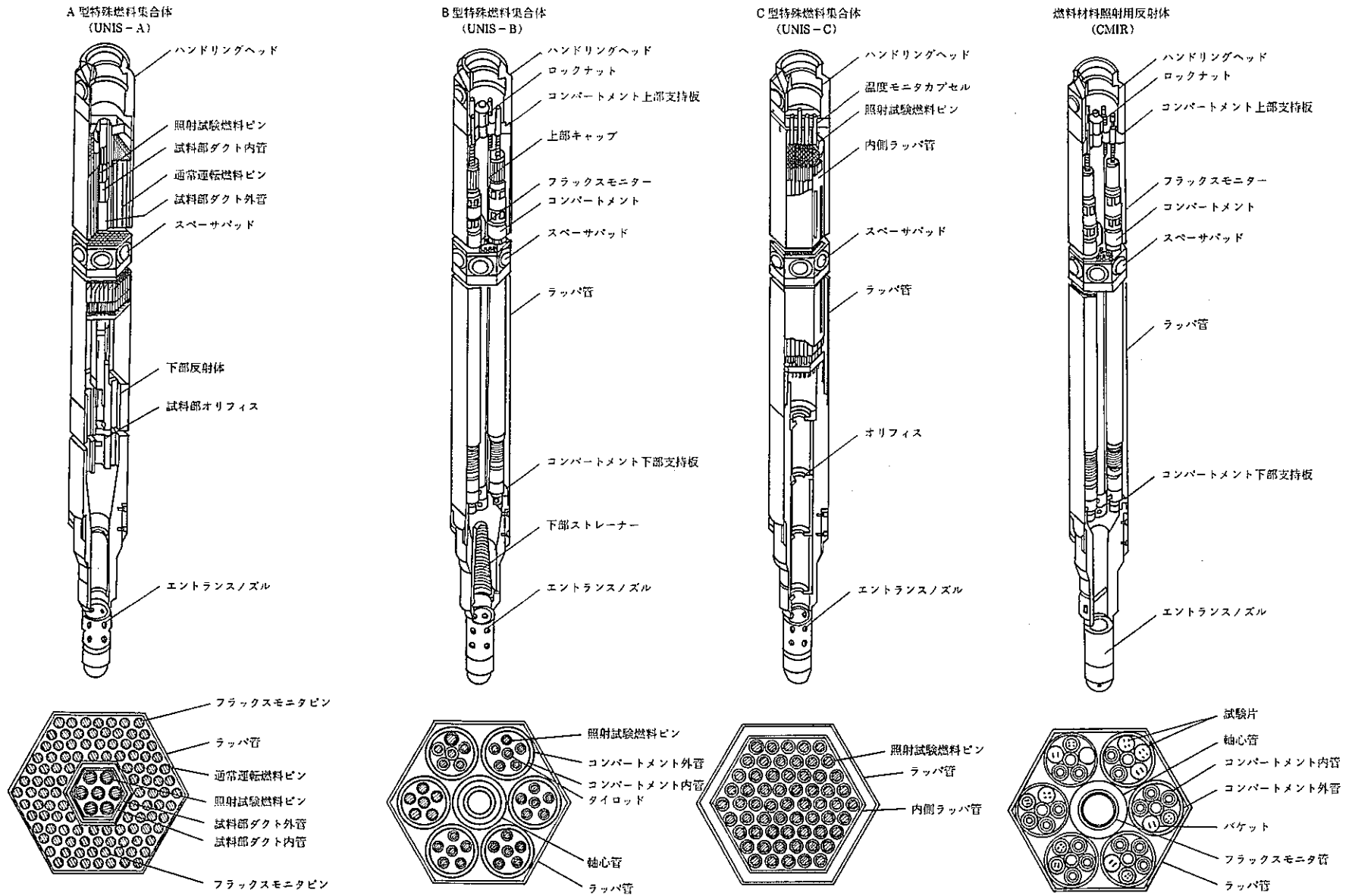


図-3 特殊燃料集合体

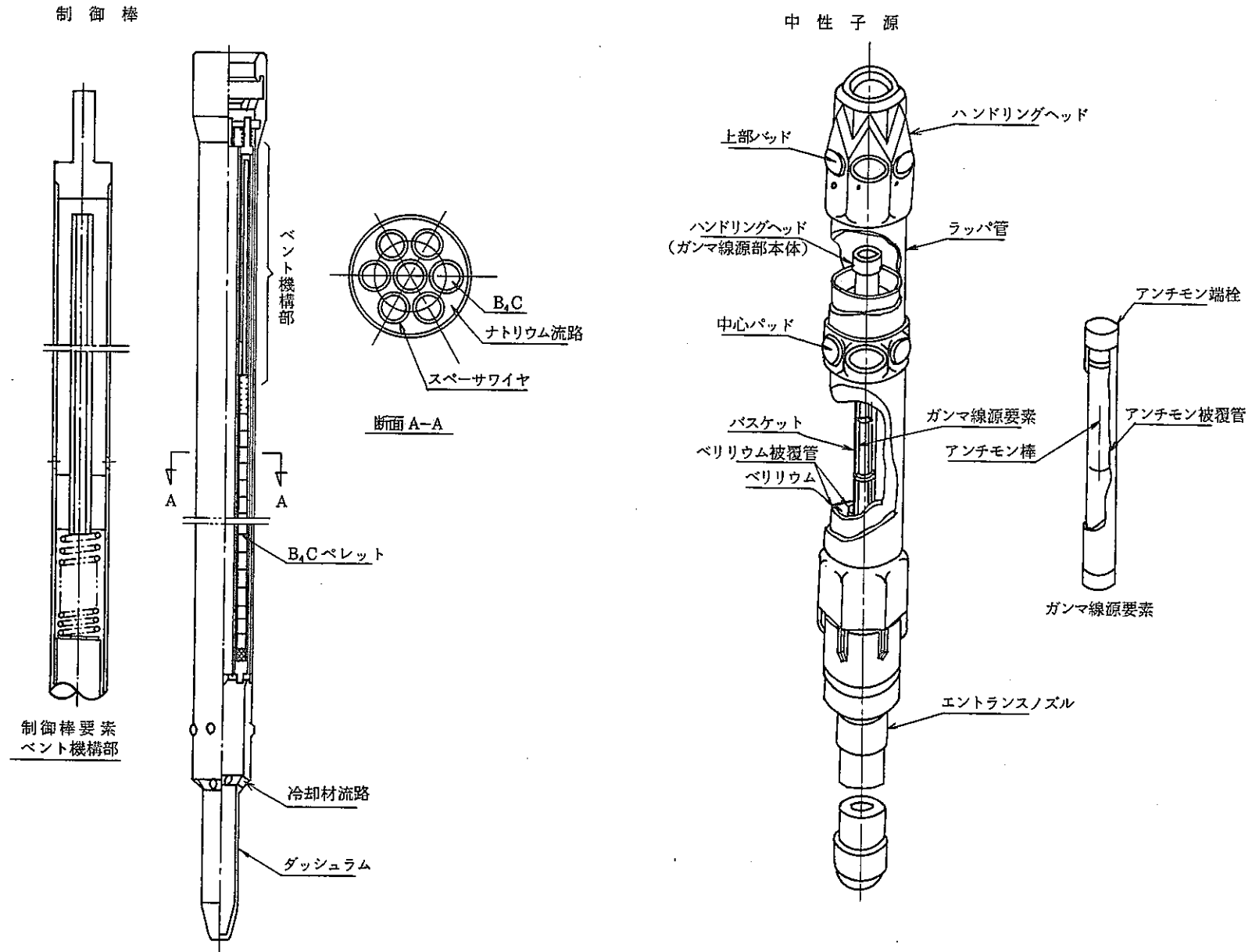
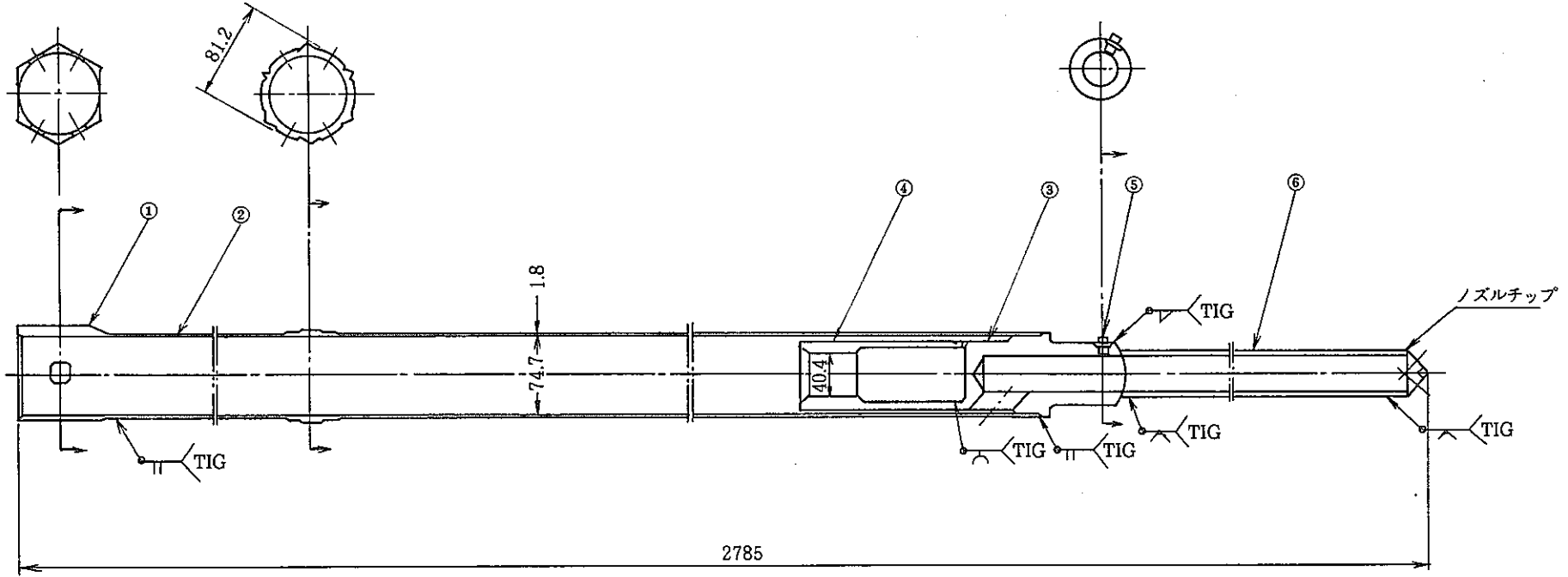


図-4 制御棒及び中性子源



- 13 -

| 6 | エントランスノズルパイプ | SUS 316 | 1 | |
|----|--------------|-------------|----|----|
| 5 | 下部案内管ピン | SUS 316 | 1 | |
| 4 | ダッシュポット | SUS 316 | 1 | |
| 3 | ダッシュポット支持台 | SUS 316 | 1 | |
| 2 | 案内管 | SUS 316 相当鋼 | 1 | |
| 1 | ヘッド | SUS 316 | 1 | |
| 品番 | 品名 | 材質 | 個数 | 備考 |
| 図名 | 制御棒下部案内管構造図 | | | |
| 図番 | | | | |

図-5 制御棒下部案内管

3. 照射後試験施設の概要

大洗工学センター燃料材料開発部には、4つの施設（うち、ADSはFMF施設内に存在）、即ち、照射燃料集合体試験室（FMS）、照射燃料試験室（AGS）、照射材料試験室（MMS）、燃料材料技術開発室（ADS）があり、照射後試験として通常行なわれるほとんどすべての試験が実施できるようになっている。燃料材料開発部の組織を図-6に示す。各試験施設の目的および機能、相互の関係の概要を以下に紹介する。

図-7は、照射炉および照射後試験施設の相互の関連性を図式的に示したものである。

「常陽」で照射された試験用燃料集合体、あるいは海外炉で照射された試験体は、始めにFMSに搬入される（図-8参照）。ナトリウムの付着した集合体は、ナトリウム洗浄を受けた後試験に供されることになる。集合体についての非破壊試験を終えた後、解体により集合体から取り出された燃料要素（燃料ピン）等についてはさらに非破壊試験が続けられることになるが、それ以外の集合体部材の一部はMMSにおける試験のために切断されて搬出される。

FMSにおける非破壊試験を終えた燃料、材料はAGS、MMS、ADSでの試験試料作製のため必要な大きさに切断されて、それぞれの施設に移送される。

4試験室の目的および機能を簡単に紹介すると次の通りである。

3.1 照射燃料集合体試験室（英名 FUEL MONITORING SECTION, 略称 FMS）

- (1) 運転開始：昭和53年11月
- (2) 目的および機能
 - ・炉心構成要素の非破壊試験と解体
 - ・燃料要素（燃料ピン）等の非破壊試験と切断
 - ・AGS、ADSおよびMMS用試料の準備と提供

3.2 照射燃料試験室（英名 ALPHA GAMMA SECTION, 略称 AGS）

- (1) 運転開始：昭和46年10月
- (2) 目的および機能
 - ・燃料要素切断試料の金相試験
 - ・燃焼率測定
 - ・放射化学分析
 - ・核燃料物性測定

3.3 照射材料試験室（英名 MATERIALS MONITORING SECTION, 略称 MMS）

(1) 運転開始：昭和46年10月

(2) 目的および機能

- 燃料以外の集合体部材および燃料要素部材および構造材料の機械強度試験
- 燃料以外の集合体部材および構造材料の金相試験
- 制御棒部材等の物性試験

3.4 燃料材料技術開発室（英名 Analysis and Development Section, 略称 ADS）

(1) 運転開始：昭和54年6月

(2) 目的および機能：

- 照射後試験結果の評価および解析
- 燃料挙動解析コードの開発
- 炉心燃料・材料の開発
- 照射済燃料の金相試験および機器分析

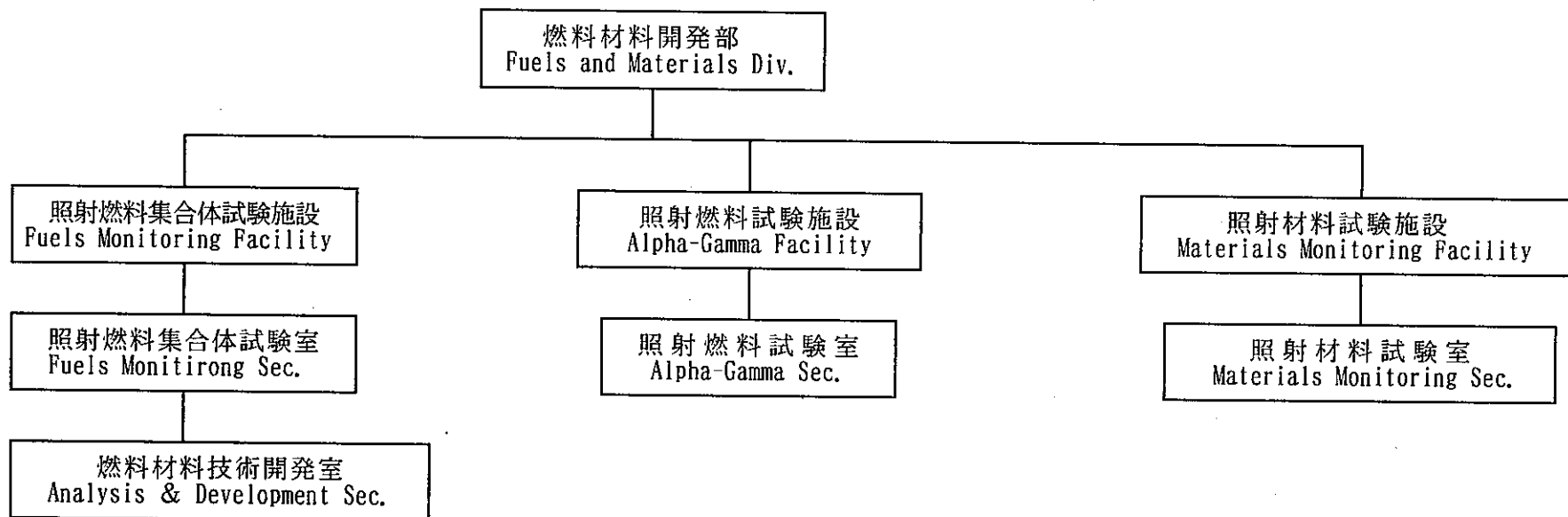


図-6 燃料材料開発部の組織

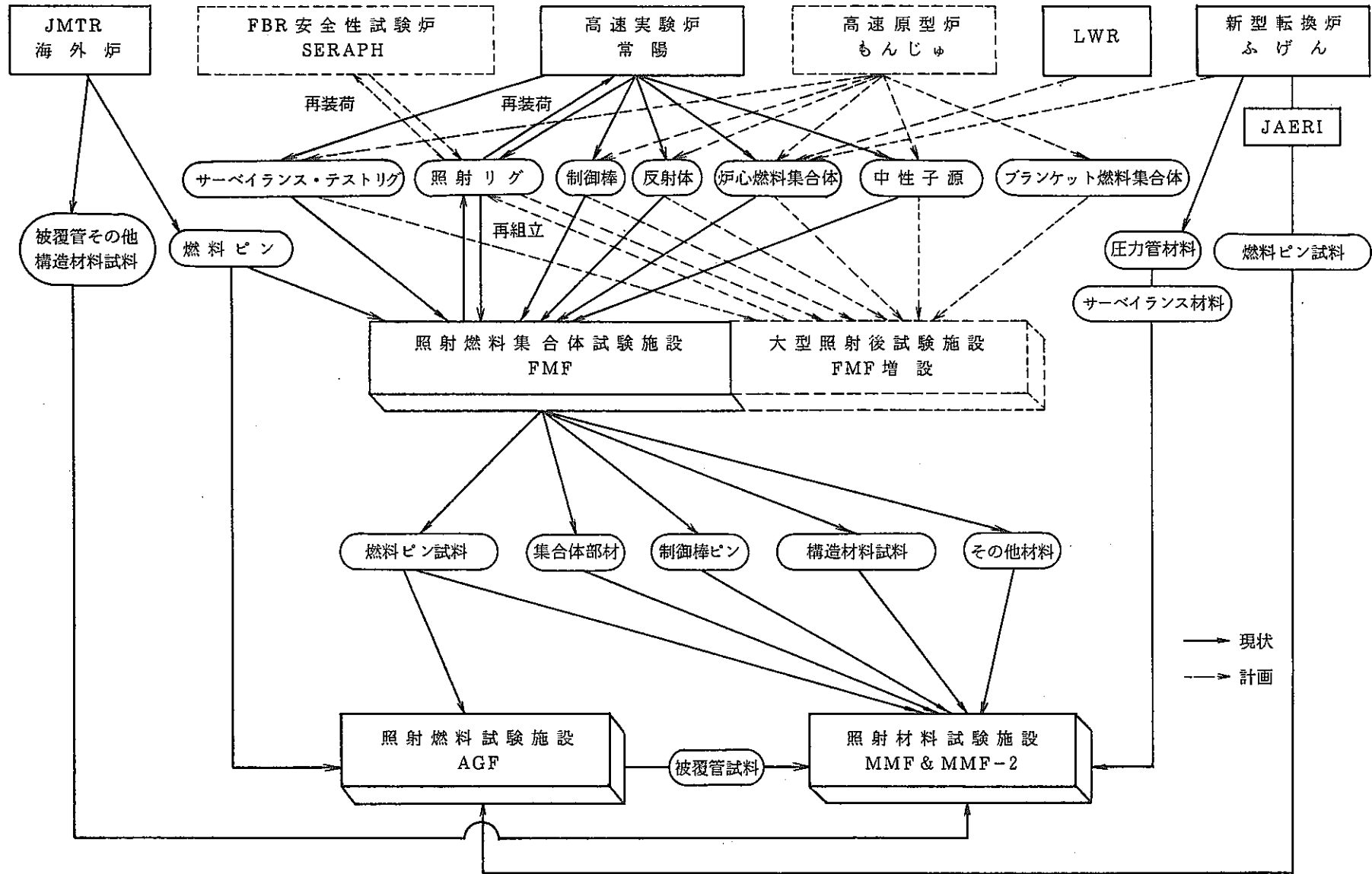


図-7 照射後試験施設への試料の流れ

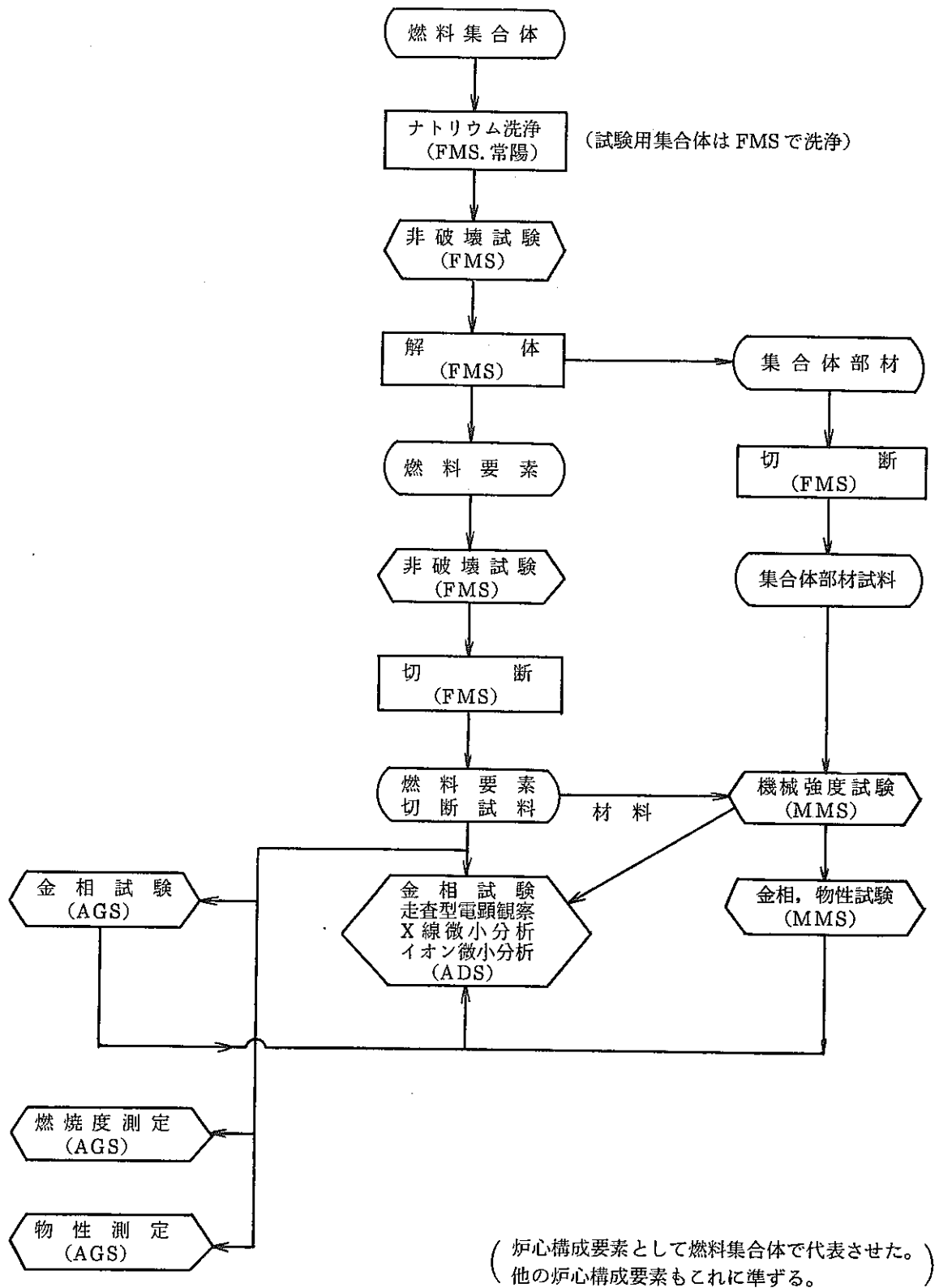


図-8 照射後試験工程の全体的な流れ

4. 照射後試験の内容

「照射後試施設の概要」では、各施設間の試験の流れおよび試験の概要を紹介した。こゝでは各施設内における試験の流れおよび試験内容の詳細について紹介する。

4.1 FMSにおける照射後試験

FMSでは、試験セルにおいて集合体およびピン等の試験が行われる。

図-9にFMSのセルの配置を示す。

4.1.1 試験セルでの試験

FMS 試験セルで行われる試験項目、機器の一覧を表-2に、試験機器のセル内における配置を図-10に示す。この他、試験セルへの試料、資材の搬出入のために、除染セル、クリーンセルに若干の機器があるが、試験項目には関係がないので省略する。

照射後試験の流れは、試験体である燃料集合体等の非破壊試験、解体、燃料ピン等の非破壊試験およびその後のADS、AGSおよびMMS への試料作製、搬出という順序になるが、炉心構成要素の種類および試験の内容によって工程が多少異なる。図-11、12は、それぞれ炉心燃料集合体および制御棒の照射後試験工程の1例を示してある。また、各試験内容の詳細を試験番号の順に従って、各表に示してある。ただし試験番号は、F-SA（またはPN)-No.で表わし、FはFMS、SAおよびPNは集合体およびピン等を示している。

表-2 FMS試験セルでの試験と機器

| セル | 試験番号 | 試験項目 | 試験機器 | |
|------|--------------------|--------|--------------|---------------------------------|
| 試験セル | 集合体等 (SA) 試験 | F-SA-1 | 集合体外観検査 | ペリスコープ等 |
| | | F-SA-2 | 集合体ナトリウム洗浄 | 集合体ナトリウム洗浄装置, γ 線波高分析装置 |
| | | F-SA-3 | 集合体寸法測定 | 集合体寸法測定装置 |
| | | F-SA-4 | 集合体X線ラジオグラフィ | ライナックX線ラジオグラフィシステム |
| | | F-SA-5 | 集合体解体 | 集合体解体機 |
| | | F-SA-6 | 集合体部材切断 | 部材切断機 |
| | ピン等 (PN) 試験 | F-PN-1 | ピン外観検査 | ペリスコープ等 |
| | | F-PN-2 | ピンX線ラジオグラフィ | ライナックX線ラジオグラフィシステム, テックイザ- |
| | | F-PN-3 | ピン重量測定 | 燃料ピン重量測定装置 |
| | | F-PN-4 | ピンワイヤ切断 | ニッパ等 |
| | | F-PN-5 | ピン詳細外観検査 | 燃料ピン外観検査ステーション, 燃料ピン外観検査用特殊観察装置 |
| | | F-PN-6 | ピン寸法測定 | 燃料ピン寸法測定装置 |
| | | F-PN-7 | ピンガンマスキャン | 燃料ピン γ スキャニングシステム |
| | | F-PN-8 | ピンバンクチャーテスト | 燃料ピンバンクチャー装置, ガス質量分析装置 |
| | | F-PN-9 | ピン切断 | 燃料ピン切断機 |

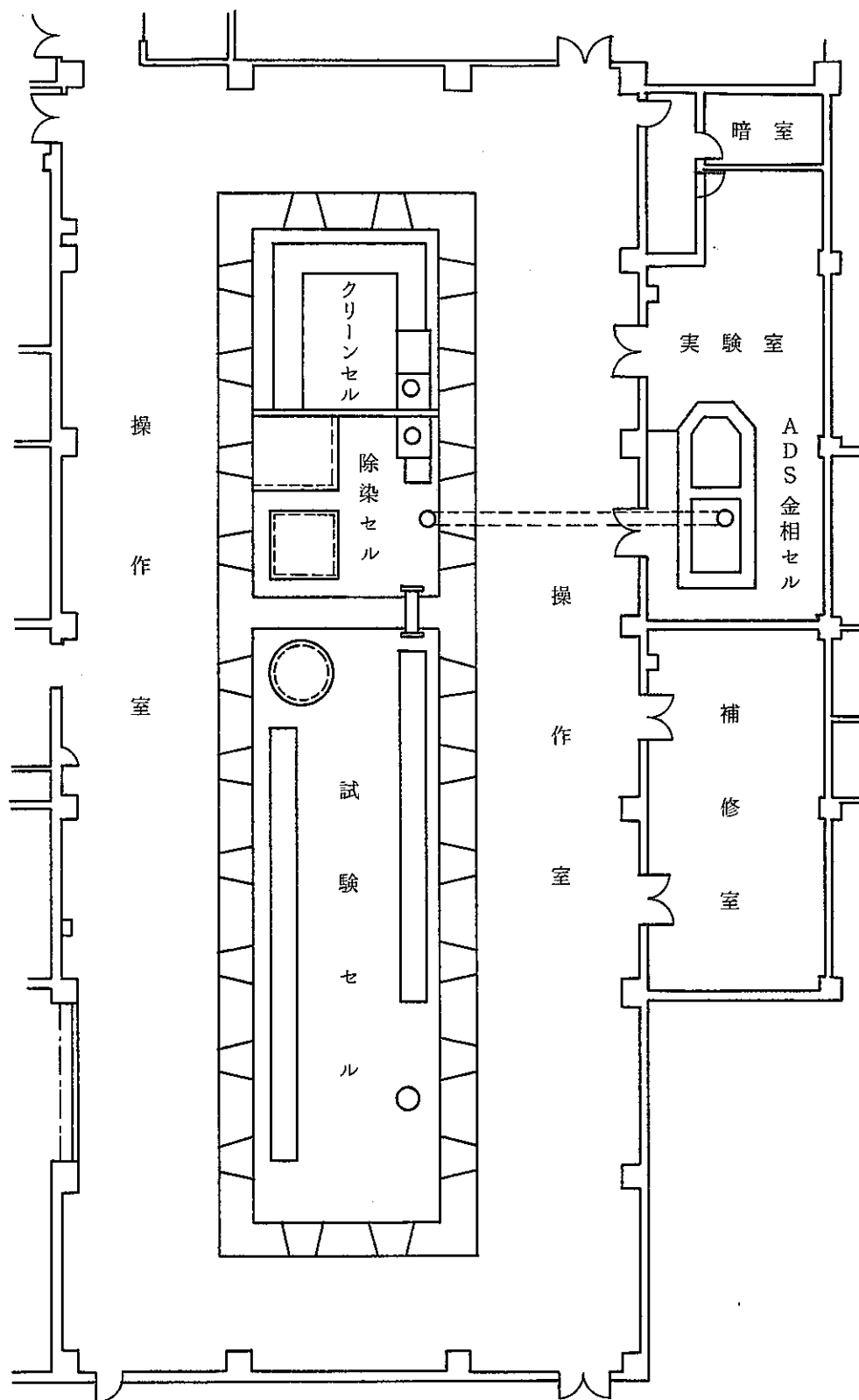


図-9 FMFの1階平面図(一部)

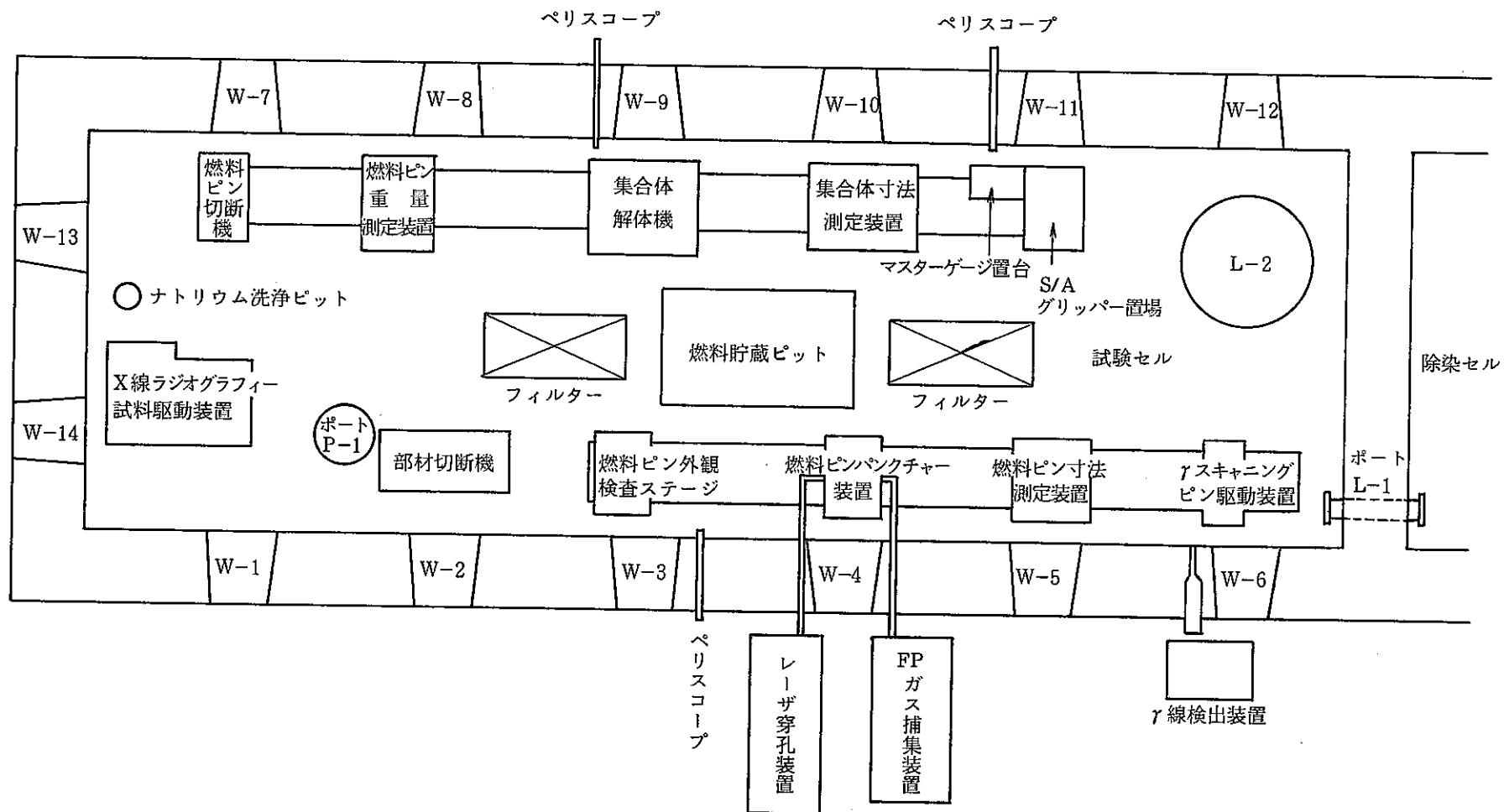


図-10 FMS 試験セルの試験機器の配列

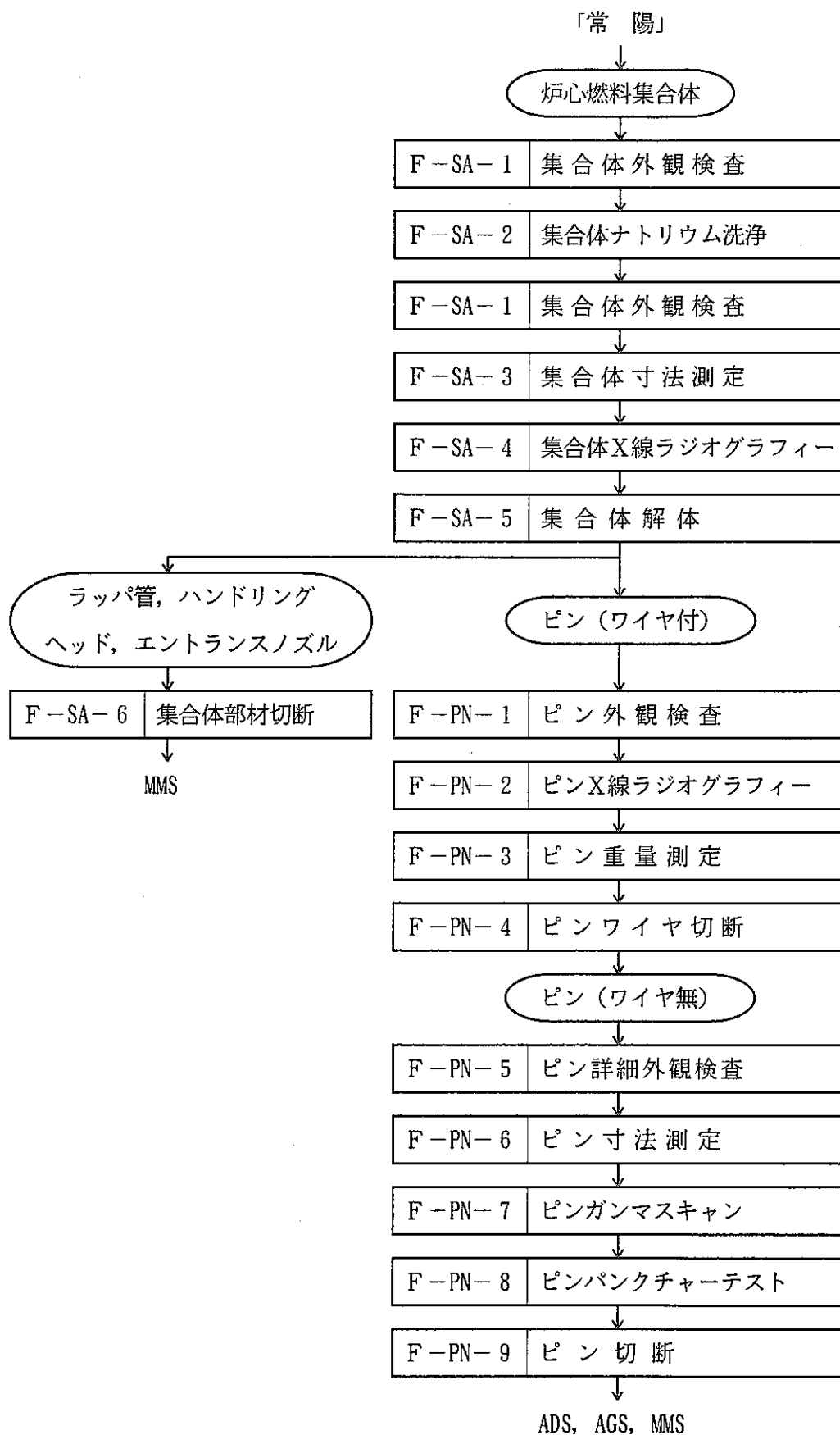


図-11 FMF試験セルでの照射後試験工程-1 (炉心燃料集合体)

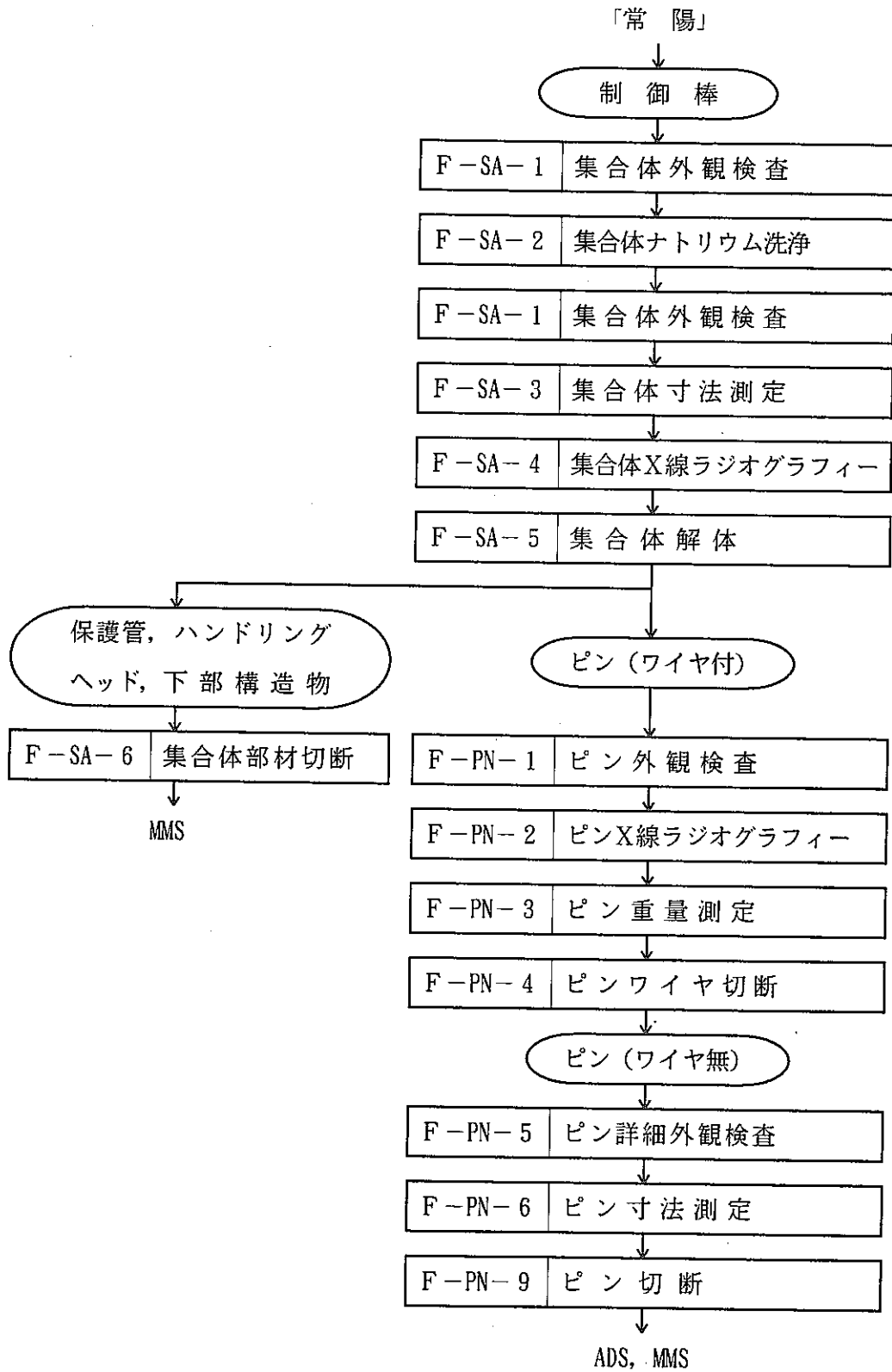
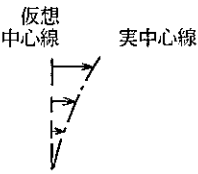


図-12 FMF試験セルでの照射後試験工程-2 (制御棒)

| | | | |
|----------|---|--|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| F-SA-1 | | 集合体外観検査 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・近距離双眼鏡 ・トランシット ・蛇腹カメラ ・集合体用グリッパー | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体 | <ul style="list-style-type: none"> ・S/Aグリッパーによる制約 | |
| 測定方式・精度 | <p>観察中、試験体はグリッパーにて吊り下げられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集合体Noの確認 ・遮蔽窓を通しての目視観察 ・遮蔽窓を通しての近距離双眼鏡による目視観察（倍率×8） ・遮蔽窓を通しての蛇腹カメラによる写真撮影 | 測定データ項目 | <ul style="list-style-type: none"> ・面（または周方向位置）および軸方向位置に対応した「観察結果」と「コメント」。 ・「観察結果」は「写真」と「スケッチ」とで構成。 |
| | 測定データの形態 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・コメント ・スケッチ ・写真 ・ビデオ | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・組写真 ・ネガ ・ビデオテープ | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・詳細観察は不可能。 ・詳細観察は、観察対象部位を部材切断機にて切断し、 <ol style="list-style-type: none"> ① ペリスコープで観察（W-2ワークステーション） ② ピン外観検査用ステージおよびペリスコープで観察（W-3ワークステーション） | | |
| 処理能力 | 1体/4時間 | 備考 | W-13 ワークステーション |

| | | | |
|----------|---|--|----------------------------|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| F-SA-2 | | 集合体ナトリウム洗浄 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体ナトリウム洗浄装置 ・γ線波高分析装置 | | S. 51. 3 (洗浄装置) |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料集合体と同じ外形状・外寸法のもの ・制御棒 ・サーベイランステストリグ ・INTA | <ul style="list-style-type: none"> ・試験対象物を装荷する洗浄ピットは、燃料集合体用に設計・製作されている。外形状・外寸法の異なる試験体に対しては「洗浄ピット用アダプタ」の設計・製作が必要。 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ項目 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウムの洗浄方式 湿り窒素ガス（窒素ガス+水蒸気）により、$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$の反応を起こさせ、NaをNaOHに変える。次に生成されたNaOHを脱塩水にて洗い流す。 ・燃料破損の有無 サンプル廃液の放射能分析 （検出限界：$\alpha < 3.7 \times 10^{-2} \text{Bq}$） ・付着Na量の推定 サンプル廃液のpH測定 | <ul style="list-style-type: none"> ・湿り窒素ガス反応時プロセスデータ 洗浄ピット入口におけるガス流量および水蒸気の割合、洗浄ピット入口、出口におけるガス温度および圧力、廃ガスのガスクロマトグラフィ分析（H_2） ・水洗い時プロセスデータ 洗浄水の温度、pHおよび電気伝導度 ・廃液の放射能分析データ（破損の有無） α分析およびβ分析 ・廃液のpH測定データ（付着Na量の測定） | |
| 測定データの形態 | 読み取り値記載 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | ・読み取り値記載 | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・DBS | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・CPにより、配管の線量率が高くなる。 | | |
| 処理能力 | 1体/4時間（炉心燃料集合体） 集合体を洗浄ピットに入れて、水洗いが終了するまでの時間 | 備考 | W-13 ワークステーション ナトリウム洗浄室 |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|---|----------------|
| F-SA-3 | | 集合体寸法測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | ・集合体寸法測定装置 | | S. 50. 6 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料集合体と同じ外形・外寸法のもの ・制御棒 ・INTA | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体を保持する下部チャックは燃料集合体の球面座以下を受け入れるように製作されている。したがって、これと形状、寸法の異なるものについては下部チャック用アダプタが必要となり、測定精度がおちる。 ・長さ制限（球面座から上部の長さ）2,200mm～2,570mm ・対面間距離または外径制限 56～130mm | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | 測定データ項目 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・対面方向（径方向）変位測定 ：接触子型渦電流変位検出（±0.1mm） ・曲がり測定 ：接触子型渦電流変位検出+エンコーダ（±0.3mm） ・長さ（軸方向位置）測定 ：エンコーダ（±0.5mm） ・ラップ管表面温度測定 ：接触型A/C熱電対（±5℃） ・回転角度 ：エンコーダ（一方向10'） <p>参考 「曲がり」の定義 下部チャックより割出した仮想中心線と実中心線との水平方向のへだたりを「曲がり」と定義する。</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ・対面間距離（外径） 軸方向位置に対応した対面間変位および対面間距離 ・曲がり 軸方向位置に対応した曲がり ・ラップ管表面温度 軸方向位置に対応した表面温度 ・全長 ・六角断面試験体：3対面測定。1対面に関して3組のデータ取得。 ・円断面試験体：2対面測定。1方向の測定に関して1組のデータ取得。 ・軸方向スキャン間隔：10mm | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | ・デジタル値 | ・DBS | |
| 問題点と対策 | ・ねじれの定義付けを行っていない。 | | |
| 処理能力 | 1体/3時間 マスター校正作業は除く。 | 備考 | W-10 ワークステーション |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|---|--------------|---|--|----------------|
| F-SA-4 | | 集合体X線ラジオグラフィ | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | 取得年月日 |
| | ・ライナックX線ラジオグラフィシステム | | ・X線発生装置：小型線型加速器 X線エネルギー 3MeV | | S. 51. 3 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | | | | | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象物 | | 試験装置による制約条件 | | |
| | ・集合体 | | <ul style="list-style-type: none"> 放射能3.7×10^6GBq以下であること。 外径制限：110mmφ以下 全長制限：2970mm以下 重量制限：120kg以下 | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | | 測定データ項目 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> S/N比改善法：フィルム前面に回転スリットを配置 試験体駆動：ワイヤ巻き上げ、巻きおろし。 フィルム面上の像の長さ、巾の測定 試験体装荷用ラックに埋め込まれている基準ゲージをフィルム面上で読み取ることにより求める。 | | 撮影フィルムから読み取れる画像情報 <ul style="list-style-type: none"> 集合体内部の異物の有無 コンパートメントまたはピン束の配列の乱れ具合 ピン束支持部の異常の有無 内部のコンパートメント、ピン、試験片、モニタ等の配置の異常の有無 | | |
| 測定データの形態 | ・X線写真 | | データ管理方式 | | データの使用頻度 |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ネガ 組写真 | | |
| 問題点と対策 | ・S/N比の向上：試験体からのγ線によるフィルム感光（かぶり現象）をいかに低下させるか。 | | | | |
| 処理能力 | 1体/1日 | | 備考 | | W-14 ワークステーション |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|--|-------|--|---|----------------------|
| F-SA-5 | | 集合体解体 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体解体機 ・部材切断機 | | | | S. 50. 6 S. 58. 5 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | | 試験装置による制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体 ・コンパートメント | | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体解体機 UPR, サーベイランステストリグ以外の集合体, ピンタイプのコンパートメント ・部材切断機 UPR, サーベイランステストリグ カプセルタイプのコンパートメント | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | | 測定データ項目 | | |
| | 集合体解体機（試験体縦置） （炉心燃料集合体） <ul style="list-style-type: none"> ・ミーリングによるラッパ管下部切断（6面） ・バンドソーによるピン下部端栓切断 （B型特殊燃料集合体） <ul style="list-style-type: none"> ・ロックナット解除, ハンドリングヘッド引き抜き ・コンパートメント引き抜き ・コンパートメントキャップ解除 ・ピン束引き抜き ・ピン取り出し 部材切断機（試験体横置） <ul style="list-style-type: none"> ・高速切断機およびパイプカッターによる切断 | | 集合体解体機 <ul style="list-style-type: none"> ・ラッパ管引抜き力 ・ロックナット緩めトルク ・コンパートメント引抜き力 ・コンパートメントキャップ緩めトルク ・ピン束引抜き力 | | |
| 測定データの形態 | 読み取り値記載 | | データの管理方式 | データの使用頻度 | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・DBS | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | 1体/5日（炉心燃料集合体） | | 備考 | 集合体解体機 W-9ワークステーション 部材切断機 W-2ワークステーション | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|--|--|--|----------|
| F-SA-6 | | 集合体部材切断 | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 | |
| | ・部材切断機 | | S. 58. 5 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | | |
| | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・集合体部材 ・コンパートメント部材 ・反射体要素 ・グラディエントモニタ | <ul style="list-style-type: none"> ・外径制限：φ100mm以下 ただし、エアニッパは直径3mmφ以下およびパイプカッターは肉厚3mm以下 | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | 測定データ項目 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・高速切断機およびパイプカッターによる切断（輪切り） ・部材切断機の使用目的 1. 試験体の解体（UPR，サーベイランステストリグ，カプセルタイプのコンパートメント） 2. 廃棄物処理のための部材切断 3. 試料採取のための部材切断 | <ul style="list-style-type: none"> ・切断位置 ・内面観察結果（W/T，保護管，案内管等） ・IA No.（カプセル，モニタ） ・装荷位置（コンパートメント，モニタ案内） | | |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル値 ・コメント ・スケッチ ・写真 | データの管理方式 | <ul style="list-style-type: none"> ・切断情報処理システム ・キングファイル ・ネガ | データの使用頻度 |
| 問題点と対策 | | | | |
| 処理能力 | 1体/3日（炉心燃料集合体） | 備考 | W-2ワークステーション | |

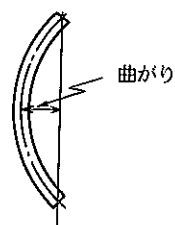
| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|---|---|---|----------|
| F-PN-1 | | ピン外観検査 | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ペリスコープ ・蛇腹カメラ ・近距離双眼鏡 | | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | |
| | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・コンパートメント ・軸心管又はフラックスモニタ管 ・ピン ・反射体要素 | | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | | 測定データ項目 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽窓を通しての目視観察 ・遮蔽窓を通しての近距離双眼鏡による目視観察（部率×8） ・遮蔽窓を通しての蛇腹カメラによる写真撮影 ・ペリスコープによる目視観察および写真撮影 | | <ul style="list-style-type: none"> ・周方向位置および軸方向位置に対応した「観察結果」と「コメント」。 ・「観察結果」は「写真」と「スケッチ」とで構成。 | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方式 | データの管理方式 | データの管理方式 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・コメント ・スケッチ ・写真 | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・組写真 ・ネガ | | |
| 問題点と対策 | | | | |
| 処理能力 | 1体/5日（炉心燃料集合体の場合で解体も含めて） | 備考 | W-8またはW-9ワークステーション | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|--|--|
| F-PN-2 | | ピンX線ラジオグラフィー | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ライナックX線ラジオグラフィースystem デジタイザー | <ul style="list-style-type: none"> X線発生装置：小型線型加速器 X線エネルギー 3 MeV | S. 51. 3 (7月) |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱対象物 | 取扱対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンパートメント 軸心管又はフラックスモニタ管 ピン | <ul style="list-style-type: none"> マガジンに挿入できること。 | |
| 測定方式・精度 | 「集合体X線ラジオグラフィー」と同じ。 | 測定データ項目 | 撮影フィルムから読み取れる情報 コンパートメントの場合 <ul style="list-style-type: none"> コンパートメント内部の異物の有無 ピン束の配列の乱れ具合 内部のピン、試験片、モニタ等の配置の異常の有無 軸心管またはフラックスモニタ管の場合 <ul style="list-style-type: none"> 内部のモニタ等の配置の異常の有無 ピンの場合 <ul style="list-style-type: none"> 燃料カラム長、ガスプレナム部長さ等 中心空孔の有無 ペレット間軸方向ギャップ ピン内部材の配置の異常の有無 |
| | | | |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> X線写真 デジタル値（燃料カラム長等） | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ネガ DBS キングファイル F, D | |
| 問題点と対策 | 「集合体X線ラジオグラフィー」に同じ。 | | |
| 処理能力 | 2マガジン/1日 | 備考 | W-14ワークステーション |

| | | | |
|----------|---|--|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| F-PN-3 | | ピン重量測定 | |
| 試験装置 | 試 験 装 置 名 称 | | 試験装置概要 |
| | 燃料ピン重量測定装置 | | |
| | | | 取得年月日 |
| | | | S. 50. 7 |
| 試験目的・反映先 | 試 験 目 的 | | 測定データの反映先 |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取 扱 い 対 象 物 | | 試験装置による制約条件 |
| | ・ピン | | <ul style="list-style-type: none"> ・ピン外径制限：30mmφ以下 ・ピン全長制限：2500mm以下 ・約1,000mm以下のものについてはアダプタが必要になる。 ・ピン重量制限：3,999g以下 |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・電子式直示上皿天秤方式 測定範囲：0～3,999g 測定精度：±0.2g ・有意差判定基準 燃料ピン等は解体時に下部端栓を切りおとすので、測定結果は照射前データとの厳密な比較を行えない。しかし、切断方法、切断部位等は一定しているため切断された部分の重量はある精度内で推定することが可能である。測定結果に、この切断分の推定重量を足し合わせたものを照射後試験での重量データとする。 この切断部補正精度、上記の測定精度およびピンの製造時測定精度をたし合わせたものを、照射前後の重量変化の有意差判定基準としている。 この値は、例えば炉心燃料ピンで±0.7gである。 | | 測定データ項目 |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ・各ピンの重量データ ・ID No. |
| 測定データの形態 | ・デジタル値 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・DBS ・キングファイル | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 30ピン/1日 | 備考 | W-8ワークステーション |

| | | | | | |
|----------|--|---------|--|--------------|-------|
| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
| F-PN-4 | | ピンワイヤ切断 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ニッパ ・ピン吊り具 | | | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | | | | | |
| 取扱対象物 | 取扱対象物 | | 試験装置による制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ピン | | <ul style="list-style-type: none"> ・ピン全長制限：2000mm以下（ピン吊り具の掲程） | | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・ピン吊り具でピンを吊り下げ、ニッパでワイヤを切断する。 | | 測定データ項目 | | |
| | | | | | |
| 測定データの形態 | データの管理方式 | | データの使用頻度 | | |
| | | | | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・玉止めが除去できないことがある。 | | | | |
| 処理能力 | 20ピン／1日 | | 備考 | W-7ワークステーション | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|----------------------|
| F-PN-5 | | ピン詳細外観検査 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料ピン外観検査ステージ 燃料ピン外観検査用特殊観察装置 | | S. 52. 3 S. 54. 4 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ピン 集合体部材切断試料 | <ul style="list-style-type: none"> ピン外径制限：4～19mmφ ピン全長制限：1950mm以下 ピン重量制限：5kg以下 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ項目 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 観察対象の真正面に位置するペリスコープによる目視観察（×1, ×15, ×30）。ITVモニタ観察およびVTR記録も可能。 | <ul style="list-style-type: none"> W/M, C/Mの軸方向, 周方向位置とその長さ, 巾。 周方向位置および軸方向位置に対応した「観察結果」と「コメント」 「観察結果」は「写真」と「スケッチ」とで構成。 | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 読み取り値記載 コメント スケッチ 写真 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル 組写真 ネガ | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> 傷の深さが測定できない。 | | |
| 処理能力 | 1ピン/1日 | 備考 | W-3ワークステーション |

| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|---|---|---|--|
| F-PN-6 | | ピン寸法測定 | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料ピン寸法測定装置（検出部以外） 耐放性レーザー外径測定機 | | S. 50. 6 S. 61. 3 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | | |
| | | | | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンパートメント ピン ダッシュラム部 AMIRカプセル | <ul style="list-style-type: none"> 上部チェックによる径制限：4～19mmφ レーザー走査範囲：0.1～50mm ピン全長制限：2,000mm ピン重量制限：5kg以下 | | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 外径測定：±3μm 曲がり測定：±0.1mm 長さ測定：±1mm 軸方向位置：エンコーダ（±0.5mm） ピン回転角度：エンコーダ（両方向±5°） | 測定データ項目 | <ul style="list-style-type: none"> 外径：周方向角度および軸方向位置に対応した外径 全長：端栓部補正を行う。 曲がり：最大曲がり方向での、軸方向位置に対応した最大曲がり量 ワイヤピッチ | |
| | <p>(参考) 曲がりの定義</p>  | | | |
| 測定データの形態 | デジタル値 | データの管理方式 | データの使用頻度 | |
| | | DBS | | |
| 問題点と対策 | | | | |
| 処理能力 | 4ピン/1日 | 備考 | W-5ワークステーション | |

| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
|----------|---|---|--|
| F-PN-7 | | ピンガンマスキャン | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | ・燃料ピンγスキャンシステム | | S. 50. 3 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ピン ・集合体部材切断試料 | <ul style="list-style-type: none"> ・上部チェック（スクロールチェック）による径制限：2～46mmφ（但し、貫通の場合24mmφ） ・中間支持具による外径制限：約18mmφ以下 ・ピン全長制限：2000mm以下 ・ピン重量制限：3 kg以下 | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・試験体駆動 軸方向（Z）、左右方向（X）、前後方向（Y）位置および回転角度 ：パルスモータのパルス発振数の読み取り。 （Z：±0.01mm）、（X：±0.01mm）、（Y：±0.01mm）、 （φ：±0.01°） ・コリメータスリット巾 ：マイクロメータ方式（0～2mm, ±0.01mm） ・γ線検出：Ge半導体検出器（分解能2.0keV） ・測定方法 <ul style="list-style-type: none"> ・スキャン：試験体全体の指標核種の分布を測定する。 ・スペクトル：ある測定点に存在する核種の同定を行う。 ・トモグラフィー：試験体横断面の指標核種の分布を測定する。 | 測定データ項目 | <ul style="list-style-type: none"> ・試験体の位置に対応した、あるエネルギーのγ線のカウント数 <ul style="list-style-type: none"> ・スキャン：核種の分布 ・スペクトル：存在する核種 ・トモグラフィー：核種の横断面分布 |
| | 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル値 | データの管理方式 <ul style="list-style-type: none"> ・DBS ・MT |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1ピン／1日（スキャン＋スペクトル） 1ピン／3日（トモグラフィー） | 備考 | W-6ワークステーション |

| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|---|--|--|----------|
| F-PN-8 | | ピンパンクチャーテスト | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料ピンパンクチャー装置 ガス質量分析装置 | | S. 50. 6 S. 90. 9 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | | |
| | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ピン | <ul style="list-style-type: none"> ピン装着部における径制限：20mmφ以下 ピン全長制限：2000mm以下 ワイヤ無のこと | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ項目 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 孔あけ方式：YAGレーザービームによる孔あけ 孔あけ部溶接：YAGレーザービームによる溶接 圧力測定：バラトロン圧力計 温度測定：熱電対 ガス組成分析：ガスクロマトグラフ ガス同位体分析：ガス質量分析装置 | <ul style="list-style-type: none"> ピン内容積 ピン内ガス圧 ピン内ガス量 ガス組成分析結果 ガス同位体分析結果 | | |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> 読み取り値記載 チャート紙出力 デジタル値 | データの管理方式 | <ul style="list-style-type: none"> DBS キングファイル MT | データの使用頻度 |
| | | | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> 溶封失敗の発生 | | | |
| 処理能力 | 1ピン/1日 | 備考 | W-4ワークステーション | |

| | | | |
|----------|--|---|--------------|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| F-PN-9 | | ピン切断 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | 取得年月日 |
| | 燃料ピン切断機 | | S. 50. 6 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象物 | 試験装置による制約条件 | |
| | ・ピン | <ul style="list-style-type: none"> ・径制限： 上部チャックによる径制限：3～20mmφ プレートによる径制限：0～約18mmφ ・ピン全長制限：2100mm以下 ・ピン重量制限：3kg以下 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | 測定データ項目 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンド・ホイールによる切断 ・ピンは縦置 ・切断位置表示：エンコーダ メカニカルカウンタ | <ul style="list-style-type: none"> ・切断位置 ・切断状態を第3者に示す写真記録 | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方式 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル値 ・写真 | <ul style="list-style-type: none"> ・切断情報処理システム ・キングファイル ・ネガ | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1ピン/1日 (10切断/1ピン) | 備考 | W-7ワークステーション |

4.1.2 ADS金相セルの試験

金相セルへは、小試料をカプセルに封入して気送管によりFMS 除染セルから送ることになるが、金相セル内で試料調整された後、試験に供せられる。このセルで行われる試験項目および機器の一覧を表-3に、試験機器のセル内における配置を図-13に示す。

図-14は、ADS 金相セルでの試験工程の1例を示す。

表-3 ADS金相セルでの試験と機器

| セル | 試験番号 | 試験項目 | 試験装置名称 |
|------|--------|---------|--------------------|
| 金相セル | AD-M-1 | 金相試験 | 低倍率光学顕微鏡, 高倍率光学顕微鏡 |
| | AD-M-2 | 走査型電顕観察 | 走査型電子顕微鏡 |
| | AD-M-3 | X線微小分析 | X線マイクロアナライザ |
| | AD-M-4 | イオン微小分析 | イオンマイクロアナライザ |

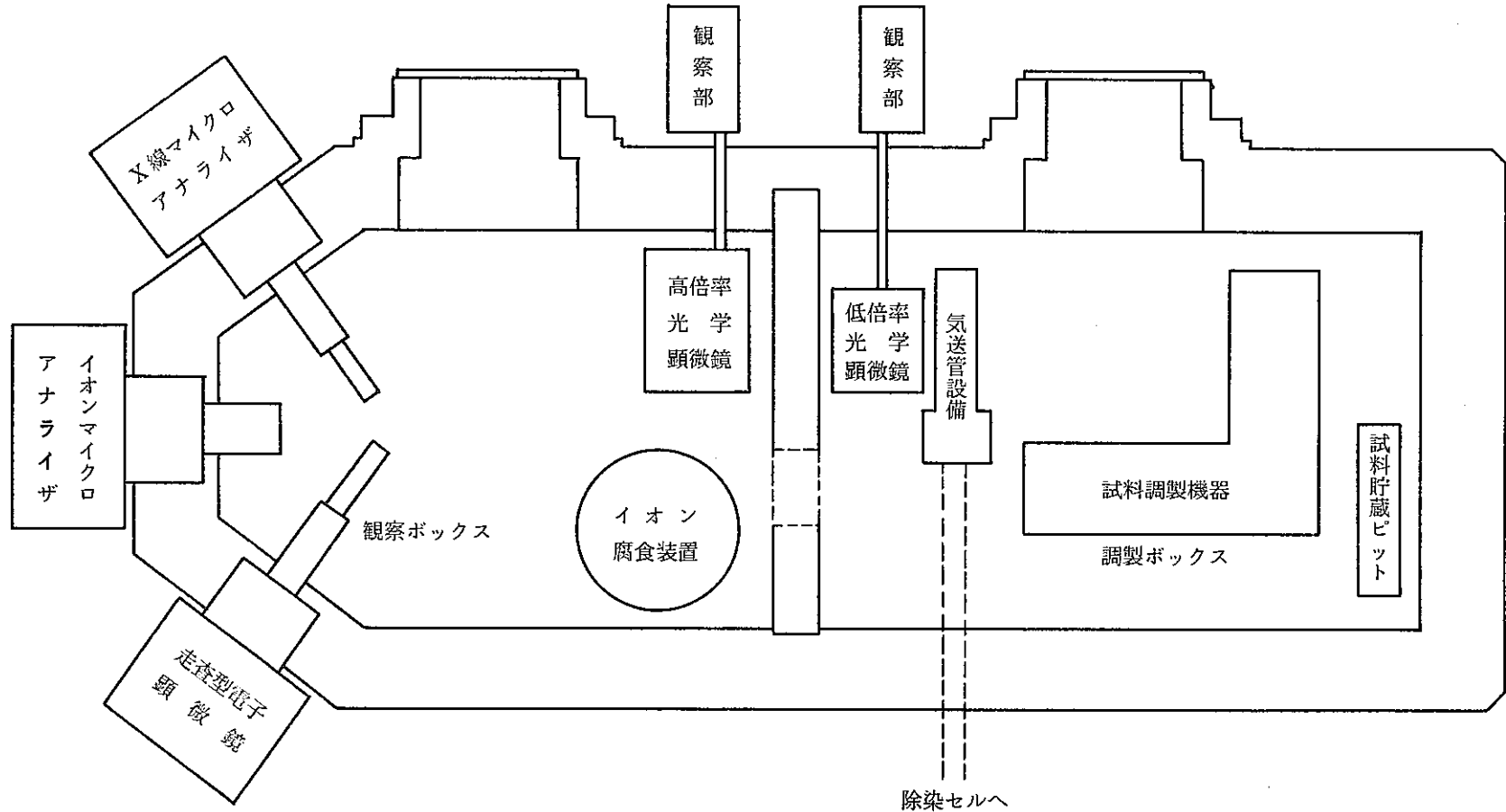


図-13 ADS金相セルの試験機器の配列

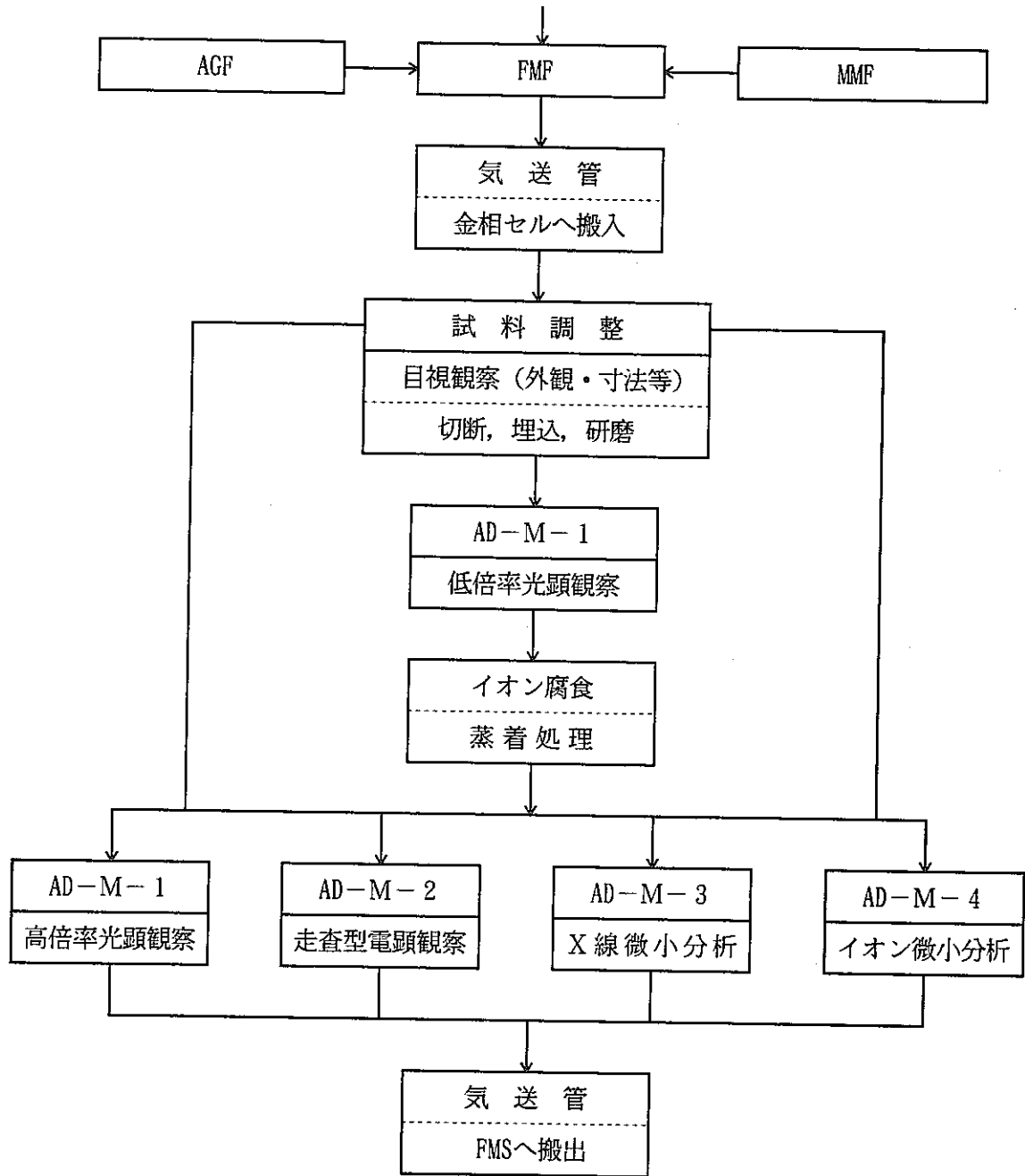


図-14 ADS金相セルでの試験工程

| | | | |
|----------|--|---|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| AD-M-1 | | 光学顕微鏡観察 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型光学顕微鏡 (FAROM) | メーカー:ユニオン光学(株) 型式:全自動遠隔操作金属顕微鏡 (FAROM) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 燃料組織変化の把握 | <ul style="list-style-type: none"> 組織変化領域径の測定 (画像解析) } モデリング, 挙動解 ペレットスエリング量の測定 (画像解析) } 析コードの検証 Gap幅, FCCI量の測定 (ノギス) | |
| 取扱対象物 | 取扱対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 燃料, B,C (被覆管, その他) | <ul style="list-style-type: none"> 樹脂マウントの大きさ 31.5mmφ×20mmH 対象物の大きさ 20mmφ以下 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | 測定精度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 光顕倍率33X~520X | <ul style="list-style-type: none"> 炉心燃料ピン等の縦横断面詳細形態 上記形態観察による燃料組織, 燃料被覆管相互作用, 被覆管組織 画像解析によるボイド分布, 結晶粒径, ペレットスエリング (ペレット面積) | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 写真 デジタルデータ (画像解析結果) | <ul style="list-style-type: none"> ネガ登録 張合せ写真台紙の登録 デジタルデータはデータ評価システムに入力 | <ul style="list-style-type: none"> 画像解析 機器分析等における分析位置の確認 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試料調製 切断 → 埋込 → 研磨 → 観察 ↳ イオン腐食 ↑ イオン腐食: アルゴンイオンスパッタによる表面研削方式による。 高倍観察*: 組合せ写真撮影にて全面の詳細な画像を撮る。 中心空孔, 柱状晶, 等軸晶, 高密度化, 析出物等の形態及びFCCI部の詳細観察。また, 被覆管の結晶粒径, マイクロクラック等の観察を行なう。 結果解析: 写真情報の金相学的な解析を行なう。 画像解析: 写真情報のうち粒径分布・析出物・ボイド密度等の量的解析を行なう。 : 炉心燃料ピンの横断面全面写真よりタブレット・デジタイザによる各組織変化領域径・面積, 被覆管内・外径, クラック面積等の量的解析を行なう。 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 5~10試料/週 | 備考 | *1さらに詳細な観察は走査型電子顕微鏡にて行なう。 |

| | | | |
|----------|--|---|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| AD-M-2 | | 走査型電子顕微鏡観察 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | 走査型走査電子顕微鏡 (SSEM) | | 試料表面に極めて細く絞った電子ビームを照射し、走査しながら、試料表面の状態を検出し、CRT上に表示する。 メーカー：日本電子（株） 型式：JSM-50A |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 被覆管外表面の形態観察 被覆管内表面の形態観察 被覆管破面の形態観察 燃料ペレット粒界面の形態観察 照射済み材料・炉心構造材形態観察 | | <ul style="list-style-type: none"> 被覆管構成元素の溶出及び沈着挙動解析 FCCL, PCNIの挙動解析 破壊モードの解析 PPガス放出挙動（ボイド・白色金属等の形態） 他部門全て |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 被覆管 燃料ペレット 照射済み材料・炉心構造材 コールド材料 | | <ul style="list-style-type: none"> 試験片の大きさが21mmφ×10mmH 高線量試料時に分解能が下がる。 |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 撮像管の写真撮影 <ul style="list-style-type: none"> 2次電子像 反射電子像 吸収電子像 倍率80~60000倍（実用撮影倍率 80~8000倍） 分解能 <ul style="list-style-type: none"> 放射性試料観察時 250Å 非放射性試料観察時 700Å | | 測定データ |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 写真撮影は以下の3種類が撮影できる。 <ul style="list-style-type: none"> 2次電子像 (SEI) 反射電子像 (TOPO, COMPO) 吸収電子像 (AEI) |
| 測定データの形態 | 画像情報 | データの管理方法 | 随時 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 撮影済み写真、ネガフィルムは ADS金相 Grで管理している。 写真は試験項目別に台紙に貼り合わせ、マップロッカーに整理。 ネガフィルムは試料No別に整理 | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試料調製 切断→試料調製（切断・研磨・ペレット破砕）→ SCM専用ホルダーへのセット→導電処理（カーボン蒸着） ↳ 観察 組織観察 <ul style="list-style-type: none"> 2次電子像による観察：被覆管外表面及び内面の荒れ、被覆管破面形態等の一般的観察 反射電子像による観察：試料の凹凸差がきわだつ。 吸収電子像による観察：試料の構成元素の違いによるコントラストが現れる。（燃料・被覆管・ゴミ等の識別が可能である。） 結果解析：写真情報から表面状態の解析を行う。 画像解析：ボイド等は画像解析装置により解析を行う。 | | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 機器の老朽化による性能低下（昭和47年購入） | | |
| 処理能力 | 3~4 試料/週 | 備 | 考 |

| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
|-----------------|--|---|---|
| AD-M-3 | | X線微小分析 | |
| 試 験 装 置 | 試 験 装 置 名 称 | 試 験 装 置 概 要 | |
| | 遮蔽型X線マイクロアナライザ (SXMA) | 試料表面に細く絞った電子ビームを照射し走査することにより、試料から放出される各元素に固有の特性X線を検出し、試料表面における元素の濃度及び分布を調べる。 メーカー：仏国 カメカ社 型 式：CAMEBAX-R | |
| 試 験 目 的・反 映 先 | 試 験 目 的 | 測 定 デ ー タ の 反 映 先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管外表面の元素分布 ・燃料ペレット内残留FPガス (Xe) 測定 ・Puの再分布測定 ・FCClの元素分布及び定量 ・ACMIの元素分布及び定量 ・FP化合物及び白色金属の定量 | <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管構成元素の溶出及び沈着挙動の把握 ・FPガス放出挙動とスエリング挙動の把握 ・燃料物性評価 ・FCCl挙動 ・被覆管/B₄Cペレットの両立性評価 ・固体FPの挙動 | |
| 取 扱 い 対 象 物 | 取 扱 い 対 象 試 料 | 試 験 装 置 に 因 る 制 約 条 件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管 ・燃料ペレット ・B₄Cペレット ・照射済み材料・炉心構造材 | <ul style="list-style-type: none"> ・試料片最大取扱寸法：21mmφ×10mmH ・試料表面状態の凸凹が激しい場合は定量精度が低下する。 | |
| 測 定 方 式・精 度 | <ul style="list-style-type: none"> ・撮像管の写真倍率 二次電子像：40～50,000倍 X線像：100～5,000倍 ・分解能 二次電子分解能：コールド試料100Å、ホット試料800Å X線像分解能：0.1μm ・元素分析範囲：⁵B～⁸⁵Am ・X線検出限界：100ppmオーダー | 測 定 デ ー タ | <ul style="list-style-type: none"> ・画像情報 二次電子像 (SE1) 反射電子像 (TOPO, COMPO) 吸収電子像 (AE1) X線像 二次元強度分布表示 (カラーマップ) ・定性分析 線分析 スペクトル分析 ・定量分析 ZAP補正計算処理 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・画像情報 (4'×5' 写真) ・二次元カラーマップ (50mm×50mm) ・定量分析結果のデジタル出力 (プリンター) ・線分析及びスペクトル分析結果のXYプロット出力 | デ ー タ の 管 理 方 法 | <ul style="list-style-type: none"> ・撮影済み写真・ネガフィルムは ADS金相Grで管理 ・その他の生データは全てフロッピーディスクに保管 ・加工済みデータは、センター計算機に入力 |
| 測 定 手 順 及 び 内 容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 試料調製 切断→埋込み→研磨→導電処理 (カーボンorBe蒸着) →SXMA専用ホルダへのセット→分析 2. 分 析 <ul style="list-style-type: none"> ・定量分析：被覆管外表面及び燃料ペレット内FP化合物、FCCl部等の構成元素を調べることができる。 ・線分析：試料を直線的に移動することにより、その位置の元素の強度 (定性) 分布を知ることができる。 ・面分析：目的元素の強度 (定型) 分布を視聴的 (二次元) に判断することができる。 ・定量分析：目的部位の濃度組成を知ることができる。 ・キャリブレーションデータ：既知濃度の元素を分析し、定量分析に必要な標準データを取る。 3. 結果の評価・解析 写真情報、数値データの加工、データの計算機入力・作図により、総合的に評価・解析を行う。 | | |
| 問 題 点 と 対 策 | | | |
| 処 理 能 力 | 1～3 試料/週 | 備 考 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|--|---------|---|---|----------|
| AD-M-4 | | イオン微小分析 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | 遮蔽型イオンマイクロアナライザ (SIMA) | | 試料表面にイオンビームを照射した際に、試料表面から放出される二次イオンを質量分析することにより元素の同位体分布を求める。 メーカー：(株)日立製作所 型式：IMA-2RI | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | 燃料ペレットの燃焼度測定 (B ₁ Cを含む) 被覆管外表面の深さ方向の元素(質量)分析 各元素の同位体分析 | | ・燃焼特性の把握 ・被覆管構成元素の溶出及び沈着挙動の把握 ・ペレット内のFP挙動の把握 (B ₁ C内のLi分布) | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に困る制約条件 | | |
| | 燃料ペレット B ₁ Cペレット 被覆管(構造材等含む) | | ・XY試料微動範囲：±10mm ・引出し電極と試料との距離がひらくと二次イオン量等の安定性が低下する。 ・固体であること。 | | |
| 測定方式・精度 | ・データ処理装置 (M-0102) の固定ディスクでデータ収集 ・検出感度 50ppb (イオンビーム径200μmφ時) ・質量分析範囲 1~300 | | 測定データ | ・被覆管外表面から深さ方向の元素分析 (定量) ・燃料, B ₁ Cの燃焼度, 径方向分布 ・各元素の面分析 (同位体含む) | |
| | ・デジタル値のアウトプット ・燃焼度測定結果のグラフ化 ・被覆管定量結果のグラフ化 | | | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定データの形態 | | | データの管理方法 | データの使用頻度 | 随時 |
| 測定手順及び内容 | 測定手順 | | | | |
| | ・試料調製済みの試料をSIMAにセットし、任意のビーム径を選択し、分析エリアのスペクトル分析を行う。 燃料ペレットの燃焼度測定 (B ₁ C含む) ・燃料ペレットの径方向測定により、局所的な燃焼度が求められる。 被覆管定量分析 ・深さ方向に分析することで、被覆管構成元素の溶出・沈着挙動を調べる。 同位体分析 ・同位体分析をすることで天然かFPかの判別が可能である。 | | | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | 2~3個/週 | | 備考 | | |

4.2 AGSにおける照射後試験

AGS では従来、海外炉および原研JMTRで照射した燃料の試験を行ってきたが「常陽」が運転を開始してからは「常陽」で照射し、FMS で解体された燃料要素の試験を開始した。また S55年10月からは既設建家の南側に新たに増設した8基の鉛セルで物性測定も開始し、現在は「常陽」および海外炉で照射した燃料を中心に既設、増設建家の各セルで試験を実施している。

AGSで行われる試験項目、機器の一覧を表-4に、セル等の配置を図-15にそれぞれ示す。さらに燃料を受け入れてからの照射後試験工程を図-16に示すが実施する試験の内容によっては多少異なる場合がある。試験内容の詳細については試験番号の順に従って、各表に示してある。

表-4 AGSにおける試験と機器

既設建家

| セル等 | | 試験番号 | 試験項目 | 試験機器 |
|------------|---------|------------|------------------------|----------------|
| No. 1セル | 1-1ボックス | | (試料受け入れ等) | |
| | 1-2ボックス | A-1 A-2 | ピン外観検査 ピン切断 | ペリスープ 小型切断機 |
| No. 2セル | | | (試料の貯蔵) | |
| No. 3セル | 3-1ボックス | | | |
| | 3-2ボックス | A-3 A-7 | 金相試験(研磨) 金相試験(電解腐食) | 研磨機 電解腐食装置 |
| L-1セル | | | | |
| L-2セル | | A-8 | 被覆管硬さ測定 | 遠隔操作型微小硬さ計 |
| No. 4セル | | A-16 | 融点測定 I (試料調製) | 試料調製装置 |
| No. 5セル | | A-6 | 金相試験 (イオン腐食) | 遠隔操作型イオン腐食装置 |
| No. 6セル | | A-11 | 被覆管密度測定 I (試料調製) | 被覆管電解研磨装置 |
| No. 7セル | | | (試験試料の移動) | 気送管設備 |
| No. 8, 9セル | | | (機器類の除染) | |
| 化学室 | | A-9 | 燃焼率測定(Nd法) I | イオン交換分離装置 |
| 恒温室 | | A-10 | 燃焼率測定(Nd法) II | 質量分析装置 |
| No. 11セル | | A-4 | 金相試験(組織観察) | 大型金属顕微鏡 |
| No. 12セル | | A-5 | 金相試験(組織観察) | 遠隔操作金属顕微鏡 |
| No. 13セル | | | (試験試料の移動) | 気送管設備 |
| No. 14セル | | A-12 | 被覆管密度測定 II | 遠隔操作型被覆管密度測定装置 |
| No. 15セル | | A-13 | X線回折測定 | 遠隔操作型X線回折装置 |
| No. 16セル | | A-14 | 核分裂生成ガス量(FP ガス量)測定 | FPガス量測定装置 |
| | | A-15 | 燃料密度測定 | 遠隔操作型燃料密度測定装置 |
| No. 17セル | | A-17 | 融点測定 II | 融点測定装置 |
| No. 18セル | | A-18 | 熱伝導度測定 | 遠隔操作型熱伝導度測定装置 |

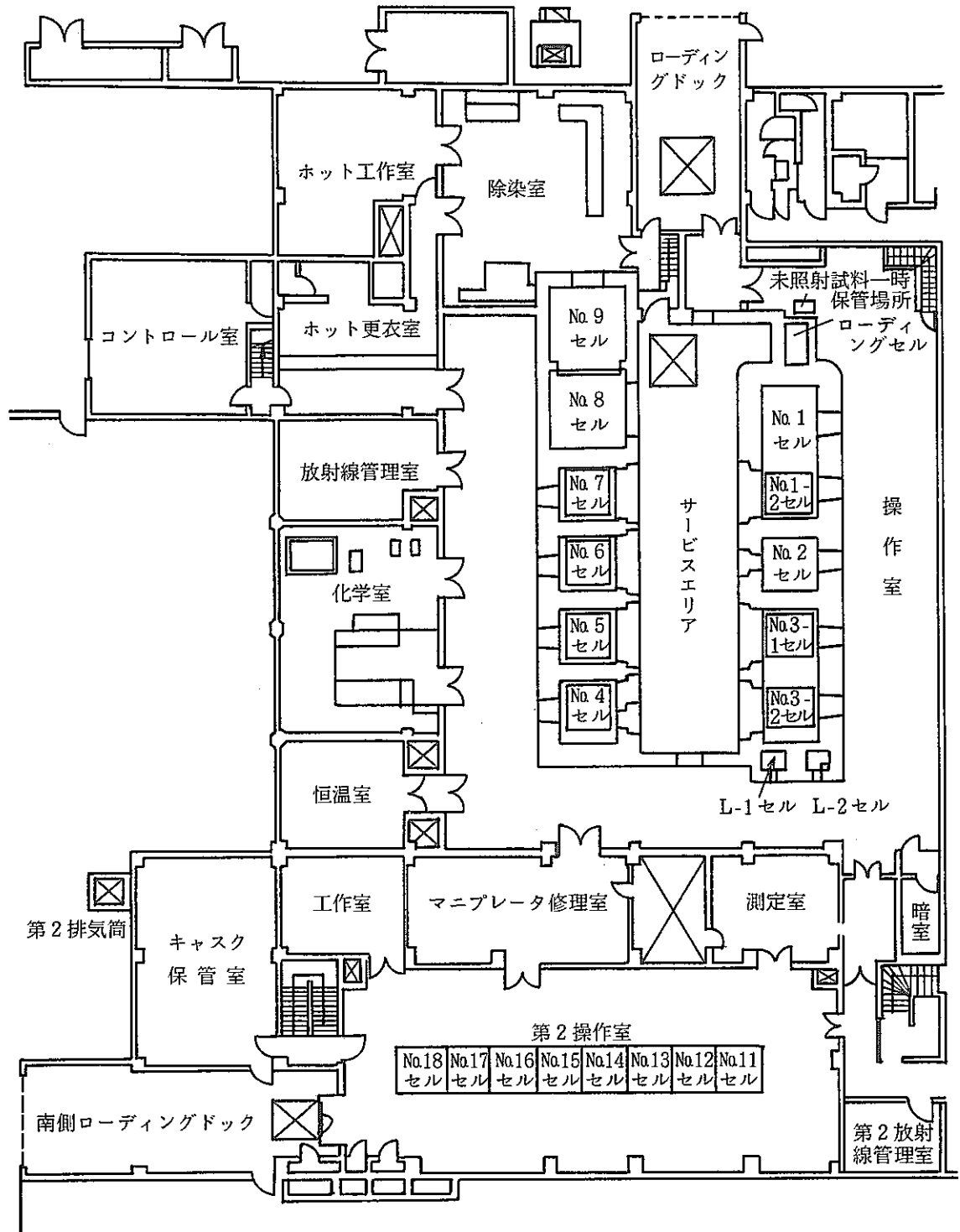


図-15 AGSの一階平面図(一部)

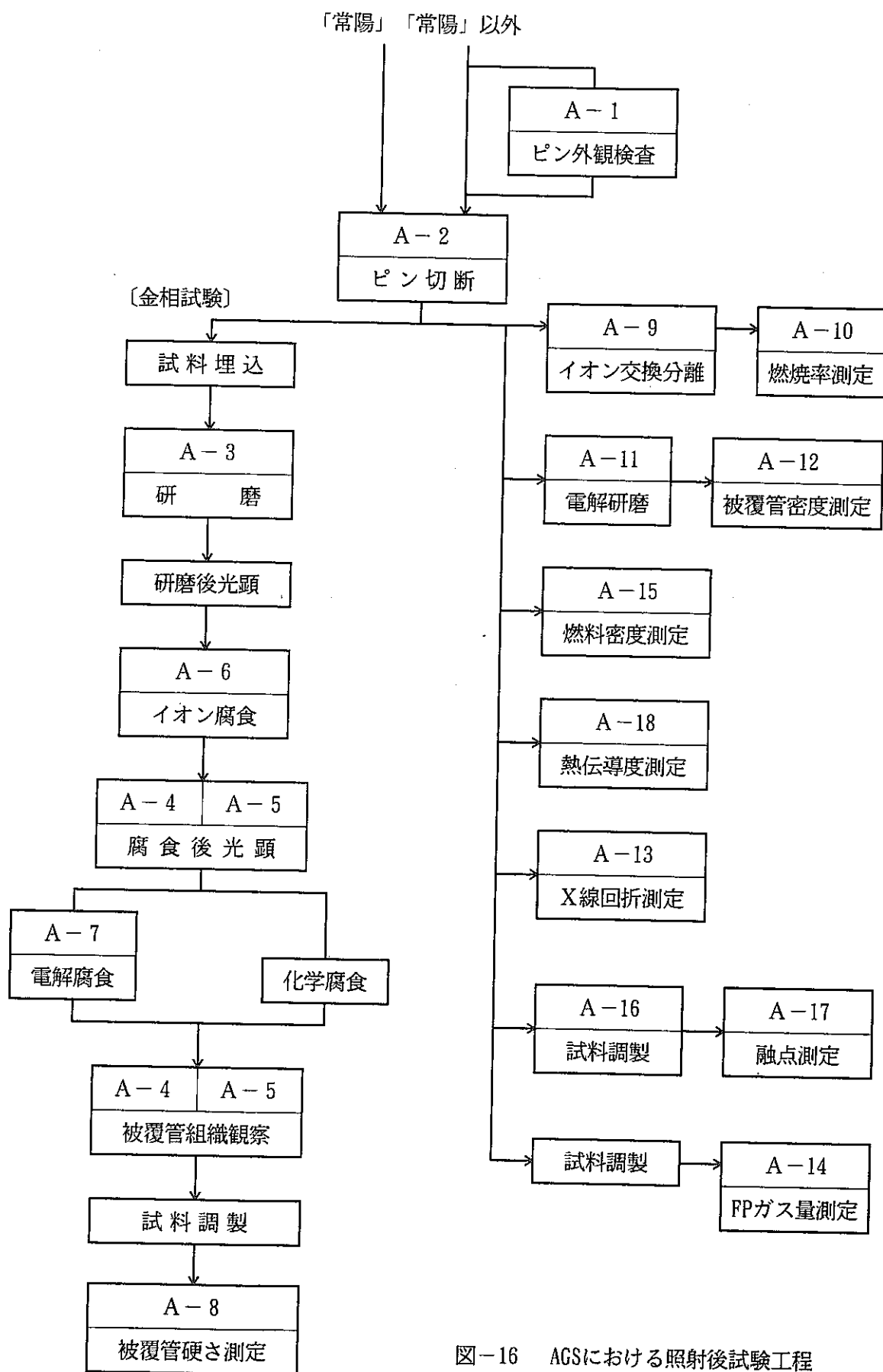


図-16 AGSにおける照射後試験工程

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|--|--|--------------|---|----------|
| A-1 | | ピン外観検査 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | ステレオ式ペリスコープ (写真撮影装置取り付け可能) | | ヘンゾルト社製, 特注品 | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | セル内に於ける肉眼観察, 直径長さ測定及び写真撮影 | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心燃料ピン ・プランケット燃料ピン ・特殊燃料ピン | | | | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・撮影倍率×2×5×12 ・観察範囲(セル内) 上下方向75°, 左右方向各30° ・最短観察距離 約50cm ・ミラー可動範囲 外側: 15° 内側: 5° | | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・外観を示す記録写真 | |
| | 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真0°~360°方向 ・目視による記載 | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・キングファイル | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | 試料長確認 ↓ 目視による外観検査(必要に応じて拡大写真撮影含む) ↓ 外観写真撮影 | | | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | | | 備考 | | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|---|
| A-2 | | ピン切断 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型小型精密切断機 | リファインテック社製RCR-005 特注品 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 試験対象試料の切断及び試料調製 | 室内, 燃材部内 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心燃料ピン ・ブランケット燃料ピン ・特殊燃料ピン | チェックによる径制限: $\phi 5.9 \sim \phi 6.7$ " : $\phi 10.3 \sim \phi 14.5$ " : $\phi 16.0 \sim \phi 20.0$ マイクロメータによる測定制限: 0~50mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンドホイールによる切断 ・ピン横置 ・切断長さ測定: マイクロメータ方式 (最小目盛0.01mm) ・ " : スケール方式 (最小目盛0.5mm) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・切断前写真 ・切断後写真 ・切断写真記録 } 計量管理データ |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・読取り値記録 ・写真 | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・キングファイル ・大型計算機 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 切断前写真撮影 2. 試料をチャックへ装着 3. マイクロメータにより切断位置を合わせる。 4. ダイヤモンドホイールを回転させ試料を切断する。 5. 2~4項を繰り返す。 6. 切断後写真撮影 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 16切断/1日 | 備 | 考 |

| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
|----------|-------------------------|---|----------|
| A-3 | | 金相試験（研磨） | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型回転研磨機 | 丸本工業製 特注 リファインテック社製 特注 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 光顕観察及び硬さ測定に供するための試料調製機器 | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | ・炉心燃料ピン ・ブラケット燃料ピン | ・2試料/1台×3台 ・ $31.8\text{mm}\phi$ ($1-1/4$ インチ) ×約30mmHの樹脂マウント | |
| 測定方式・精度 | | 測定データ | |
| | | | |
| 測定データの形態 | | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | | |
| 測定手順及び内容 | | | |
| | | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | | 備考 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|--|
| A-4 | | 金相試験 (組織観察) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 大型金属顕微鏡 | ライツ社製 MM5 RT 特注 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料の組織観察 被覆管の観察 | <ul style="list-style-type: none"> 健全性, 照射挙動評価 設計, 照射計画へ反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 炉心燃料ピン ブランケット燃料ピン 特殊燃料ピン 輪切り 試料 縦割り | <ul style="list-style-type: none"> 研磨機による試料調製が可能な事 樹脂マウントの大きさ 32.0mmφ×約30mmH | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 撮影倍率×40~×750 (ポラロイド) ×7~×40 (700mmフィルム) 寸法測定 被覆管外径・内径 } 0° 残留ギャップ } 45° 平均 燃料外径 } 90° 中心孔径 } 135° | 測定データ | 金相写真の観察 <ul style="list-style-type: none"> 燃料組織 被覆管内面腐食 残留ギャップ |
| | 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> 写真 全体(試料の大きさにより異なる) スリット×100×400 FCC1×100~×750 データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> 写真 キングファイル 大型計算機M/T データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | 試料研磨 ↓ 低倍観察 (研磨後) ↓ 光顕観察 (") ↓ 腐食 ↓ 低倍観察 (腐食後) ↓ 光顕観察 (") ↓ 研磨後の光顕観察とほぼ同様 ↓ 現像・焼付・張り合せ・接写 ↓ 測定 写真上の直接測定及び画像解析 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 2個/1日 | 備 | 考 |

| | | | |
|-----------------|---|-------------------|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| A-5 | | 金 相 試 験 (組 織 観 察) | |
| 試 験 装 置 | 試 験 装 置 名 称 | | 試 験 装 置 概 要 |
| | 遠隔操作型金属顕微鏡 | | ライフェルト社製 テラトーム76 特 注 |
| 試 験 目 的 ・ 反 映 先 | 試 験 目 的 | | 測 定 デ ー タ の 反 映 先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料の組織観察 ・被覆管の観察 | | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料の健全性、照射挙動評価 ・設計、照射計画へ反映 |
| 取 扱 い 対 象 物 | 取 扱 い 対 象 試 料 | | 試 験 装 置 に 因 る 制 約 条 件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心燃料ピン ・ブラケット燃料ピン ・特殊燃料ピン | | 研磨機による試料調整が可能な事 |
| 測 定 方 式 ・ 精 度 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真撮影 撮影倍率×40～×750 ポラロイド撮影 ・X及びY方向の移動量を利用した燃料断面の寸法測定 | | 測 定 デ ー タ |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料の組織観察 ・FCCIの測定 ・被覆管粒径測定 ・被覆管外径、内径、燃料外径、中心空孔径の測定 |
| 測 定 デ ー タ の 形 態 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・写真から測定した数値 ・顕微鏡から直読した数値 | デ ー タ の 管 理 方 法 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・ファイル |
| | | | デ ー タ の 使 用 頻 度 |
| 測 定 手 順 及 び 内 容 | <p>試料研磨</p> <p>↓</p> <p>試料観察</p> <p>↓</p> <p>試料腐食</p> <p>↓</p> <p>試料観察</p> <p>が本装置による試験</p> | | |
| | | | |
| 問 題 点 と 対 策 | | | |
| 処 理 能 力 | 2個/1日 | 備 考 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|---|-------------|-----------------------|----------|---------|
| A-6 | | 金相試験(イオン腐食) | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | 遠隔操作型イオン腐食装置 | | エリオニクス社製 EIS-R2 特注 | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | ・燃料及び被覆管組織観察のための試料調製 | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心燃料ピン ・ブランケット燃料ピン ・特殊燃料ピン 輪切り 試料 縦割り | | ・腐食有効径 10mmφ~20mmφ | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | | 測定データ | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・独立発生イオンビーム照射表面研削方式 ・到達真空度 5×10^{-6} Torr ・ガス圧力自動制御 $\pm 0.5 \times 10^{-5}$ Torr ・イオン流密度 1 mA/cm² ・腐食速度 2~5 μ/hr (セラミックスに対して) ・Arガス使用 15分照射 20分以上冷却 | | | | |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | | 測定データの形態 | | |
| | ・読み取り値記載 | データの管理方法 | ・キングファイル | データの使用頻度 | ・自己関連の為 |
| 測定手順及び内容 | 測定手順及び内容 | | | | |
| | 顕微鏡観察(研磨後) ↓ イオン腐食(照射・冷却を途中腐食状態をチェックしながら3回~5回繰り返す) ↓ 顕微鏡観察(腐食後) | | | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | 1.5個/日 | 備考 | | | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|-----------------------|------------|--------------------------|----------|--------|
| A-7 | | 金相試験(電解腐食) | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | 電解腐食装置 | | 定電圧装置(ビューラ社製) 電解槽(特注) | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | 被覆管組織観察 炭化物の析出状況観察 | | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 | | |
| | ・炉心燃料ピン ・特殊燃料ピン | | 研磨機による試料調製が可能な事 | | |
| 測定方式・精度 | 10%過硫酸アンモニウムによる電解腐食 | | 測定データ | | |
| | | | | | |
| 測定データの形態 | 読み取り値記載 | データの管理方法 | キングファイル | データの使用頻度 | 自己関連の為 |
| | | | | | |
| 測定手順及び内容 | 試料研磨 ↓ 試料腐食 | | | | |
| | | | | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | 4個/1日 | | 備考 | | |

| | | | |
|----------|---|---|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| A-8 | | 被覆管硬さ測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型微小硬さ計 | 明石製作所製マイクロビッカース硬さ計 特注 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 被覆管の強度評価, 周方向温度分布 | <ul style="list-style-type: none"> ・ピンの健全性評価 ・被覆管材料強度と照射挙動の関係 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 炉心燃料ピン | 金相用樹脂埋込試料 (研磨後) 方径 < 25mmφ 高さ < 20mmH (標準10mmH) | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | 測定精度 |
| | 試料表面につけたダイヤモンド圧子の圧痕を拡大 (倍率1200倍) してスケールともにモニターテレビ画面上に映し出し圧痕の大きさを測定する (精度約±1mm)。荷重の大きさと圧痕の大きさから硬さに換算 | | 圧痕の対角線長さを計測 (0°, 90°) し, 換算表にて硬さを求める。あるいは次式より求める。 $H_v = \frac{2P \sin 136^\circ}{d^2}$ P: 荷重 (kgt) d: 圧痕対角線長さの平均 (mm) |
| 測定データの形態 | デジタル値 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | キングファイル | 3回/年 |
| 測定手順及び内容 | 1. 金相試料調製 (鏡面仕上げ) 2. ダイヤモンド圧子による刻印 3. 圧痕の大きさ測定 4. かたさ換算 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 2試料/日 | 備考 | |

| | | | |
|----------|---|---------------|-----------------------|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| A-9 | | 燃料率測定 (Nd法) I | |
| 試験装置 | 試 験 装 置 名 称 | | 試 験 装 置 概 要 |
| | イオン交換分離装置 | | 協和精度(株)製 特注品 |
| 試験目的・反映先 | 試 験 目 的 | | 測 定 デ ー タ の 反 映 先 |
| | ・質量分析用試料の化学分離 | | |
| 取扱い対象物 | 取 扱 い 対 象 試 料 | | 試 験 装 置 に 因 る 制 約 条 件 |
| | ・炉心およびブランケット燃料ピン | | |
| 測定方式・精度 | | 測定データ | |
| 測定データの形態 | | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. U-233, Pu-242, Nd-150スパイクの添加 2. イオン価調整 (H₂O₂添加) 3. FP, U, Puの粗分離 (HNO₃系陰イオン交換分離法) 4. FPからのNd分離 (精製) (HNO₃-CH₃OH系陰イオン交換分離法) | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 3 試料/週 | 備 | 考 |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|---|
| A-10 | | 燃焼率測定 (Nd法) II | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 質量分析装置 | VG社製 MM30型表面電離型質量分析装置 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉運転 ・設計、照射計画への反映 (軸方向・径方向・分布) (主要コードとの検証) | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心およびブランケット燃料ピン ・照射用燃料集合体から軸方向ならびに径方向の燃焼分布を測定するのに必要なピンを選択し、測定箇所を定めてサンプリングする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・燃焼率 1 a/o で 1 g, 5 a/o で 0.2 g 以上の試料 (常陽燃料仕様のもの) を必要とする。 | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・U, Pu, Ndの化学分離と質量分析 ・精度 <ul style="list-style-type: none"> a 分析精度 < ±1.5% b 燃焼率精度 < ±3% (ただしNd核種の核分裂生成率が2%以下の誤差で求まっている場合) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・U-233, -234, -235, -236, -238, Pu-238, -239, -240, -241, -242, Nd-193, -144, -145, -146, -148, -150の同位体比, 組成比と原子数比 ・燃焼率 (a/oおよびMWd/t) ・出力, 中性子束分布と燃焼率分布比較 ・核分裂生成率, 実効断面積の評価 ・照射中性子エネルギーの算定 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・プリンタ用紙出力 ・フロッピーディスク | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・フロッピーディスク ・マイクロフィッシュ |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料部の溶解 2. 定容と攪拌 3. 化学分離 <ol style="list-style-type: none"> 1) U-233, Pu-242, Nd-150スパイク液の添加 2) U, Pu, Ndフラクションの粗分離 (HNO₃系イオン交換分離法) 3) Ndの精製 (HNO₃-CH₃OH系イオン交換分離法) 4. 質量分析-U, Pu, Nd同位体比の算定 5. αスペクトロメトリ-Pu-238の定量 6. 燃焼率計算 (BND568コード) 7. 計算結果の解析と評価 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1 試料/週 | 備 | 考 |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|----------|
| A-11 | | 被覆管密度測定 I | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 被覆管電解研磨装置 | アート化学製特注品 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | 被覆管外径 $\phi 5.5 \times \ell 40$ 以下, 20mm以上 $\phi 6.3 \times \ell 40$ 以下, 20mm以上 $\phi 6.5 \times \ell 40$ 以下, 20mm以上 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | ・炉心燃料被覆管 | | |
| 測定方式・精度 | | 測定データ | |
| | | | |
| 測定データの形態 | | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <pre> graph TD A[試料セッティング] --> B[電解研磨] B --> C[水洗浄] C --> D[乾燥] D --> E[廃液処理] D --> A </pre> | | |
| 問題点と対策 | 被覆管の治具への中央セッティング→2号機検討 | | |
| 処理能力 | 6 試料 / 1日 | 備考 | |

| | | | |
|----------|---|---|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| A-12 | | 被覆管密度測定 II | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型被覆管密度測定装置 | メトラー製ME22/26型改造型 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・設計, 照射計画へ反映 ・被覆管の開発 ・健全性評価 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 炉心燃料被覆管等 | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心燃料ピンの場合 長さ 25mm以下 10mm以上 | |
| 測定方式・精度 | 液浸法による密度測定 <ul style="list-style-type: none"> ・秤量最大 3 g ・精度 ± 1 μg ・水中, 空中の秤量繰返数を 7 回程度として密度評価精度は ± 0.001g/cc程度 | 測定データ | 密度算出式 $D = \frac{(W_2 - W_1) - (\rho_w - \rho_A)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)} + \rho_A$ 密度変化 $- \left[\frac{A \rho}{\rho} \right] = - \left[\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} \right]$ |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・読取り値記載 (温度, 秤量値, 気圧) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・大型計算機ディスク ・キングファイル |
| 測定データの形態 | | | |
| 測定手順及び内容 | | | |
| 問題点と対策 | データ処理システムによる処理タイプ | | |
| 処理能力 | 2 試料 / 3 日 | 備考 | N941 81-256 |

| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|---|---|---|---|
| A-13 | | X線回折測定 | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | | |
| | 遠隔操作型X線回折装置 | <ul style="list-style-type: none"> 特殊広角ゴニオメータ (理学電機製) | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 照射挙動の把握 健全性評価 | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 炉心燃料 炉心燃料被覆管 CPスラッジ CPトラップ材 | <ul style="list-style-type: none"> 測定試料がφ31.8mm×約25mmの試料マウントに固定でき、かつ試料厚が試料マウント面及びゴニオメータの回転軸と一様であること。 | | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 平行ビーム法及び集中ビーム法 CuKα, 最大出力3.0kw コリメータ, φ0.5~2mm 精度 測定範囲0°~140° (20±0.02°) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 定性分析 JCPDSカードによる同定 格子定数→O/M評価 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 デジタル値 (カラーディスプレイ等) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> パソコン・フロッピーディスク キングファイル (チャート紙) | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <pre> graph TD A[試料調整 (切断等)] --> B[試料マウント固定] B --> C{測定内容} C --> D[定性分析] C --> E[格子定数] D --> F[5°~140° 測定] F --> G[データ処理] G --> H[計算機による同定解析] E --> I[高角側, 5 ピーク精密測定] I --> J[ピーク分離] J --> K[精密格子定数] K --> L[O/M評価] </pre> | | | |
| 問題点と対策 | | | | |
| 処理能力 | 定性分析測定 1 試料/3 回 | 格子定数測定 1 試料/週 | 備考 | 遠隔操作による照射燃料のX線回折測定 報告書No. PNC N9410 85-109 他 |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|-----------------------|--------------|
| A-14 | | 核分裂生成ガス量 (FPガス量) 測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | FPガス量測定装置 | クールス科学技術(株)製特注 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 照射済燃料中のFPガス量を測定し、燃料挙動評価に反映させる。 | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 炉心燃料 | 約1gの照射済燃料 | |
| 測定方式・精度 | 真空中でガス放出させることによって生じる圧力変化量を測定する。 最大測定ガス量：約3cc | 測定データ | 圧力変化量をガス量に換算 |
| | デジタル値 (On Line) | データの管理方法 フロッピーディスク | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料脱ミート 2. カプセルへの燃料詰込み 3. カプセル電子ビーム溶封 4. カプセル加熱 (融点測定Ⅱ参照) 5. FPガス量測定 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・カプセルの気密性 ・測定精度 ・燃料採取方法 | | |
| 処理能力 | <ul style="list-style-type: none"> ・試料調製 1試料/5日 ・ガス量測定 1試料/1日 | 備考 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|---|--|
| A-15 | | 燃料密度測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型燃料密度測定装置 | ザルトリウス製R180D改造型 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・設計、照射計画へ反映 ・物性データ整備 ・挙動解析コード | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に困る制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・UO₂ (照射及び未照射) ・(U, Pu) O₂ (現在の処未照射のみ) | ふげん燃料の場合 重量 30g以下 大きさ □2mm以上 | |
| 測定方式・精度 | 液浸法による密度測定 ・秤量 33g ・精度 ±10μg ・水中、空中の秤量繰返数を7回程度として密度評価精度は0.01g/cc程度 | 測定データ | 密度算出式 $D = \frac{(W_2 - W_1) - (\rho_w - \rho_A)}{(W_2 - W_A) - (W_3 - W_A)} + \rho_A$ 理論密度に対する密度値%TD $\%TD = \frac{D}{TD}$ スウェリング $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho}$ |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル値 (On line) (温度, 秤量値) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・大型計算機Disk ・キングファイル |
| 測定データの形態 | | データの管理方法 | データの使用頻度 <ul style="list-style-type: none"> ・3回/年 ・自己相関の為 |
| 測定手順及び内容 | <pre> graph TD A[試料切断 (No.1-2 or 4セル)] --> B[脱ミート (No.4セル)] B --> C[空気中秤量(繰返し) <- (No.16セル) <-> 水中秤量(繰返し) -> 乾燥] C --> D[密度評価(含統計処理)] </pre> | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR燃料の密度測定法の検討 | | |
| 処理能力 | 1試料/7日 | 備考 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | |
|----------|---|----------------------|----------------------------------|------------------------------|
| A-16 | | 融点測定 I | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | |
| | 試料調製装置 | | 日本電子(株)製 特注 電子ビーム溶接装置 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | |
| | タングステン製カプセル内への燃料の密封 | | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 炉心燃料 | | 10g以下の粒または粉状燃料 (カプセルサイズによる制約) | |
| 測定方式・精度 | | | 測定データ | |
| 測定データの形態 | 溶接条件の読取値記載 | データ の 管理 方法 | キングファイル | 自己相関 データの 使用 頻度 |
| | | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料ピン切断 2. 脱ミート 3. 粒または粒状に加工 4. カプセルへの燃料詰込み 5. カプセル電子ビーム溶封 6. カプセル取出及び溶接検査 | | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・装置本体のメンテナンスが困難 (オイル交換等) ・電子ビーム調整が困難 | | | |
| 処理能力 | 1試料 / 4日 | | 備考 | |

| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | | |
|----------|---|------------|--|---|
| A-17 | | 融 点 測 定 II | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | |
| | 融点測定装置 | | 日本真空技術(株)製特注 (加熱路 高周波熱線(株)) 温度計 (株)チノー | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 燃料の設計 炉運転方法 燃料の安全性評価 物性データ整備に反映させる。 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 試験装置に因る制約条件 | |
| | 炉心燃料 | | 燃料を密封したタングステン製カプセル (約10g以下の粒または粉状燃料) | |
| 測定方式・精度 | カプセル封入式によるサーマルアレスト法 | | 測定データ | 融 点 (2色温度計校正値により補正する。) 校正はTa, Mo等の融点で行なう。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 加熱方式 : 高周波誘導加熱 最高加熱温度 : 3000℃ 測温方式 : 2色温度計 測定精度 : ±25℃程度 | | | |
| 測定データの形態 | チャート紙出力 | データの管理方法 | キングファイル | データの使用頻度 |
| | | | | |
| 測定手順及び内容 | <ul style="list-style-type: none"> 自己相関 挙動評価時 | | | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 2色温度計校正 (Ta, Mo等の融解) タングステンカプセルのセット 融点測定 2色温度計校正 (Ta, Mo等の融解) データ解析 | | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> 炉体の高放射線量化(保守点検が困難となる) | | | |
| 処理能力 | 1試料/5日 | 備考 | 報告書「遠隔操作による照射燃料の融点測定」SN941 83-106 他 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|------------------------|---|
| A-18 | | 熱伝導度測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型熱伝導度測定装置 | 理学電機 ジャパンセンサー } 特注品 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ・燃料設計 ・物性データ整備 ・挙動解析コード | 燃料設計 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 試験装置に因る制約条件 | |
| | ・炉心燃料等 { UO ₂ (U-Pu)C ₂ B ₄ | ・ディスク状 直径：5～14mmφ | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | 試料の熱拡散率 α (cm ² /sec) は、測定で得られた温度上昇曲線より求め、熱伝導度は、この熱拡散率 α (cm ² /sec) 比熱CP(cal/g・°C)、密度 ρ (g/cm ³) から次式で算出される。 熱伝導度入 (w/cm・°C) = 4.185 $\alpha \cdot \rho \cdot C_p$ |
| | ・レーザーフラッシュ法 レーザー発光部 ルビーロッド キセノン励起方式 出力：20 J ・到達温度 最高：2200°C ・測温方式 非接触方式及び接触方式 | | |
| 測定データの形態 | ・チャート紙出力 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | ・チャート紙 | 自己相関 |
| 測定手順及び内容 | | | |
| | <p>・高燃焼に伴い、熱伝導度測定用試料の採取できる大きさに限度があるため測定手法を検討する必要がある。</p> | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1試料/1週 | 備考 | SN9410 86-095 SN941 85-48 SN941 84-64 等 |

4.3 MMSにおける照射後試験

MMS で行なわれる試験の場所，項目，機名の一覧を表-5に，セル等の配置を図-17に示す。

MMSでは，現在「常陽」で照射しFMSで解体，切断された集合体部材等の試験，並びに海外炉および原研JMTRで照射した材料の試験を進めている。搬入される試料の形態によってはMMS内の試料処理が異なり，また試験体の種類によっては試験の内容も異なるため，試験工程も変化する。

図-18から図-33に「常陽」，「ふげん」，海外炉，JMTR照射の被覆管，ラップ管，制御棒，構造材料の試験工程を示す。図-32～40にはMMSで試験に供する標準試験片の形状寸法を示す。また，各試験内容の詳細を試験番号の順に従って各表に示した。ただし，表中の処理能力は，他の試験に無関係にその試験を行なった場合の能率を表したもので，全体の試験工程および機器整備状況によっては変更もあり得るものである。

試験番号はM-No. で表わし，MはMMSを示しているが異なった2個所以上の場所で同一項目の試験が行なわれる場合は，枝記号A，B，Cを付してM-3-Aのように表した。

表-5 MMSにおける試験と機器

| 試験の場所 | 試験番号 | 試験項目 | 試験機器 |
|----------|--------|---------------------------|----------------|
| 被覆管試験セル* | M-1-A | 外観検査 (α 試料) | ペリスコープ |
| | M-2-A | 寸法測定 (α 試料) | レーザ外径測定器 |
| | M-3-A | 引張試験 (α 試料) | 引張試験機 |
| | M-4 | バースト試験 | バースト試験機 |
| | M-5 | 急速加熱バースト試験 | 急速加熱バースト試験機 |
| ローディングセル | M-1-B | 外観検査 ($\beta \gamma$ 試料) | ペリスコープ |
| | M-2-B | 寸法測定 ($\beta \gamma$ 試料) | マイクロメータ |
| 工作セル | M-6 | ラップ管及びATR圧力管切断 | 工作セルカッタ |
| | M-7 | ラップ管引張試験片加工 | NCフライス |
| 研磨セル | M-8 | 金相試験 | 光学顕微鏡 |
| 光顕セル | M-9 | 硬さ測定 | 微小硬さ計 |
| 試験セル | M-3-B | 引張試験 ($\beta \gamma$ 試料) | 引張試験機 |
| | M-10 | 圧縮試験 | 引張試験機 |
| | M-11 | 疲労試験 | 疲労試験機 |
| | M-12 | 衝撃試験 | シャルピ衝撃試験機 |
| | M-13 | 水バースト試験 | 水バースト試験機 |
| | M-14 | 破壊靱性試験 | 三点曲げ試験機 |
| | M-3-C | ATR引張試験 | 三点曲げ試験機 |
| 単軸クリープセル | M-15-A | 単軸クリープ試験 (つば無) | 単軸クリープ試験 (10台) |
| ガス分析室 | M-16 | ガス分析 | ガス分析装置 |
| 物性測定室 | M-17 | X線回折 | X線回折装置, 焼鈍炉 |
| | M-18 | 熱伝導率測定 | 熱伝導率測定装置 |
| 1セル* | M-19 | 脱ミート | 円筒式, 押出式脱ミート装置 |
| 3セル | M-20-A | クリープ疲労試験 | クリープ疲労試験器 |
| 4セル | M-21 | 外径測定 | レーザ外径測定機 |
| | M-22 | 密度測定 | 密度測定装置 |
| | M-1-C | 詳細外観検査 | P型ペリスコープ |
| | M-23 | 腐食試験 | 密度測定装置 |

表-5 MMSにおける試験と機器 (つづき)

| 試験の場所 | 試験番号 | 試験項目 | 試験機器 |
|---------|--------|-----------------|----------------|
| 5セル | M-15-B | 単軸クリープ試験 (つば付) | 単軸クリープ試験機 (5台) |
| 電顕室 化学室 | M-24 | 透過電顕観察 | 透過型電子顕微鏡 |
| サービスエリア | M-25 | 走査電顕観察 (コールド) | 走査型電子顕微鏡 |
| 操作室 | M-20-B | クリープ疲労試験 (コールド) | クリープ疲労試験機 |
| | M-3-D | 引張試験 (コールド) | 引張試験機 |

*核燃料物質を含む試料 (α 試料) の取扱いが可能である。

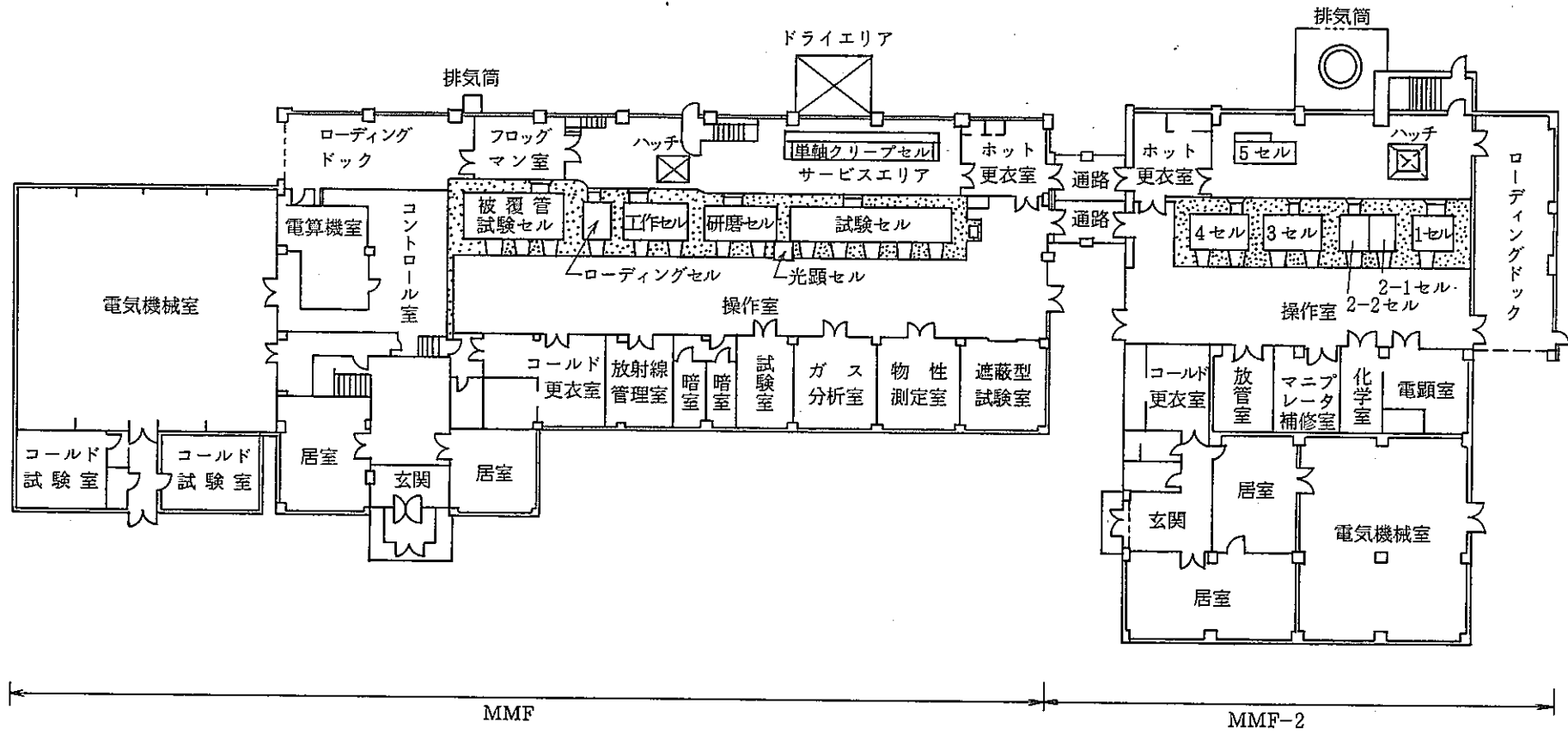


図-17 MMSの1階平面図

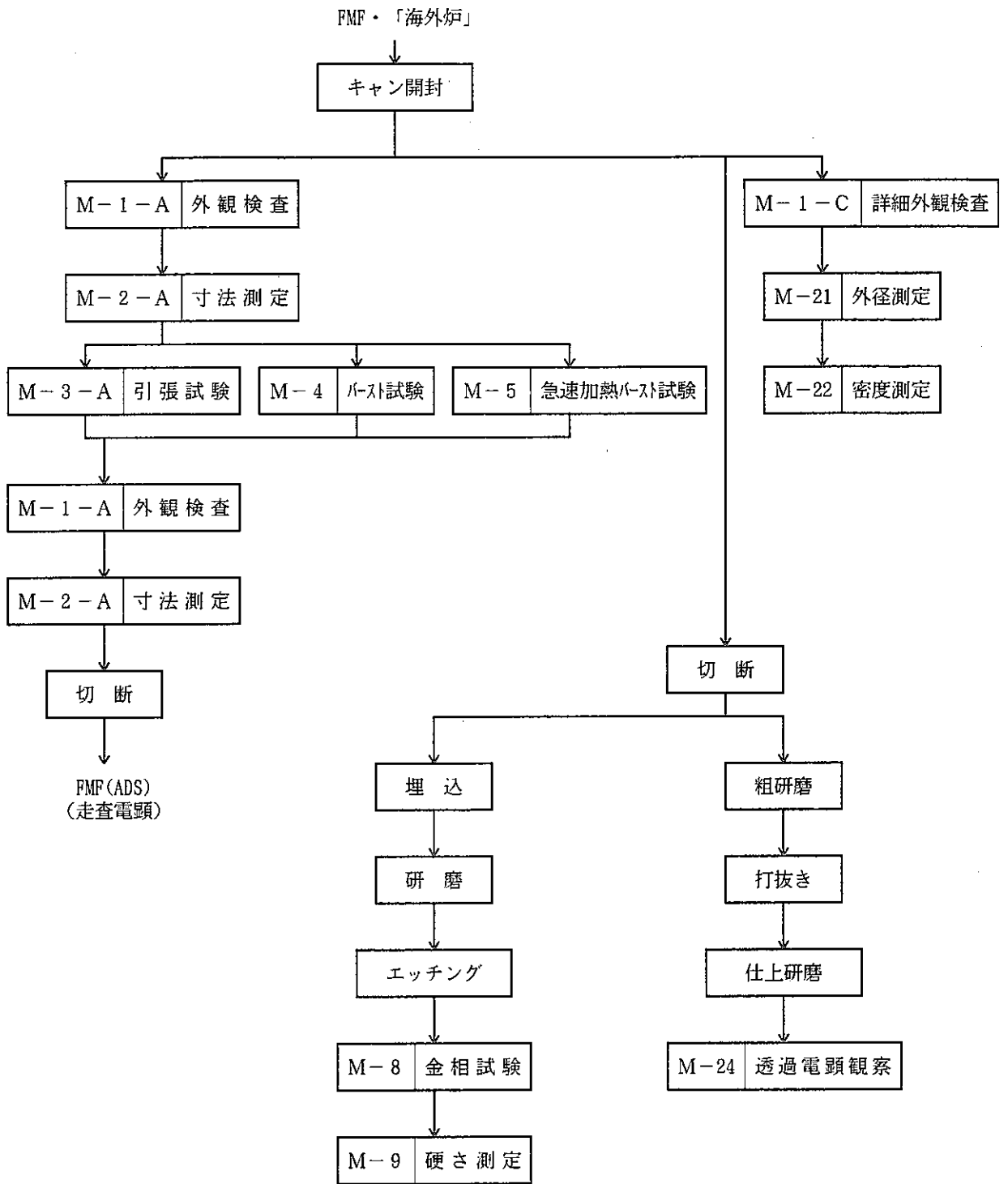


図-18 MMSにおける「常陽」及び「海外炉」材料照射被覆管照射後試験工程

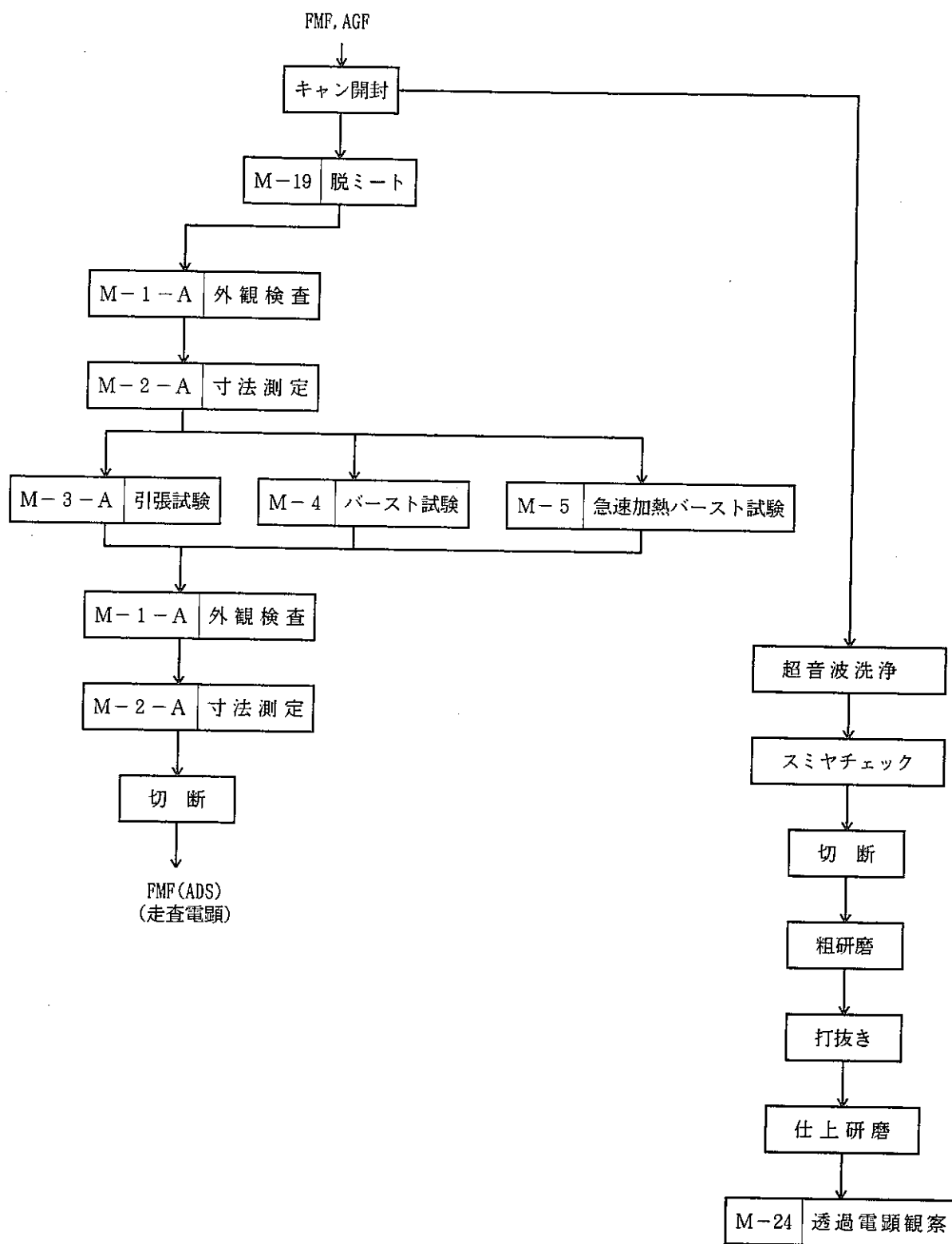


図-19 MMSにおける「常陽」及び「海外炉」照射燃料被覆管照射後試験工程

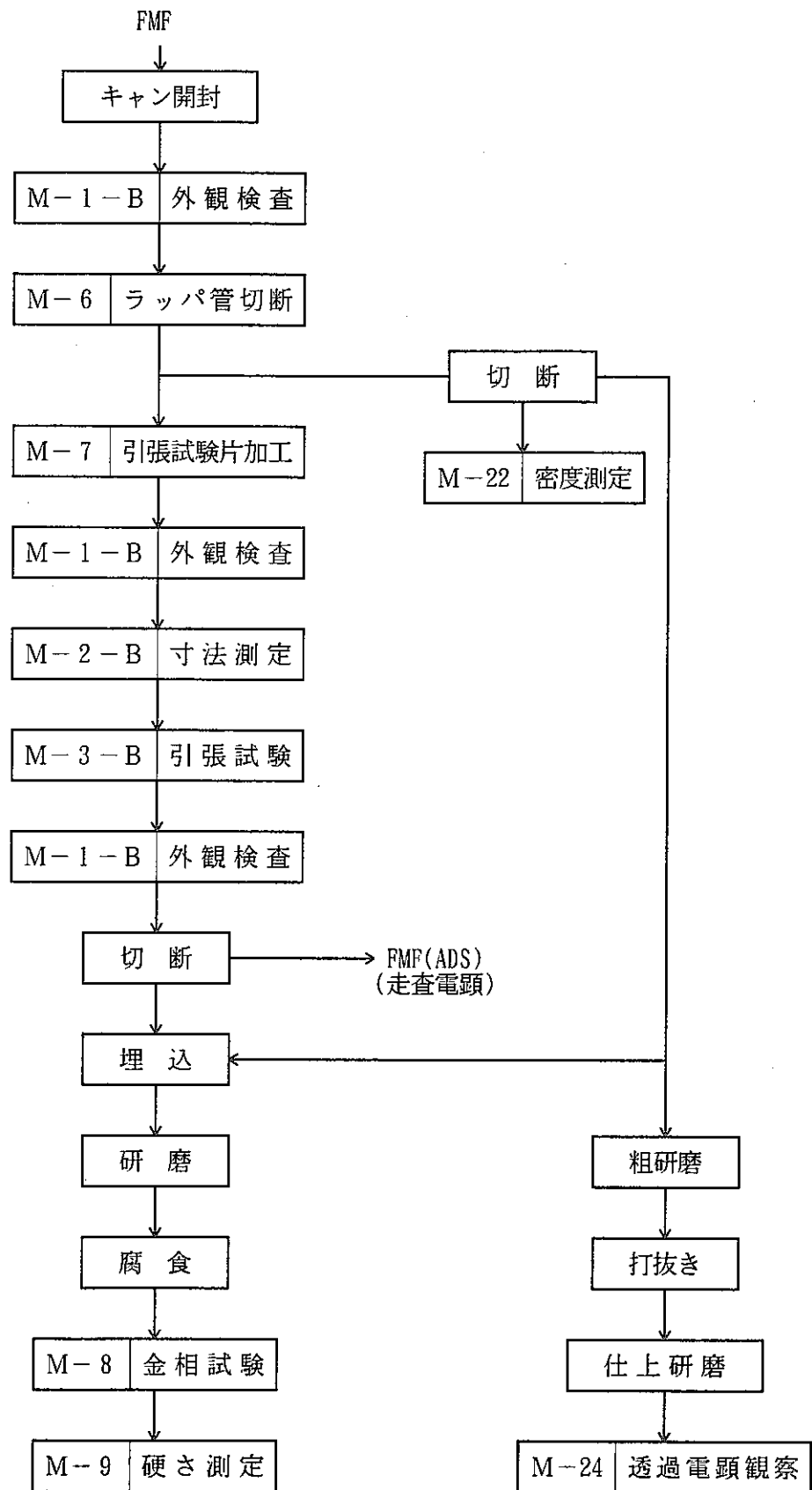


図-20 MMSにおける「常陽」ラップ管照射後試験工程

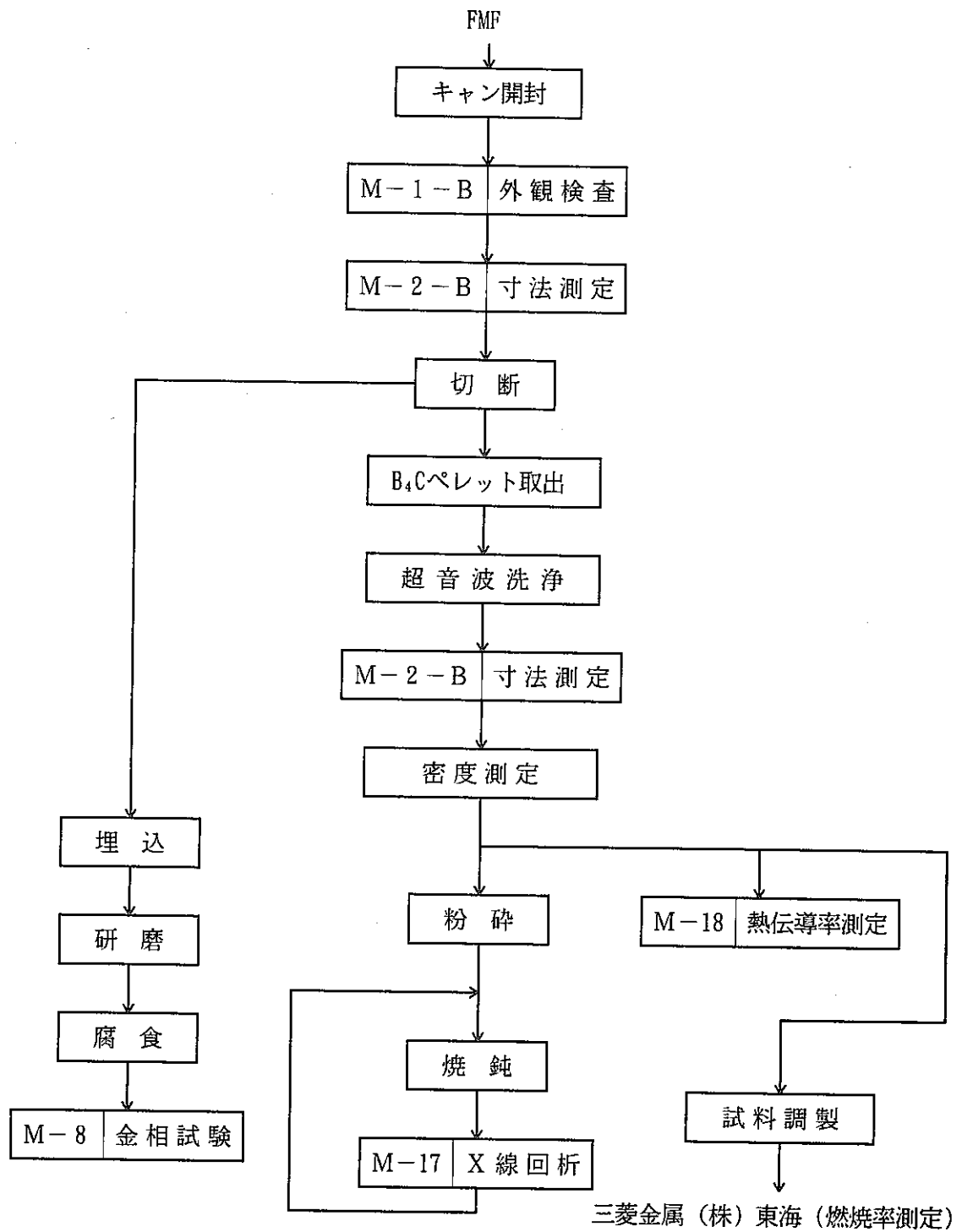


図-21 MMSにおける「常陽」制御棒部材照射後試験工程

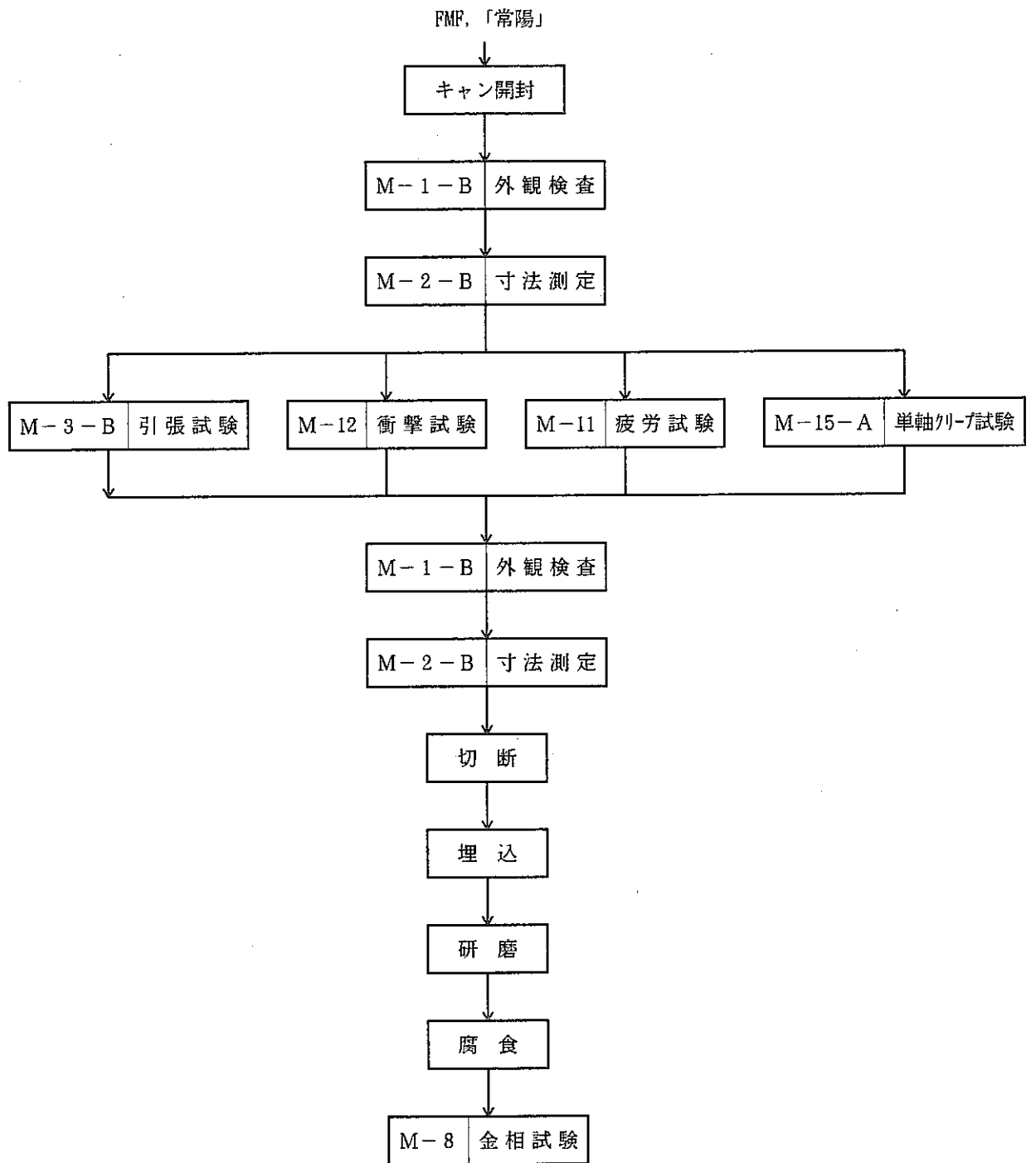


図-22 「常陽」サーベイランス試験工程

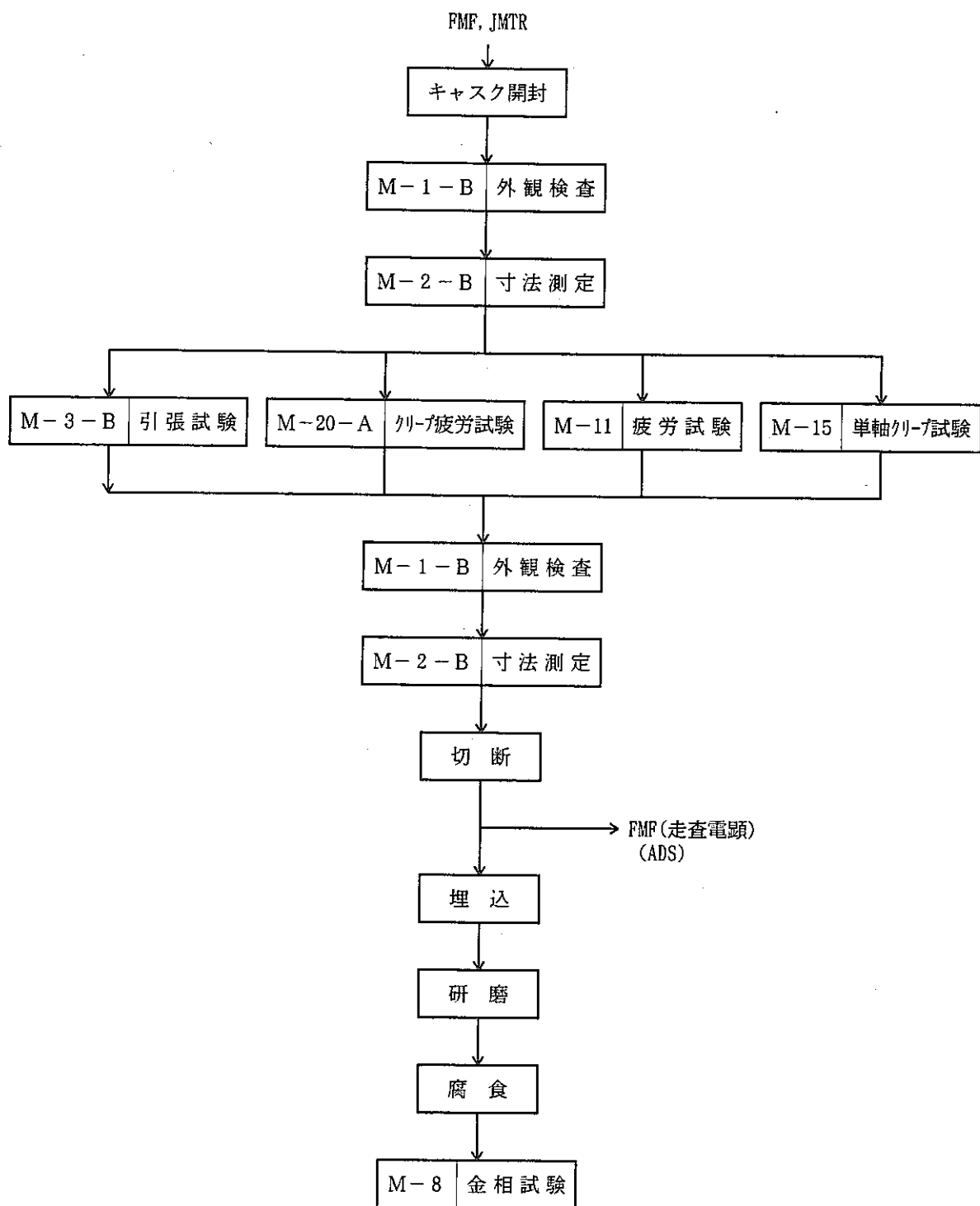


図-23 MMSにおける「常陽」及びJMTR照射後試験工程

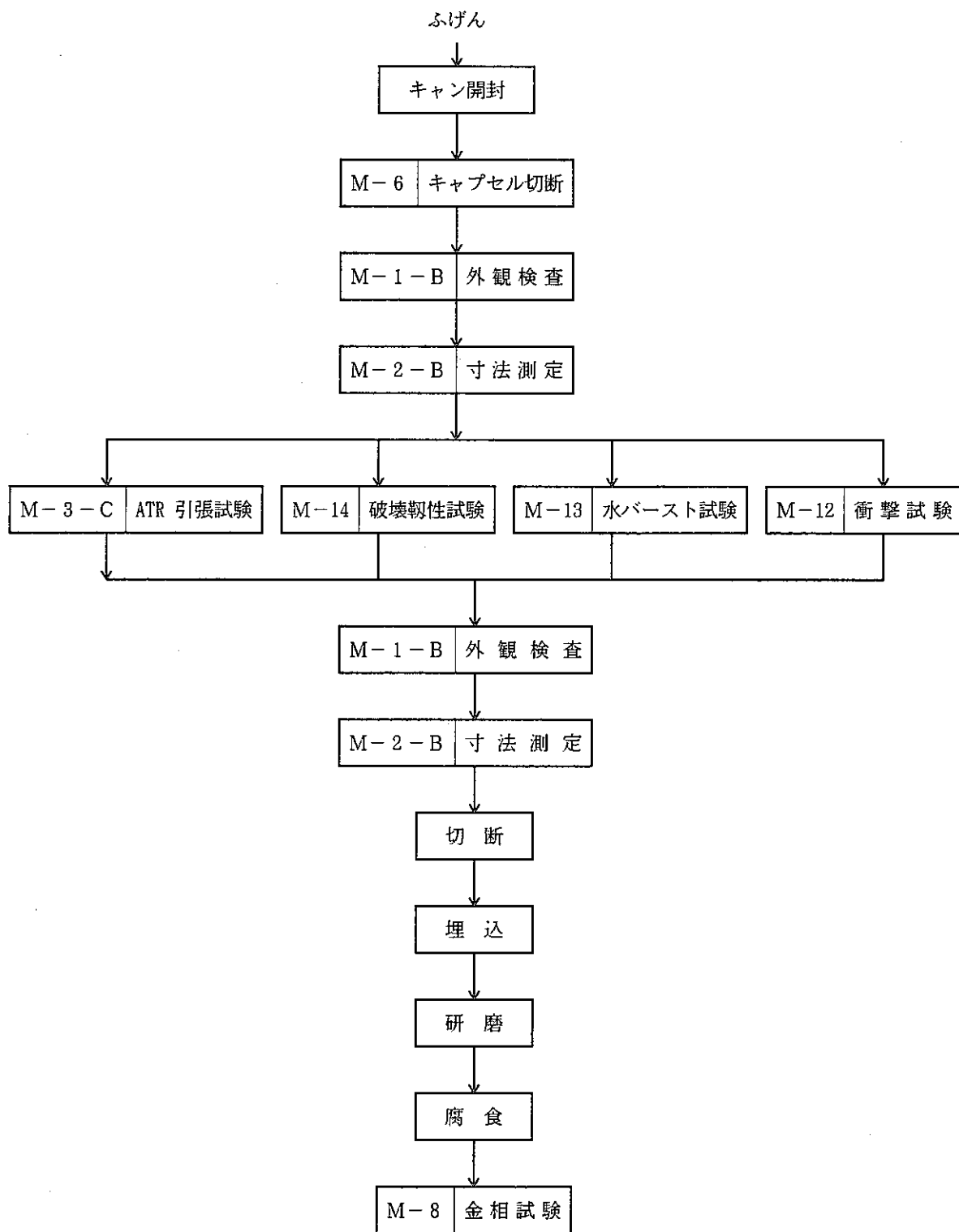
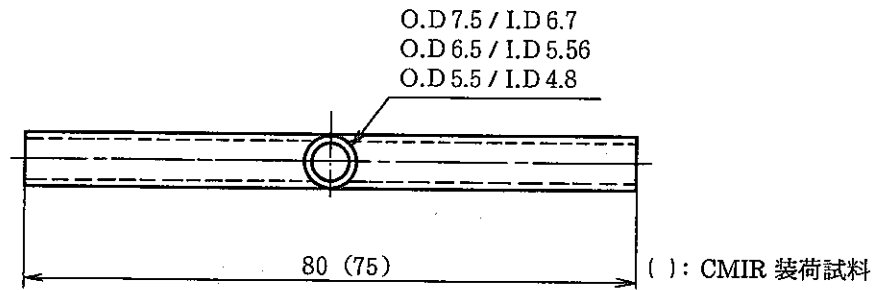
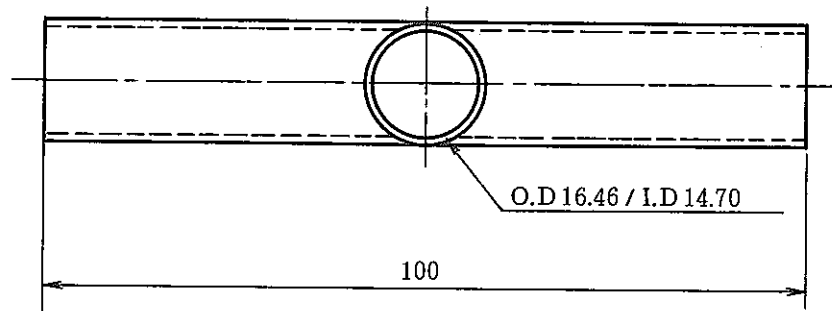


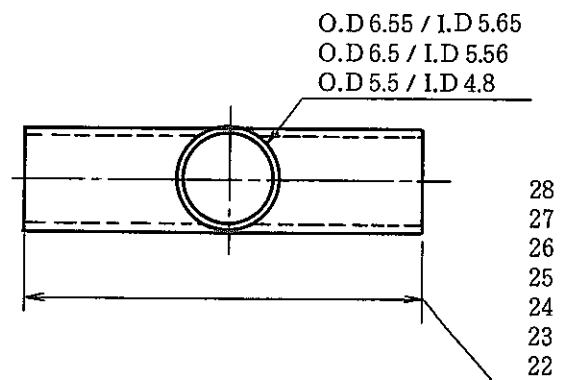
図-24 MMSにおける「ふげん」圧力管材料照射後試験工程



① FBR 被覆管の引張, バースト, 急速加熱バースト試験用

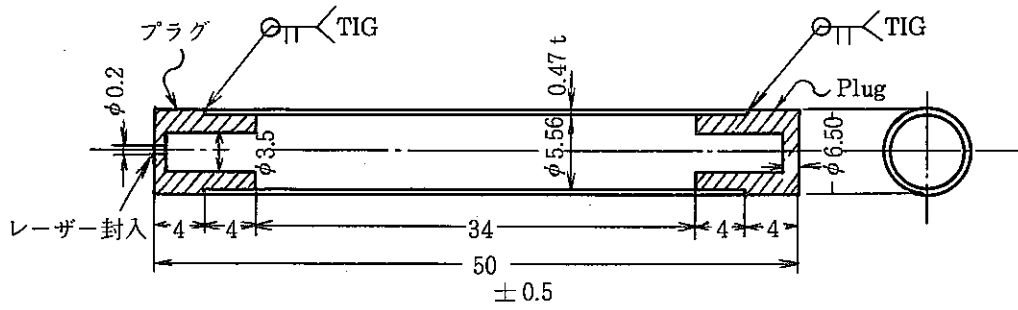


② ATR 被覆管の引張, バースト試験用

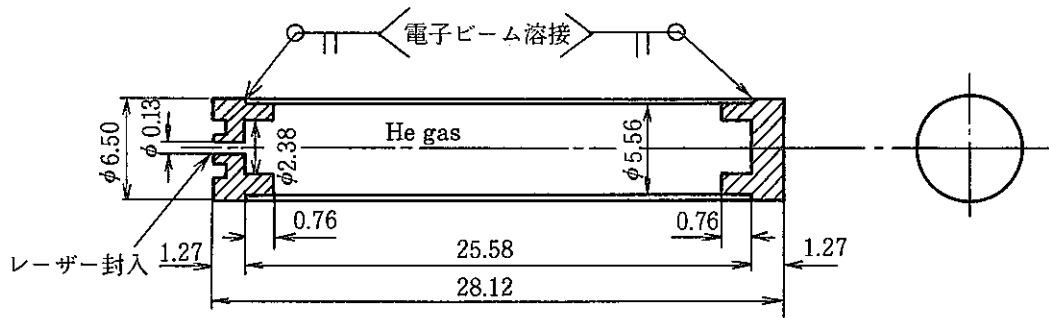


③ FBR 被覆管のスエリング試験用 (密度測定, 外径測定)

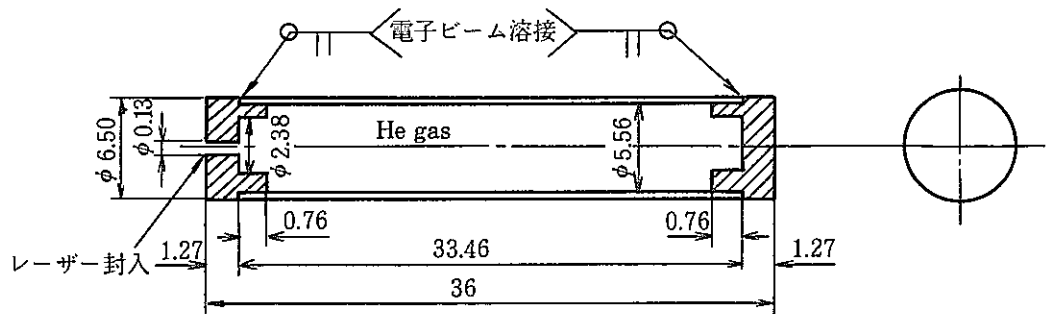
図-25 MMS 標準試験片形状寸法 (被覆管)



① Phenix 炉用 (外径測定, 密度測定)

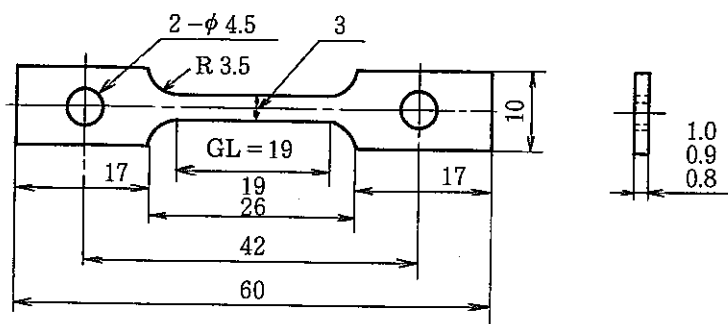


② FFTF MOTA 用 (外径測定, 密度測定)

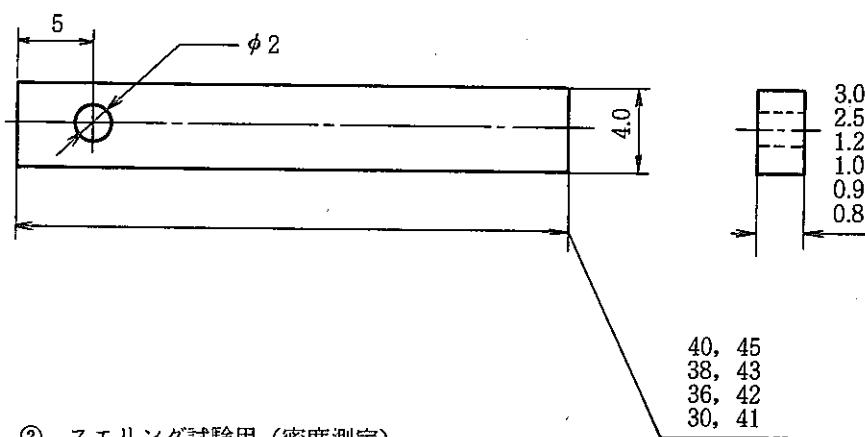


③ 「常陽」CMIR 用 (外径測定, 密度測定)

図-26 MMS 標準試験片形状寸法 (内圧封入型クリープ試験)

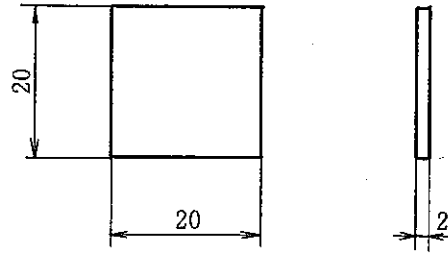


① 引張試験用

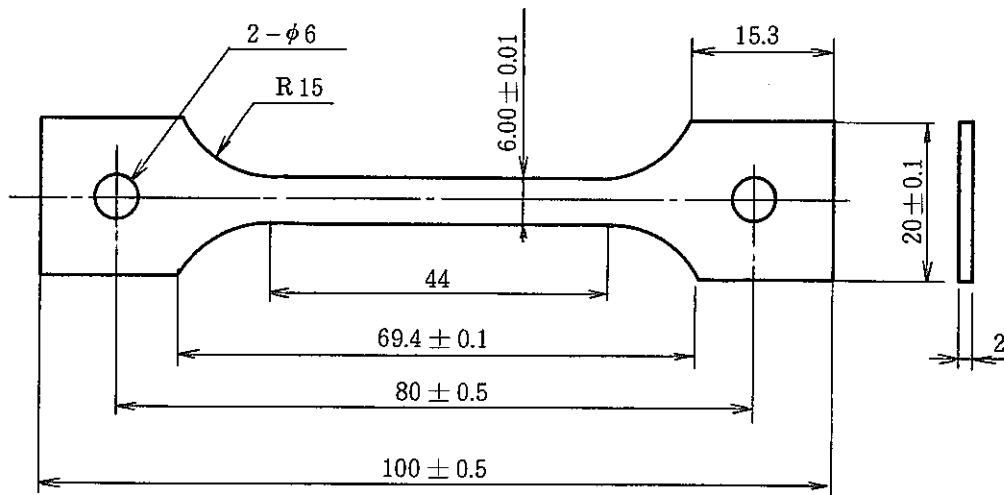


② スエリング試験用 (密度測定)

図-27 MMS 標準試験片形状寸法 (板材)

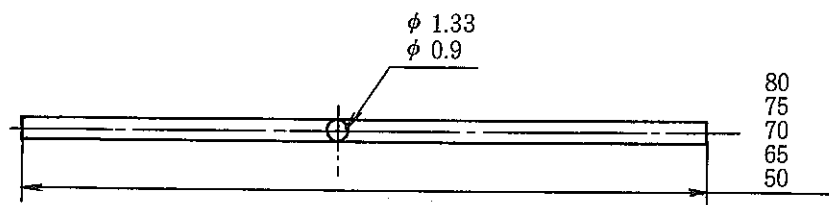


① ラップ管のスエリング試験用（密度測定）

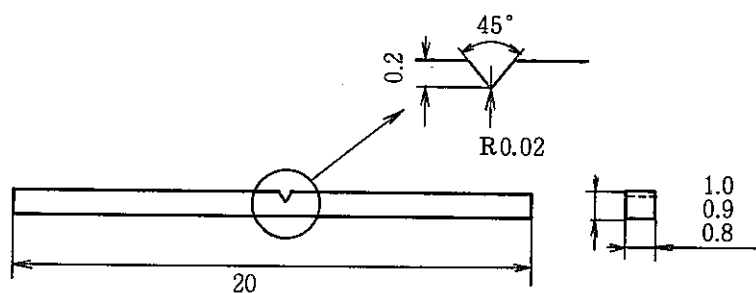


② ラップ管の引張試験用

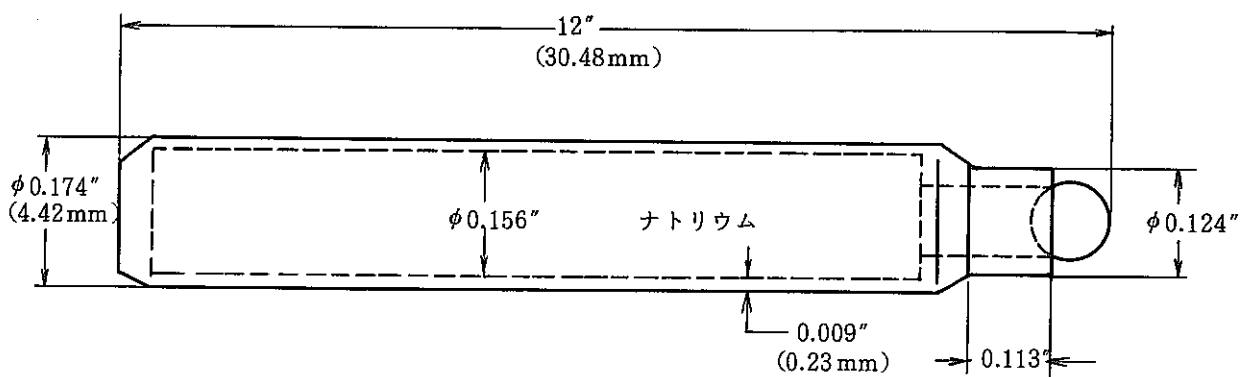
図-28 MMS 標準試験片形状寸法（ラップ管）



① ワイヤ…… スエリング試験用（密度測定，外径測定）

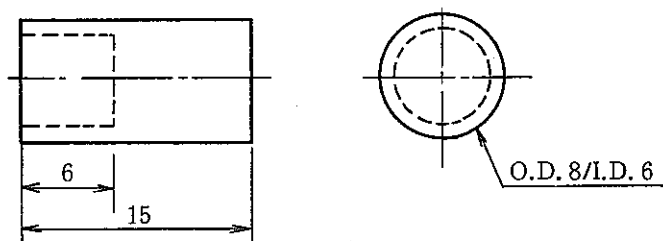


② ミニチュアシャルピ試験用

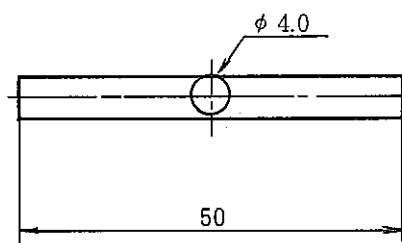


③ TED…… 密度測定用

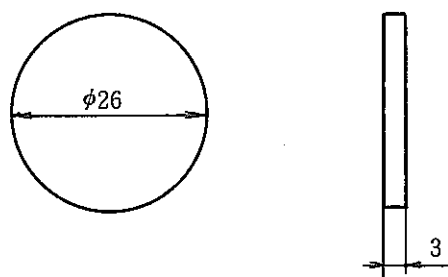
図-29 MMS 標準試験片形状寸法（その他）- 1



④ B型特燃用スペーサ…スエリング試験用（密度測定）

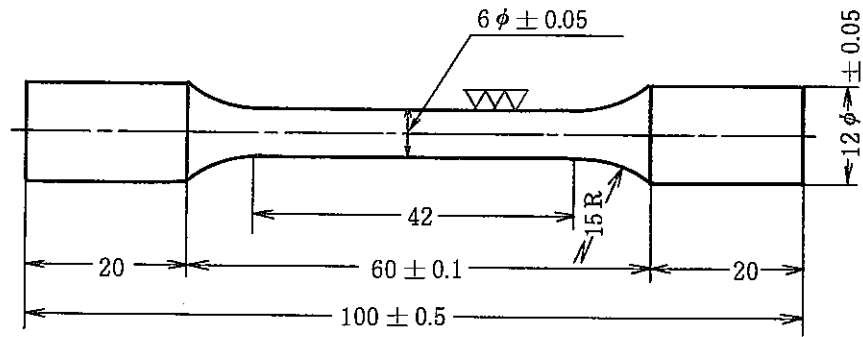


⑤ A型特燃用スペーサ…スエリング試験用（密度測定）

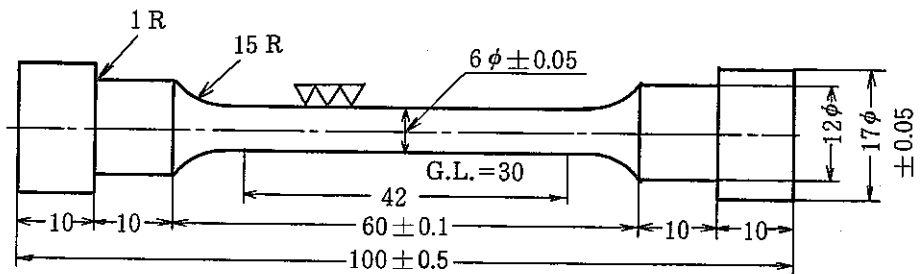


⑥ 内側反射体要素…スエリング試験用（密度測定）

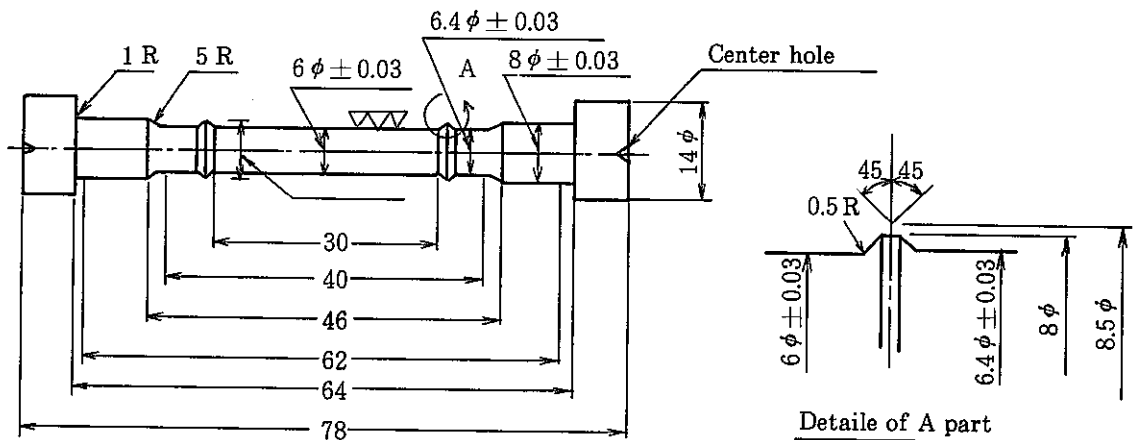
図-30 MMS 標準試験片形状寸法（その他）- 2



(a) 引張試験片（「常陽」サーベイランス室温試験用）

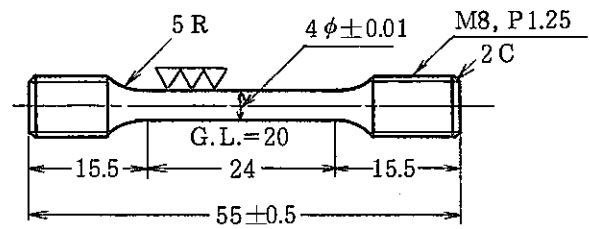


(b) 引張試験片（「常陽」サーベイランス高温試験用）

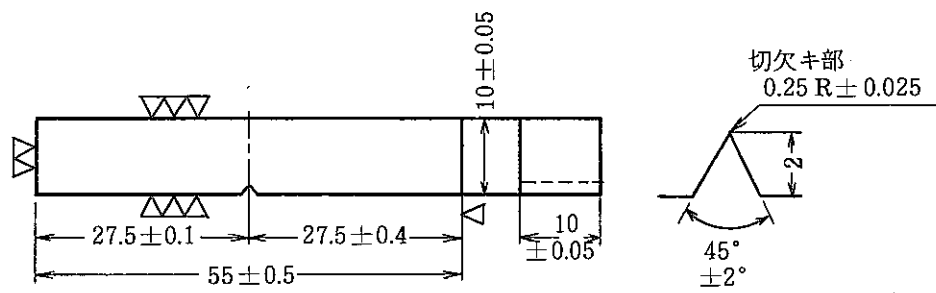


(c) 引張試験片（SMIR用）
（クリープ試験片としても使用可能）

図-31 MMS標準試験片形状寸法-1（構造材料用）

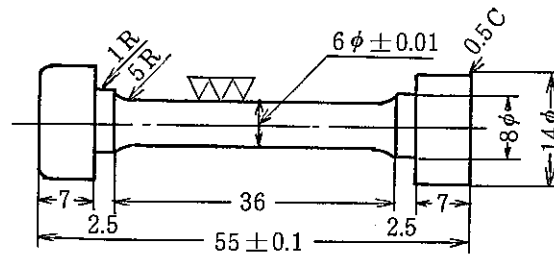


(d) 引張試験片 (JMTR, 「ふげん」照射用)
(クリープ試験片としても使用可能)

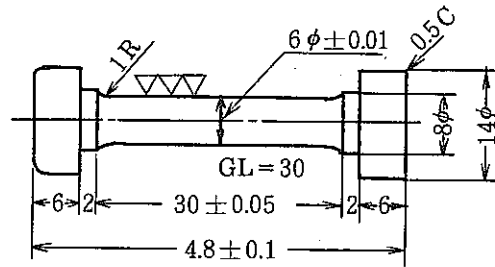


(e) 衝撃試験片

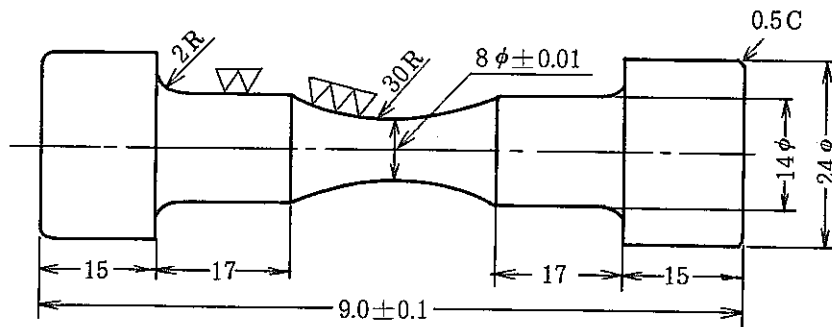
図-31 (続き) MMS標準試験片形状寸法-1 (構造材料用)



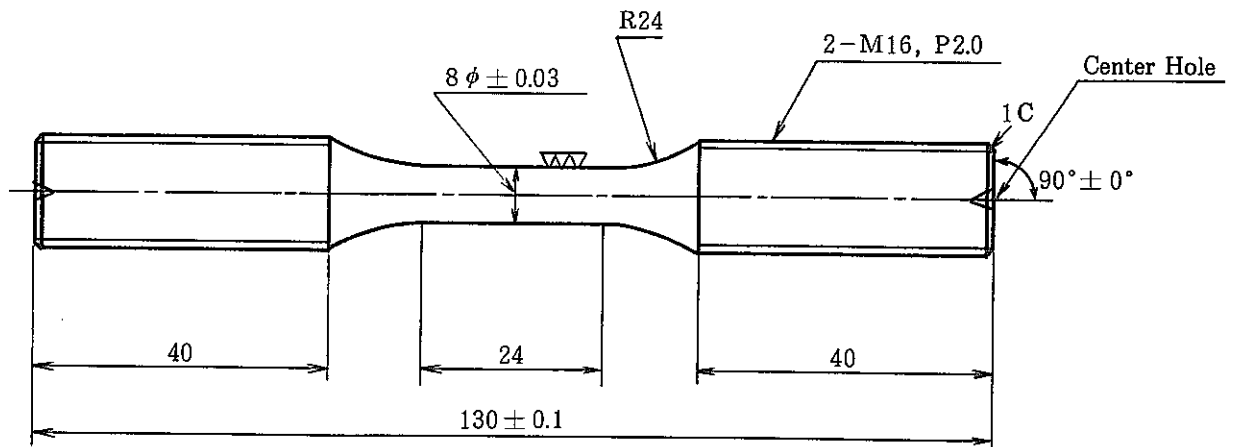
(a) 単軸クリープ試験片（「常陽」サーベイランス試験用）



(b) 単軸クリープ試験片（JMTR照射用）

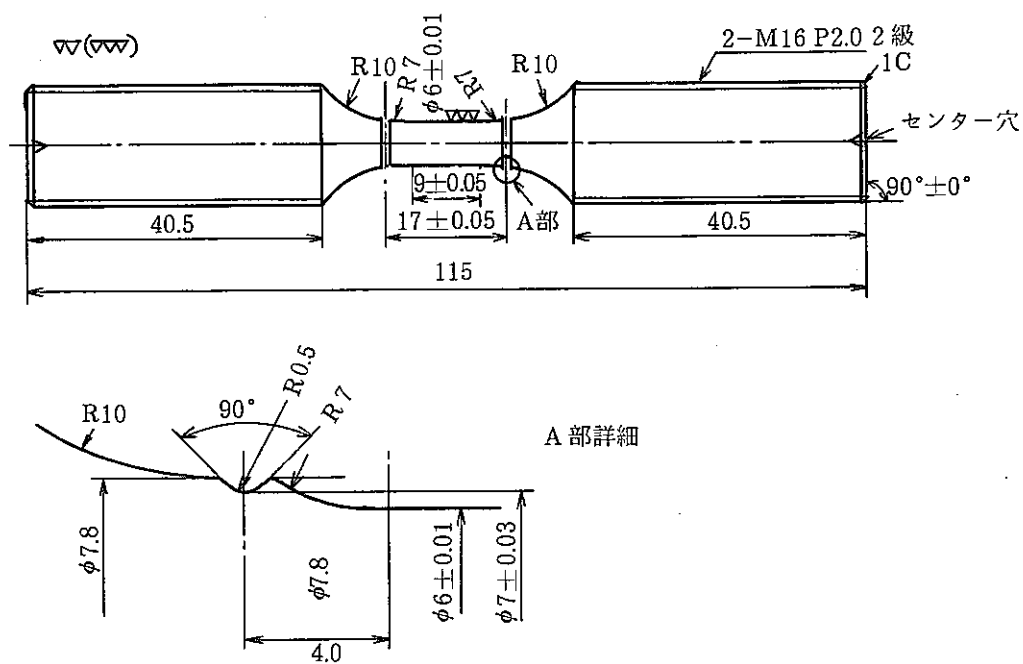


(c) 疲れ試験片（「常陽」サーベイランス試験用）

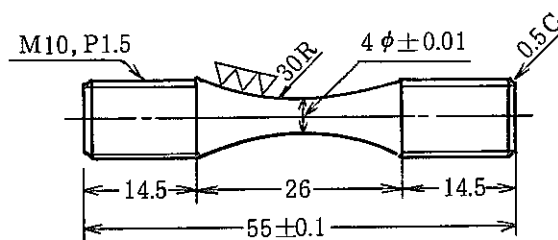


(d) クリープ疲労試験片

図-32 MMS 標準試験片形状寸法 - 2 (構造材料用)

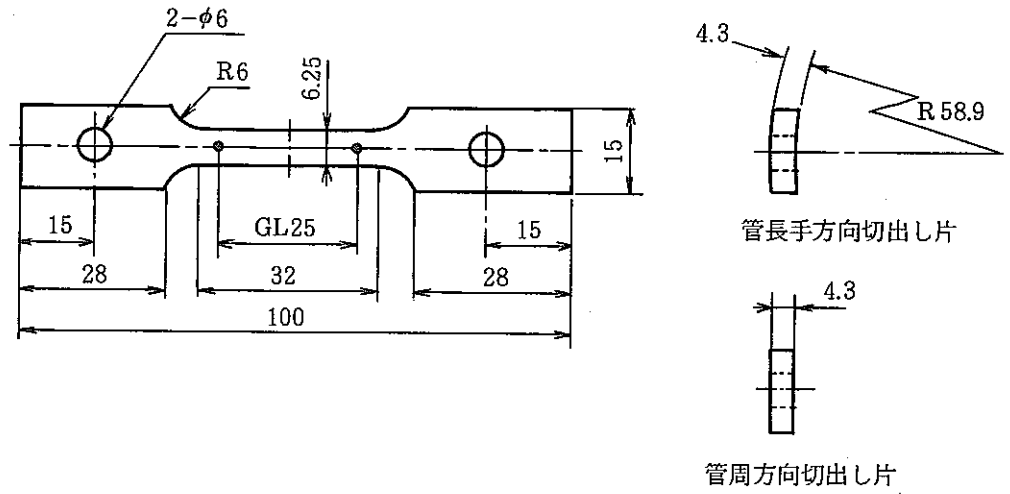


(e) 疲れ，クリープ疲労試験片

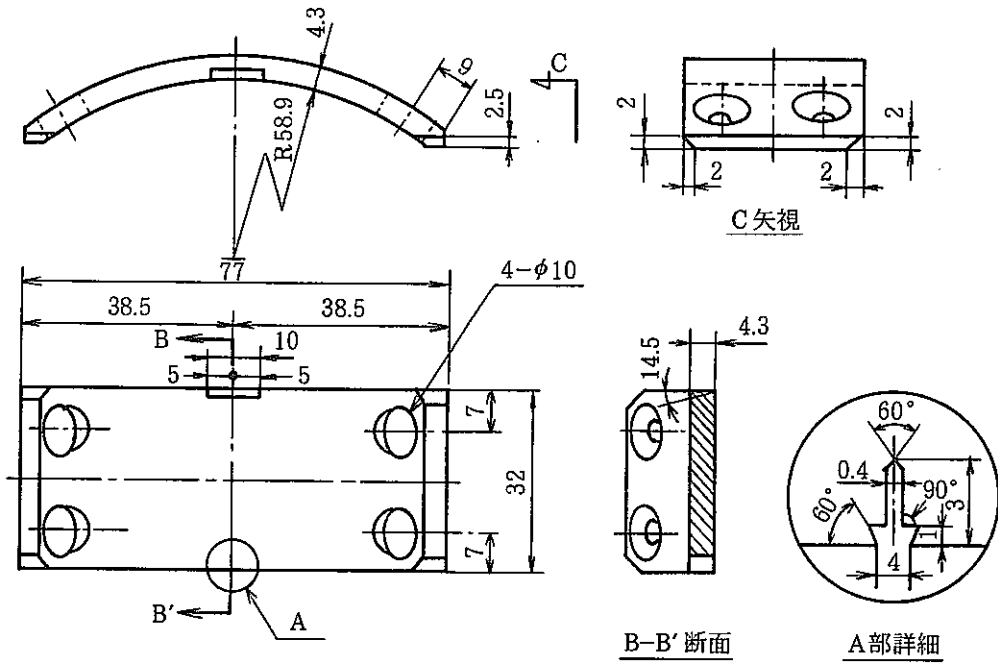


(f) 疲れ試験片 (JMTR 照射用)

図-32 (続き) MMS標準試験片形状寸法-2 (構造材料用)

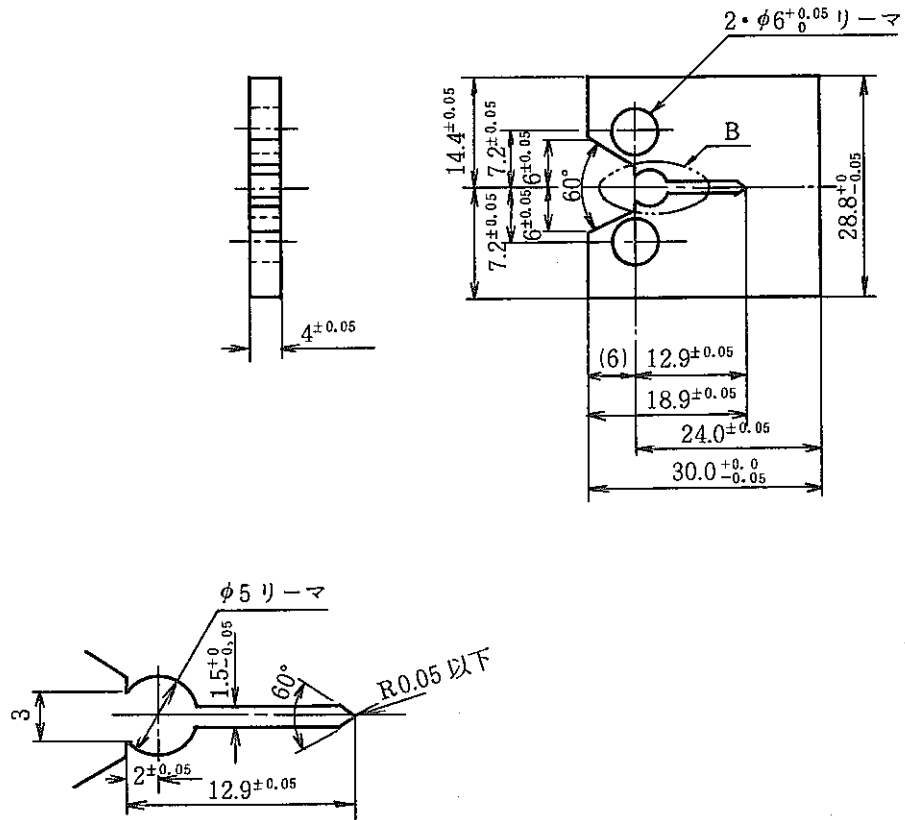


(a) 圧力管材料引張試験片 (単位: mm)



(b) 圧力管材料曲げ試験片 (単位: mm)

図-33 MMS 標準試験片形状寸法-3 (ATR 試験片)



B部詳細部 (2/1)

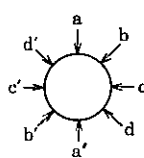
(c) 圧力管材料コンパクトテンション試験片 (単位: mm)

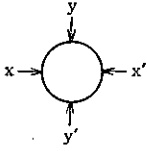
図-33 (続き) MMS標準試験片形状寸法-3 (ATR試験片)

| | | | |
|----------|---|---|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-1-A | | 外観検査 (α 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | ペリスコープ (被覆管試験セル) | <ul style="list-style-type: none"> ・望遠鏡型の目視観察装置 ・写真撮影機能あり ・観察視野 (×5: φ350 ×12: φ140) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・各種試料の健全性評価 ・強度試験前後の外観写真の取得 | <ul style="list-style-type: none"> ・各種材料試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR, ATR燃料被覆管 ・モニタ類 | 特になし | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・ペリスコープによる目視観察及び写真撮影 (実倍率約2倍) ・しゃへい窓を通しての目視観察 | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・スケッチ ・コメント |
| | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 (ポジ及びネガ) ・スケッチ | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・ネガ収納箱 | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 外観の異常の有無 <ul style="list-style-type: none"> ・変色 ・付着物 ・バリ ・傷 2. 破断状態の観察 <ul style="list-style-type: none"> 引張, バースト, 急加バースト試験後の破断状態 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 1本/30分 | 備考 | <ul style="list-style-type: none"> ・被覆管試験セル |

| | | | |
|----------|---|--------------------|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| M-1-B | | 外観検査 (β-γ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | ・ペリスコープ (ローディングセル) | | ・望遠鏡型の目視観察装置 ・写真撮影機能有り ・接眼レンズ (×5 : φ350 ×12 : φ140) |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | ・各種試料の健全性の評価 ・強度試験前後の外観写真の取得 | | ・各種材料試験のバックアップ |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | ・構造材料 ・制御棒部材 ・モニタ類 ・ラップ管 ・サーベイランス試料 ・圧力管材料 | | 特になし |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | | 測定データ |
| | ・ペリスコープによる目視観察及び写真撮影 (実倍率約2倍) ・しゃへい窓を通しての目視観察 | | ・写真 ・スケッチ ・コメント |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | ・写真 (ポジ及びネガ) ・スケッチ | ・キングファイル ・ネガ収納箱 | ・報告書等に使用 |
| 測定手順及び内容 | 測定手順及び内容 | | |
| | 1. 外観の異常の有無 ・変色 ・付着物 ・バリ ・傷 2. 破断状態の観察 引張, 単軸クリープ, 疲れ, 三点曲げ, CT, 衝撃試験後の破断状態 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 1本/30分 | 備考 | ローディングセル |

| | | | |
|----------|---|--|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-1-C | | 詳細外観検査 (β-γ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | P型ペリスコープ | <ul style="list-style-type: none"> ・望遠鏡型の目視観察装置 ・写真撮影機能あり ・遠隔操作型コントローラによる試料載物台の移動 ・観察視野 (×1: φ180 ×5: φ36) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ・各種試料の健全性評価 | ・各種材料試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR炉心材料 ・反射体 ・モニタ類 ・構造材料 ・制御棒部材 | 試験片寸法 標準ステージ用 : 200*×300*×190 ^h mm, 積載荷重 : max. 5 kg 管状用ステージ用 : φ5.5~φ6.5×ℓ25~100mm, 積載荷重 : max 0.1kg | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・P型ペリスコープによる目視観察及び写真撮影 (倍率: 1倍~5倍) ・しゃへい窓を通しての目視観察 | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 ・スケッチ ・コメント |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・写真 (ポジ及びネガ) ・スケッチ | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・ネガ収納箱 |
| 測定データの形態 | | | ・報告書等に使用 |
| 測定手順及び内容 | 1. 外観の異常の有無 <ul style="list-style-type: none"> ・変形 ・変色 ・付着物 ・傷 2. 破断状態の観察 クリープ疲れ試験後の破断状態及び破断面における亀裂の発生状態 | | |
| | 特になし | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1本/30分 | 備考 | No.4セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-2-A | | 寸法測定 (α 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | レーザー外径測定器 (被覆管試験セル) | <ul style="list-style-type: none"> ・レーザービーム往復走査方式 (測定器本体) He-Neタイプ ・パソコンによるプログラム制御 (制御部) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ・燃料被覆管の外径変化率評価 | <ul style="list-style-type: none"> ・照射後試験データの拡充 ・各種材料試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | ・FBR, ATR燃料被覆管 | <ul style="list-style-type: none"> ・外径: φ5.5~φ6.5mm, φ16.5mm ・長さ: 50mm < ℓ < 100mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・レーザービームによる非接触式寸法測定 ・精度 ±1.5 μm ・最小測定間隔: 軸方向 0.1mm : 径方向 1.8° (パルスモータとエンコーダにより制御) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・試料外径 (グラフ化可能) ・軸方向位置 ・径, 方向位置 ・外径変化率算出式 $\Delta D / D = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100(\%)$ D ₁ : 外径変化後, D ₀ : 初期値 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータ出力 ・ディスクファイル ・記録紙による測定記録 (不定形) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・フロッピーディスク (8 インチ) ・MATTEDAS登録 |
| 測定データの形態 | | | ・報告書等に使用 |
| 測定手順及び内容 | 1. 外径測定 測定間隔: 軸方向 (5mm) : 径方向 (45°) | | |
| |  2. 外径変化率算出 パースト, 急加パースト | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 1本 / 1時間 | 備考 | 被覆管試験セル |

| | | | |
|----------|--|--------------------------------|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-2-B | | 寸法測定 (β・γ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | ・遠隔操作型マイクロメータ | ・遠隔操作型 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ・試料の外径変化率評価 (スエリング等) ・試験片の加工精度評価 | ・各種材料試験のバックアップ ・照射後試験データの拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | ・構造材料 ・制御棒部材 ・ラッパ管 ・サーベイランス試験片 | 測定可能範囲 0 ~ 25mm | |
| 測定方式・精度 | ・マイクロメータを用いた接触式による寸法測定 精度 ± 1 / 100mm | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・外径 ・幅 ・肉厚 ・長さ ・外径変化率算出式 $\Delta D / D = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100 (\%)$ <p>D₁: 外径変化後, D₀: 初期値</p> |
| | ・記録紙による測定記録 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定データの形態 | ・記録紙による測定記録 | ・キングファイル | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | 1. 外径測定  <p>測定間隔: 軸方向 (任意) : 径方向 (90°)</p> | | |
| | 2. 幅及び肉厚測定 3. 長さ測定 中央部 1 点 4. スエリング算出 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 1 本 / 10 分 | 備考 | ローディングセル |

| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
|----------|---|---|---|
| M-3-A | | 弓引張試験 (α 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | 引張試験機 (被覆管試験セル) (インストロン万能引張試験機) TT-CML型 | | <ul style="list-style-type: none"> 許容荷重: 5 ton 試験温度: 室温, 300~800°C 引張速度: 0.0~50cm/min |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料被覆管の健全性評価 “ ” の引張強度データ取得 | | <ul style="list-style-type: none"> 燃料被覆管の設計・開発に反映 照射後試験データの拡充 |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> FBR, ATR燃料被覆管 | | <ul style="list-style-type: none"> 外径: φ5.5~φ6.5mm, φ16.5mm 寸法: 80~100mm |
| 測定方式・精度 | 測定データ | | 測定データ |
| | <ul style="list-style-type: none"> 荷重精度±0.5% (ロードセルにより測定) 温度精度±3°C …… 300~600°C ±4°C …… 600~800°C (電気炉に取付けた熱電対により測定) | | <ul style="list-style-type: none"> 0.2%耐力 引張強さ 破断伸び 一様伸び ($\frac{\text{最大荷重までの永久伸び}}{\text{標点間距離}}$) 破断位置 破断状態 |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 記録紙による測定記録 チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル ネガ収納箱 MATEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用。 |
| 測定手順及び内容 | 測定手順及び内容 | | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 試験前試験片の外観検査及び外径測定 試験片の取付 電気炉の昇温 (高温試験時) 引張試験 試験片の取外 試験後試験片の外観検査 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 問題点と対策 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 被覆管強度の向上によりすべりが生じる→保持具の開発検討中 電気炉温調に時間がかかる→効率的な温調方法を検討中 | | |
| 処理能力 | 処理能力 | 備考 | 備考 |
| | 1本/1日 温調1温度/3日 | 備 | 被覆管試験セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-3-B | | 引張試験 (βγ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型引張圧縮試験装置 (インストロン社製1185型) | <ul style="list-style-type: none"> 許容荷重: 100KN (9.8トン) 試験温度: 800°C以下 引張速度: 0.005~1000mm/min | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料及び炉心材料 (ラッパ管) の健全性の評価 構造材料の引張強度データ取得 「常陽」, 「もんじゅ」サーベイランス材の健全性確認 | <ul style="list-style-type: none"> 高温構造材料基準, 実証炉設計基準へ反映 照射後試験のデータ拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料 ラッパ管 「常陽」サーベイランス試料 | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料: φ6 (平行部) × ℓ78mm, φ4 (平行部) × ℓ55mm ラッパ管: w6 (平行部) × t1.9 × ℓ100mm サーベイランス試料: φ6 (平行部) × ℓ100mm 試験片許容変位量: max. 100mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 荷重精度: ±0.5% (ロードセルにて測定) 温度精度: ±3°C (電気炉に取付けた熱電対にて測定) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 0.2%耐力 (0.2%伸びの荷重 / 試験前断面積) 引張強さ (最大荷重 / 試験前断面積) 一様伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{最大荷重通過後の伸び} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点間距離}}$) 破断伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点間距離}}$) 破断絞り ($\frac{\text{試験前断面積} - \text{試験後断面積}}{\text{試験前断面積}}$) 破断位置 |
| | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) ディスクファイル | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル フロッピーディスク (5インチ) MATEDAS登録 |
| 測定データの形態 | | | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験前試験片の外観検査 試験片の取付 電気炉の昇温 (高温試験時) 引張試験 試験片の取外 試験後試験片の外観検査 データ整理 | | |
| | | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| | | | |
| 処理能力 | 引張試験のみ 室温: 6本/日 高温: 2本/日 尚, 高温の場合は温調は別とする | 備考 | 試験セル |
| | | | |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|--|
| M-3-C | | ATR弓引張式馬銚 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 三点曲げ材料試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 試験温度～300℃（恒温槽） ストローク制御 伸び計の標点間距離：20mm 引張速度：0.002～30000mm/min | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ATR圧力管材の引張強度データの取得 ATR圧力管材及び圧力管延長部材のサーベイランス材の健全性評価 | <ul style="list-style-type: none"> ATR圧力管材材料の照射後試験データの拡充 ATR実証炉圧力管材材料の特性評価 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取極える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ATR圧力管材材料 ATR圧力管延長部材 | 圧力管 : w15×ℓ100×t4.3mm " 延長部 : φ4×ℓ55mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 試験片の伸び測定 ストレーンゲージ式伸び計（測定範囲1mm） 伸び間精度±1.0% ロードセルによる荷重測定精度 ±0.1% 熱電対による温度精度 ±3℃ | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 0.2%耐力: $\frac{0.2\% \text{塑性ひずみを与えた時の荷重}}{\text{試験前断面積}}$ 引張強さ: $\frac{\text{最大荷重}}{\text{試験前断面積}}$ 破断伸び: $\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点間距離}} \times 100$ 一様伸び: $\frac{\text{破断伸び} - \text{最大荷重後の伸び}}{\text{試験前断面積} - \text{試験後断面積}} \times 100$ 破断伸び: $\frac{\text{破断伸び} - \text{最大荷重後の伸び}}{\text{試験前断面積}} \times 100$ 破断位置 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 記録紙による測定記録 写真（ポジ及びネガ） | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 冷却水バルブ開ける（地下室，操作室） 試験片を試験機に装着 伸び計取付け 昇温（高温試験のとき） 引張試験 試験片取外 破断位置及び破断状態確認（外観写真撮影） データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | <ul style="list-style-type: none"> 室温：8本/日 高温：2本/日 | 備考 | 試験セル |

| | | | |
|----------|---|--|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-3-D | | 引張試験 (コールド試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 高温引張試験装置 (インストロン社製1123型) | | <ul style="list-style-type: none"> 許容荷重: 2.5トン 試験温度: 800℃以下 引張速度: 0.05~500mm/min |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料及びラップ管の未照射材引張強度データ取得 | | <ul style="list-style-type: none"> 照射材データとの比較 |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料 ラップ管 「常陽」サーベイランス試料 | | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料: φ6 (平行部) × ℓ78mm, φ4 (平行部) × ℓ55mm ラップ管: w6 (平行部) × t1.9 × ℓ100mm サーベイランス試料: φ6 (平行部) × ℓ100mm |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 荷重精度: ±0.5% (ロードセルにて測定) 温度精度: ±3℃ (電気炉に取付けた熱電対にて測定) | | 測定データ <ul style="list-style-type: none"> 0.2%耐力 (0.2%伸びの荷重 / 試験前断面積) 引張強さ (最大荷重 / 試験前断面積) 線伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{最大荷重通過後の伸び}}{\text{試験前標点間距離}}$) 破断伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点間距離}}$) 破断伸び ($\frac{\text{試験前断面積} - \text{試験後断面積}}{\text{試験前断面積}}$) 破断位置 |
| | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) ディスクファイル | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル フロッピーディスク (5インチ) MATEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 照射材データとの比較に使用 報告書等に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験前試験片の外観検査 試験片の取付 電気炉の昇温 (高温試験時) 引張試験 試験片の取外 試験後試験片の外観検査 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 引張試験のみ 室温: 6本/日 高温: 2本/日 尚, 高温の場合は温調は別とする | 備考 | MMP操作室 (ローディングセル前) |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|---|---|
| M-4 | | バースト試験 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | バースト試験機 | <ul style="list-style-type: none"> ・使用ガス：Arガス ・試験温度：室温、300～1000℃ ・試験圧力：max. 2000kgf/cm² | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管の健全性評価 ・ " " の内圧破裂強度データ取得 | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管の設計・開発に反映 ・照射後試験データの拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR, ATR燃料被覆管 | <ul style="list-style-type: none"> ・外径：φ5.5～φ6.5mm, φ16.5mm ・長さ：max. 100mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・アルゴンガスによる内圧バースト試験で破裂圧力はHBISE 圧力計(0.5級, 最小目盛 2 kgf/cm²)で測定する ・試料長さ方向の変形拘束なし ・電気炉に取付けた熱電対により測定 精度：±3℃ | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・破裂圧力 ・破裂応力 ・一様伸び¹⁾ ・破裂状態 <p>1) 破裂前の周長さを基準にした破裂開口部から 2.5mm離れた被覆管健全部の周長さの変化率</p> |
| | 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・記録紙による測定記録 ・チャート紙出力 ・写真(ポジ及びネガ) | データの管理方法 |
| 測定手順及び内容 | データの使用頻度 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 試験前試験片の外観検査及び外径測定 2. 試験片の取付 3. 電気炉の昇温(高温試験時) 4. 昇圧 5. 試験片の取外 6. 試験後試験片の外観検査及び外径測定 7. データ整理 | | |
| | 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・試験後の周伸びを精度良く測定できない →レーザ変位計等による遠隔測定手法を検討中 | |
| 処理能力 | 1本/1日 温調1温度/1日 | 備考 | 被覆管試験セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|---|
| M-5 | | 急速加熱バースト試験 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 急速加熱バースト試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 測定温度：400~1300℃ 試験圧力：max. 350kgf/cm² 昇温速度：5~200℃/sec 使用ガス：Arガス 測温器：2色温度計 (低温側400~800℃) (高温側700~1300℃) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 燃料被覆管の健全性評価 過渡昇温時強度データの取得 | <ul style="list-style-type: none"> もんじゅ施工認 燃料被覆管の設計・開発 照射後試験データの拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> FBR燃料被覆管 | <ul style="list-style-type: none"> 長さ：80±20mm 外径：φ5.5~φ6.5mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 試料に一定アルゴンガスを封入し内圧をかけ、直接通電により急速加熱し破断する 試料表面の放射熱を2色温度計により測定する 温度測定精度：±30℃程度 | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 破断温度 圧力 真空度 破断形態 |
| | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ出力 ディスクファイル 写真（ポジ及びネガ） | <ul style="list-style-type: none"> フロッピーディスク（5インチ） キングファイル ネガ収納箱 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験前試験片の外観検査及び外径測定 黒体ペイント塗布 試験片の取付 ベルジャー内の真空排気及び試験片内加圧 昇温（破断） 試験片の取外 試験後試験片の外観検査及び外径測定 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> 2色温度計が放射線により1年程度で使用不能となる →2色温度計ではない別の過渡昇温方法及び測温方法を開発・検討中である 石英ガラス（ベルジャー）の内面が黒体ペイント等により汚れて測温光軸が変化する →蒸着防止機構付ベルジャーまたは、クリーニング方法を検討中である | | |
| 処理能力 | 3本/日 | 備考 | 被覆管試験セル 関連資料：照射材料試験室における遠隔操作型急速加熱バースト試験装置について、No. PNC N944 81-03 （第1号機） |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|----------|------|-------------|-----------------------------|-------------|----------------|-------------|------------|--|-------------|
| M-6 | | ラップ管及びATR圧力管キャプセル切断 | | | | | | | | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | | | | | | | | | | |
| | 遠隔操作型ラップ管カッター (工作セルカッター) | <ul style="list-style-type: none"> 切断砥石：ダイヤモンド (O. D. 150mm×I. D. 25.4mm×X. 0.6~1mm) 砥石回転数：約2,000rpm 支持台ストローク：X軸=136mm, Y軸=188mm, Z軸=70mm | | | | | | | | | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ラップ管から各種試験片を短冊状に採取する ATR圧力管キャプセルを切断し、試料を採取する | <ul style="list-style-type: none"> ラップ管引張試験 ATR圧力管試験 | | | | | | | | | | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 「常陽」燃料集合体ラップ管 ATR圧力管キャプセル | <table border="0"> <tr> <td>ラップ管</td> <td>ATR圧力管キャプセル</td> </tr> <tr> <td>・長さ : max. 150mm, min. 10mm</td> <td>・φ51×ℓ425mm</td> </tr> <tr> <td>・対面管距離 : 約75mm</td> <td>・φ51×ℓ652mm</td> </tr> <tr> <td>・板厚 : 約2mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・切断可能面 : 3面</td> <td></td> </tr> </table> | | ラップ管 | ATR圧力管キャプセル | ・長さ : max. 150mm, min. 10mm | ・φ51×ℓ425mm | ・対面管距離 : 約75mm | ・φ51×ℓ652mm | ・板厚 : 約2mm | | ・切断可能面 : 3面 |
| ラップ管 | ATR圧力管キャプセル | | | | | | | | | | | |
| ・長さ : max. 150mm, min. 10mm | ・φ51×ℓ425mm | | | | | | | | | | | |
| ・対面管距離 : 約75mm | ・φ51×ℓ652mm | | | | | | | | | | | |
| ・板厚 : 約2mm | | | | | | | | | | | | |
| ・切断可能面 : 3面 | | | | | | | | | | | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | 測定データ | | | | | | | | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ダイヤモンドカッターにより切断する 表示位置最小値 X, Y, Z軸 : 1mm | なし | | | | | | | | | | |
| 測定データの形態 | なし | データの管理方法 | データの使用頻度 | | | | | | | | | |
| | | なし | なし | | | | | | | | | |
| 測定手順及び内容 | 1. ラップ管 | 2. ATR圧力管キャプセル | | | | | | | | | | |
| | ① 切断準備 <ul style="list-style-type: none"> ラップ管をバイスに固定する 切断位置の決定 (X軸方向) ② ラップ管の切断 (Y軸方向) <ul style="list-style-type: none"> 短冊状 板材の採取 引張試験→NC加工必要 密度測定 金相・硬さ測定 TBM | ① 切断準備 <ul style="list-style-type: none"> バイスを交換する 圧力管キャプセルをバイスに固定する 切断位置の決定 ② 圧力管キャプセルの切断 <ul style="list-style-type: none"> 試料の採取 | | | | | | | | | | |
| 問題点と対策 | ラップ管の寸法 (対面間距離等) が異なる場合は治具の変更が必要 | | | | | | | | | | | |
| 処理能力 | 1本/日 | 備考 | 工作セル | | | | | | | | | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|--|-------------|--|----------|----|
| M-7 | | ラップ管引張試験片加工 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | NCフライス盤（数値制御立フライス盤） KNCC-2G-50型 | | ・入力テープ（8単位黒色紙テープ）による制御 （・100×20mm試験の加工） | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | ・短冊状板材からの引張試験片の加工 | | ラップ管引張試験 | | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 | | |
| | ・「常陽」燃料集合体ラップ管 | | 1100×w20×t1.9～2mmの短冊状板材 | | |
| 測定方式・精度 | ・NCフライス盤にて、短冊状板材から引張試験片を加工する 加工精度：±0.06mm | | 測定データ | なし | |
| | なし | データの管理方法 | なし | データの使用頻度 | なし |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. ならし運転 2. 原点復帰 3. 工具取付け 4. 治具、敷板、試験片セット 5. 試験片固定 6. 穴あけ、芯加工、仕上げ加工（左側→右側） 7. 原点復帰 8. 切粉除去 9. 引張試験片の採取 | | | | |
| 問題点と対策 | 老朽化による加工精度の低下 →JIS規格上では問題ない | | | | |
| 処理能力 | 1本/1時間 | 備考 | 工作セル | | |

| | | | |
|----------|--|---------------|---|
| 試 験 番 号 | | 試 験 項 目 | |
| M-8 | | 金相試験 (β・γ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | 遠隔操作型光学顕微鏡 | | 光顕倍率×50~×500 |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | 中性子照射及び熱時効による組織変化状態の把握 | | 各種材料試験のバックアップ |
| 取扱対象物 | 取扱対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR炉心材料, 構造材料 ・ATR圧力管 ・B₄Cペレット ・表面硬化材 | | max. φ27×22.5hmm |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・研磨, エッチング後に光学顕微鏡により組織観察を行う ・試験片破断部近傍, つかみ部の組織観察 ・金属表面, 断面の割れ, 剝離の有無観察 | | 測定データ <ul style="list-style-type: none"> ・結晶粒度 ・析出物, 介在物の分布 ・内外面腐食の状態 ・破断状態 ・その他 |
| | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・写真(ポジ及びネガ) ・記録紙による測定記録 | ・キングファイル | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件または熱時効条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 試料調製 切断 樹脂埋込み 研磨 2. 光顕観察 3. 腐食 4. 光顕観察, 写真撮影(腐食後) 5. 写真整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 1試料/1日 | 備考 | 切断, 樹脂埋込み, 研磨: 研磨セル 光顕観察: 光顕セル |

| | | | |
|----------|--|---|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-9 | | 硬さ測定 (β - γ 試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型微小硬度計 | <ul style="list-style-type: none"> 荷重: 10~1000 g 圧子: ダイヤモンド | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 中性子照射及び熱時効による硬さ変化の把握 照射温度の推定 (モニタの硬さ測定) | <ul style="list-style-type: none"> 照射後試験データの拡充 照射後試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> FBR炉心材料, 構造材料 表面硬化材 温度モニタ | max. φ27×22.5hmm | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | ビッカース硬さ値 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 試料表面につけたダイヤモンド圧子の圧痕を拡大してスケールとともにモニタテレビ画面上に映し出し, 圧痕の大きさを測定する (精度約±1 μm) | | |
| 測定データの形態 | 記録紙による測定記録 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | ・キングファイル | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件または熱時効条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試料調製 切断 樹脂埋込み 研磨 ダイヤモンド圧子による刻印 圧痕の大きさ測定 硬さに換算 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 1 試料/日 | 備考 | 切断, 樹脂埋込み, 研磨: 研磨セル 硬さ測定: 光顕セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|--|
| M-10 | | 圧縮試験 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型引張圧縮装置（インストロン社製1185型） | <ul style="list-style-type: none"> 許容荷重：100KN（9.8トン） 試験温度：室温 圧縮精度：0.005～1000mm/min | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 遮蔽材の健全性評価 ” ” の圧縮強度データ取得 | <ul style="list-style-type: none"> 実証炉設計基準への反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 遮蔽材 | 径：max. 150mm 高さ：max. 200mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 荷重精度：0.5（%）（ロードセルにて測定） | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 圧縮強さ $\left(\frac{\text{最大荷重}}{\text{試験前断面積}} \right)$ 破断状態 |
| | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 写真（ポジ及びネガ） | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル |
| 測定データの形態 | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験前試験片の外観検査 試験片の取付け 圧縮試験 試験片の取外 試験後試験片の外観検査 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 4本/日 | 備考 | 試験セル |

| | | | |
|----------|---|------|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-11 | | 疲労試験 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | 引張圧縮疲れ試験装置 | | <ul style="list-style-type: none"> 油圧サーボ式アクチュエータ使用 (max. 20Hz) 試験温度: ~800°C 試験波形: 正弦波, 三角波・台形波 制御方法: ひずみ (径方向のみ) 及び荷重 荷重容量: 5 ten |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 「常陽」サーベイランス材の健全性評価 構造材料の疲れ強度データの拡充 | | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料の照射後試験データの拡充 高温構造材料基準, 実証炉設計基準へ反映 |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 「常陽」サーベイランス試料 (炉容器材) 構造材料 | | <ul style="list-style-type: none"> 試験片形状: 砂時計形 最小部直径: $\phi 4$ mm または $\phi 8$ mm 長さ: 90mm |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 荷重精度: $\pm 1.0\%$ (ロードセルにて測定) ストローク: $\pm 1.0\%$ (差動トランスにて検出) 温度精度: $\pm 3^\circ\text{C}$ (熱電対にて測定) | | 測定データ |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 破断繰返し数 (Nf) 荷重値が最大あるいは定数値の75%に低下した時の繰返し数 応力値 (約 $1/2$ Nf における代表値) 弾性ひずみ範囲 (") 塑性ひずみ範囲 (") 全軸ひずみ範囲 (") 応力-ひずみループ (") 破断形態 |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> 記録紙による測定記録 チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) | | データの管理方法 |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル MATTEAS登録 |
| 測定手順及び内容 | | | データの使用頻度 |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 冷却水バルブ開 (操作室, 地下室油圧源) 試験片の取付け 径ひずみ取付 昇温 疲れ試験 試験片の取外し 破断形態の確認 (形態写真) データ整理 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ひずみ計の限界: 4ϕ 試験片で低ひずみ制御試験をする時は, ひずみ計の性能上無理があるので破断繰返し数 Nf3000回位までの試験しか行わないことにしている →現状これ以上の要求なし | | |
| 処理能力 | 2~3日/本 | | 備考 |
| | | | 試験セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-12 | | 衝撃試験馬舎 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作型シャルピー衝撃試験装置 | <ul style="list-style-type: none"> 許容トルク：30kg・m 試験温度：-196～600℃ | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ATR構造部材（圧力管等）の健全性評価 各種材料の破壊靱性データの取得 | <ul style="list-style-type: none"> 各種炉心材料、構造材料の開発・設計へ反映 ATR実証炉設計へ反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱う試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ATR圧力管 材料（衝撃試験片） 「常陽」サーベイランス試料 炉心材料・表面硬化材 | <ul style="list-style-type: none"> JIS 4 号試験片 10×10×55 (mm) ハーフサイズ (5×10×55) 試験片 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 恒温槽に取付けた熱電対により、温度を測定する 測定精度：±2℃ (-196～200℃) ±5℃ (200～600℃) 試料を自動的にセットし、衝撃時の吸収エネルギーを刃先に付けたセンサーにより測定し計装システムにより演算する 測定精度：±10%程度 | <ul style="list-style-type: none"> 試験温度 荷重-変位曲線 破断状態 横膨出量=破断面の最大膨出寸法-同面の変形を受けていない寸法 (mm) | <ul style="list-style-type: none"> ハンマー振上がり角度 吸収エネルギー $\text{脆性破面率} = \frac{\text{脆性破面の面積}}{\text{破面の全面積}} \times 100(\%)$ |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 ディスクファイル コンピュータ出力 写真（ポジ及びネガ） | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル ハードディスク MATEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 超音波洗浄 外観検査 冷却または昇温 衝撃試験 外観検査（破断状態の確認） データ整理 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> JIS 4 号試験片以外では、計装化システムが使用できない →現在のところ、他の要求がない | | |
| 処理能力 | 室温：8本/日 低温：2本/日 恒温：2本/日 | 備考 | 試験セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-13 | | 水バースト試験 (ATR試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 水バースト試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 最大加圧力 : 2000kg/cm²G 加圧流体 : 蒸留水 加圧水温度 : 常温 加圧スピード : 75~225kg/cm²/min | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ATR圧力管材料のサーベイランス材の健全性評価 | ・ATR実証炉設計へ反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | ATR圧力管材料 | 外径 : φ49.48mm 内径 : φ40.88mm 長さ ^(a) : 316mm | |
| 測定方式・精度 | 測定方法 | 測定データ | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 専用外径測定治具のマイクロメータにより、外径寸法を測定する。 測定精度 ± 6 μm 高圧発生器により、試料の内部から水圧を加え破壊するまでの圧力をHE1SB 圧力計 (測定範囲 : 0~2000kg/cm²) で測定する。 読取精度 : 1 kg/cm² | <ul style="list-style-type: none"> 人工欠陥寸法 破壊圧力 (P) 破壊応力 $\sigma = Pr/t$ 破壊靱性値 $k = F \sigma \sqrt{\pi C}$ $\frac{\text{試験後外径} - \text{試験前外径}}{\text{試験前外径}} \times 100$ 伸び 破壊欠陥長さ, 外径寸法 | t = 肉厚 F = 係数 σ = 応力 C = 欠陥半長 |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) 記録紙による測定記録 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | ・キングファイル | ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 外観検査, 外径測定 2. 試験片取付 3. 水バースト試験 4. 試験片取外 5. 外径測定, 外観検査 6. データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 3本/日 (試験のみ) | 備考 | 試験セル |

| | | | |
|----------|---|--|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-14 | | 破壊靱性試験 (ATR試験) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 三点曲げ材料試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 油圧サーボ式アクチュエータ使用 (繰返し速度0.0001~約38Hz) 試験温度: R.T.~300°C (恒温槽使用) 試験波形: Sin波, ランプ波, ホールド波 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ATR圧力管材料の破壊靱性データの取得 「ふげん」圧力管材料サーベイランス材の健全性評価 | <ul style="list-style-type: none"> ATR実証炉圧力管材料の特性評価 ATR圧力管材料の照射後試験データの拡充 | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | ATR圧力管材料 | 試験片形状: 破壊力学 (曲げ) 試験片 w32×ℓ77×t4.3mm | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> テレビカメラによるき裂長さ測定精度: ±0.4mm 熱電対による温度測定精度: ±3°C ロードセルによる荷重測定精度: ±0.1% クリップゲージによる開口変位量測定 クリップゲージ 精度: ±1.0% | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> き裂長さ き裂進展速度 $\frac{da}{dN}$ a: き裂長さ, N: 繰返し数 応力拡大係数 (破壊靱性値) $k = \sigma n \sqrt{a} \left[1.93 - 3.07 \left(\frac{a}{H} \right) + 14.53 \left(\frac{a}{H} \right)^2 - 25.11 \left(\frac{a}{H} \right)^3 + 25.80 \left(\frac{a}{H} \right)^4 \right]$ <p>σn: 応力, a: き裂長さ, H: 試験片高さ</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> 記録紙による測定記録 写真 (ポジ及びネガ) チャート紙出力 | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル |
| 測定データの形態 | | | |
| | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 冷却水バルブ開け (地下室, 操作室) 冷却水を通じる 試験ブロックに試験片固定 (三点曲げ試験片のみ) | | |
| | <p><曲げ疲労試験></p> <ol style="list-style-type: none"> 疲労試験 10Hz, Sin波 試験片取外 破断状態確認 データ整理 | <p><曲げ破壊試験></p> <ol style="list-style-type: none"> 予き裂導入 (疲労試験) 10Hz, Sin波 テレビカメラでモニターする 破壊試験 負荷速度一定制御 試験片取外 破断状態確認 データ整理 | <p><CT試験></p> <ol style="list-style-type: none"> 疲労試験 試験片取外 破断状態確認 データ整理 |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 室温: 2本/日 恒温: 1本/日 | 備考 | 試験セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-15-A | | 単軸クリープ破断試験(つばなし) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作式単軸クリープ試験機 | <ul style="list-style-type: none"> レバー式シングルタイプ, レバー比20:1 10台 試験温度: 300~800℃ 許容荷重: 3 ton | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料の健全性評価 構造材料のクリープ強度データ取得 | <ul style="list-style-type: none"> 高温構造材料基準, 実証炉設計基準へ反映 構造材料の照射後試験データの拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 「常陽」サーベイランス試料 構造材料 | | |
| 測定方式・精度 | 精度: 試験温度±3℃ (電気炉に取付けた熱電対にて測定) 伸び±0.001mm 伸びの測定はチャック間変位をマグネスケールで検出する (伸びのデータは参考値扱いとする) | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 破断時間 初期ひずみ (ε₀%) 破断伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点距離}} \times 100 (\%)$) クリープひずみ 最小クリープ速度 破断位置 破断絞り ($\frac{\text{試験前断面積} - \text{試験後断面積}}{\text{試験前断面積}} \times 100 (\%)$) |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ出力 写真 (ポジ及びネガ) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル 磁気テープ MATEDAS登録 |
| 測定データの形態 | | | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 試験片セット 昇温, 温調 単軸クリープ試験 データ採取 破断状態確認 データ整理 | | |
| | | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 0.5~4ヶ月/1本・1台 | 備考 | 単軸クリープ |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|---|--|--|
| M-15-B | | 単軸クリープ破断試験機(つば付き) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 遠隔操作式単軸クリープ試験機 | <ul style="list-style-type: none"> レバー式シングルタイプ, レバー比10:1 5台 試験温度: 300~800°C 許容荷重: 3 ton | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料の健全性評価 構造材料のクリープ強度データ取得 | <ul style="list-style-type: none"> 高温構造材料基準, 実証炉設計基準へ反映する 構造材料の照射後試験データの拡充 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 「常陽」照射試料 | <ul style="list-style-type: none"> 試験片直径φ6以下×78mm¹ つば付試験片 | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> 精度: 試験温度±3°C (電気炉に取付けた熱電対にて測定) 伸び ±0.001mm 伸びの測定は試験片のつば間の変位をマグネスケールで検出する | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 破断時間 初期ひずみ (ε₀%) 破断伸び ($\frac{\text{試験後標点間距離} - \text{試験前標点間距離}}{\text{試験前標点距離}} \times 100 (\%)$) クリープひずみ 最小クリープ速度 破断位置 破断絞り ($\frac{\text{試験前断面積} - \text{試験後断面積}}{\text{試験前断面積}} \times 100 (\%)$) |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ出力 写真 (ポジ及びネガ) | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> キングファイル 磁気テープ MATEDAS登録 |
| 測定データの形態 | | | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 試験片セット 昇温, 温調 単軸クリープ試験 データ採取 破断状態確認 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | |
| 処理能力 | 0.5~4ヶ月/1本・1台 試験時間 300hr→0.5ヶ月 1000hr→1.5ヶ月 5000hr→4.0ヶ月 | 備考 | No.5セル |

| | | | |
|----------|--|--|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-16 | | ガス分析 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | ガス分析装置 | <ul style="list-style-type: none"> ・加熱温度：max2500℃ ・到達真空度：分析部10^{-8}~10^{-9} torr ・m/e：1~200 | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 各種材料中のガス濃度の把握 | <ul style="list-style-type: none"> ・各種材料の設計・開発に反映 ・照射後試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ATR圧力管，燃料被覆管材料 ・FBR炉心材料 ・中性子源 ・B₁C | max. 10×10×1 mm | |
| 測定方式・精度 | 高周波加熱炉にて試料を融点以上に加熱し，発生したガスを四重極質量分析器で測定し，標準ガスを基に定量を行う | 測定データ | 材料中のガス含有量 H ₂ , D ₂ , He等 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ディスクファイル ・コンピュータ出力 | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・フロッピーディスク（5インチ） ・キングファイル |
| 測定データの形態 | | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| 測定手順及び内容 | <ul style="list-style-type: none"> 1. 切断 2. 洗浄 3. 重量測定 4. 標準試料又は標準ガスにより検量線作成 5. 加熱した炉の中に試料を落とし込み，発生したガスを測定する 6. 検量線を基にガス量を算出する | | |
| 問題点と対策 | 試料放射線量が高い場合，被ばくが問題となるとため分析不能 | | |
| 処理能力 | 2試料／1日 | 備考 | ガス分析室 |

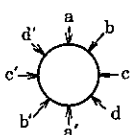
| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|--|---|
| M-17 | | X線回折 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・X線回折装置 ・赤外線加熱炉 | <ul style="list-style-type: none"> ・測定範囲 $2\theta = 9 \sim 160^\circ \times$ (10枚以上の場合 $2\theta = 9 \sim 120^\circ$) ・真空度: $\max 10^{-6}$ Torr ・加熱温度: $\max 1000^\circ\text{C}$ | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・SiCの格子定数測定(X線回折) - 焼鈍を行い照射温度を推定する | <ul style="list-style-type: none"> ・照射後試験のバックアップ | |
| 取扱対象物 | 取扱対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・温度モニタ SiC | <ul style="list-style-type: none"> ・必要最少重量 0.2g | |
| 測定方式・精度 | <ul style="list-style-type: none"> ・ディフラクトメータによる回折角の測定 測定精度 $\pm 0.1\%$ | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・焼鈍温度 ・格子定数 ・照射温度 照射温度 = $0.988T_{\text{SiC}} - 13.2$ T_{SiC}: 電算機処理結果 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータ出力 ・ディスクファイル | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・フロッピーディスク (5インチ) ・大型計算機ディスク ・キングファイル |
| 測定データの形態 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・材料強度試験時に使用 |
| | 測定手順及び内容 | | |
| 問題点と対策 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 試料調整 SiCを粉末にする 赤外線加熱炉で焼鈍する(焼鈍時間2Hr) 2. X線回折 <ol style="list-style-type: none"> ① ディフラクトメータ SiCの格子定数を求める 焼鈍-X線回折を繰り返し、照射温度を推定する | | |
| | <p>高照射量 ($> 10^{22}$ n/cm², $E < 0.1$ MeV) 温度モニタについては照射温度推定が出来ない(X線ピークの分離が出来ず、ピーク強度が弱いため)。高照射量温度モニタについては長さ測定器を用い照射温度推定を行う</p> | | |
| 処理能力 | 10本/4週(1000°Cまで焼鈍するとして) | 備考 | 物性測定室 |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|--|--------|--|---|--|
| M-18 | | 熱伝導率測定 | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | B,C熱伝導率測定装置 | | <ul style="list-style-type: none"> ・低温炉：室温～800℃ ・高温炉：600～2200℃ | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | B,Cの照射温度推定のための基礎データ取得 | | <ul style="list-style-type: none"> ・制御棒設計・開発に反映 | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・制御棒部材 (B,C) | | <ul style="list-style-type: none"> ・割れていないもの 外径 $\phi 5.5 \sim \phi 20\text{mm}$ 厚さ 0.5～3 mm | | |
| 測定方式・精度 | 測定方式：レーザーフラッシュ法 | | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・密度 ・熱拡散率 ・比熱 ・熱伝導率 熱伝導率=密度×熱拡散率×比熱 | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1) 熱拡散率 非接触式 (InSb素子) 測定精度 $\pm 3\%$ 2) 比熱 接触式 (PR熱電対) 測定精度 $\pm 7\%$ 3) 1) 及び 2) より求められる熱伝導率の精度 $\pm 10\%$ | | | | |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> ・チャート出力 ・ディスクファイル | | データの管理方法 | データの使用頻度 | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ・大型計算機ディスク ・キングファイル | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 切断 (セル内) 2. セル外搬出 3. 洗浄 4. 寸法・重量測定 (試験片の密度算出) 5. 熱拡散率測定 (非接触式) <ol style="list-style-type: none"> ① 低温炉での測定 ② 高温炉での測定 6. 比熱測定 (接触式) <ol style="list-style-type: none"> ① 試料裏面への熱電対の固定 (銀ペースト) ② 熱電対の溶接 ③ 測定 | | | | |
| | 高燃焼度B,Cで割れているものは、測定不能となる | | | | |
| 問題点と対策 | | | | | |
| 処理能力 | 1 試料 / 2 日 (低温測定) 1 試料 / 3 日 (高温測定) | | 備考 | 物性測定室 | |

| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
|----------|---|--|---|---------------------------------|-------------------|
| M-19 | | 脱ミート | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | ドリル式脱ミート装置 押出式脱ミート装置 | | 超硬ドリル及び押し棒を用いたFBR燃料ピン用の脱ミート装置 | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | FBR燃料被覆管の照射後試験を行うために試料調製として脱ミートを行う。 | | ・照射後試験のバックアップ | | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 | | |
| | FBR燃料ピン | | 外径 最大φ6.5mm 長さ 最大80mm | | |
| 測定方式・精度 | 押出式脱ミート装置の押出圧力の測定方式はロードセル | | 測定データ | 押出式脱ミートに於ける押出圧力表示器に表示される最大押出圧力値 | |
| | | | | | |
| 測定データの形態 | 定形フォーマットによる記録 | データの管理方法 | ・キングファイル | データの使用頻度 | ・照射後試験実施時に参考として使用 |
| | | | | | |
| 測定手順及び内容 | 低燃焼度ピンの場合 (約50,000Mwd/l以下) | | 〈押出式で脱ミート困難な燃料ピン及び高燃焼度燃料ピンの場合〉 | | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料ピンの取付け 2. 押出式*1による脱ミート 3. 押出圧力の記録 4. 燃料ピンの取外し | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃料ピンの取付け 2. ドリル式脱ミートによる下穴開け 3. 押出式*1による脱ミート 4. 押出圧力の記録 5. 燃料ピンの取外し | | |
| | | *1押出式の場合は、押出圧力が被覆管の弾性限度以下であることを確認しつつ実施する | | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | | | |
| 処理能力 | 2本/日 | 備考 | No.1セル | | |

| | | | |
|----------|--|---|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-20-A | | クリープ疲労試験 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | クリープ疲労試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 電気機械式アクチュエータ使用 (max. 1 Hz) 試験温度: ~800°C 試験波形: Sin波, 三角波, 台形波 荷重容量: ±10トン ストローク変位量: ±50mm | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料の健全性評価 構造材料のクリープ疲労強度データの取得 | <ul style="list-style-type: none"> 構造材の照射後試験データの拡充 高温構造材料強度基準へ反映 | |
| 取扱対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材 「常陽」サーベイランス試料 | <ul style="list-style-type: none"> 試験片形状 <ul style="list-style-type: none"> 1) 砂時計形: 長さ90mm, 最小部計φ 8mm 2) 柱状丸棒形: ①平行部直径φ 8mm, G.L. 16mm ②平行部直径φ 6mm, G.L. 16.5mm | |
| 測定方式・精度 | <ol style="list-style-type: none"> 軸ひずみの測定 ストレーンゲージ式ひずみ計を石英棒を介し試験片に押し当て測定する 精度±1.0% 径ひずみの測定 ストレーンゲージ式ひずみ計でSUS棒を介し測定する 精度±1.0% 温度の測定, 熱電対で測定: 精度±3°C 荷重の測定, ロードセルで測定: 精度±1.0% | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> 破断繰返し数 (Nf) 応力値 弾性ひずみ範囲 塑性ひずみ範囲 応力-ひずみループ 応力緩和データ 破断形態 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 破断繰返し数 (Nf) 応力値 弾性ひずみ範囲 塑性ひずみ範囲 応力-ひずみループ 応力緩和データ 破断形態 | | 1/2 Nf時の値を用いる |
| 測定データの形態 | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ出力 チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) 記録紙による測定記録 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> フロッピーディスク (8インチ) キングファイル MATEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 | |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 試験片取付 ひずみ計取付 昇温 クリープ疲労試験 試験片取外し 破断形態の確認 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ひずみの限界; ひずみ保持ありの場合: ±20 μm ~ ±60 μm ひずみ保持なしの場合: ±20 μm ~ ±40 μmのひずみ範囲で行う → 本社との打合にて了解事項 (現状ではこれ以上の要求はなし) | | |
| 処理能力 | 5~30日/本 (6分保持の場合) | 備考 | No.3セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|--|---|
| M-20-B | | クリープ疲労試験 (コールド) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | クリープ疲労試験機 | <ul style="list-style-type: none"> 電気機械式アクチュエータ使用 (max. 1 Hz) 試験温度: ~800°C 試験波形: Sin波, 三角波, 台形波 荷重容量: ±10トン ストローク変位量: ±50mm | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材料の健全性評価 構造材料のクリープ疲労強度データの取得 | <ul style="list-style-type: none"> 構造材の照射後試験データの拡充 高温構造材料強度基準へ反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 構造材 「常陽」サーベイランス試料 | <ul style="list-style-type: none"> 試験片形状 <ul style="list-style-type: none"> 1) 砂時計形: 長さ90mm, 最小部計φ8mm 2) 柱状丸棒形: ①平行部直径φ8mm, G.L.16mm ②平行部直径φ6mm, G.L.16.5mm | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | |
| | <ol style="list-style-type: none"> 軸ひずみの測定 ストレーンゲージ式ひずみ計を石英棒を介し試験片に押し当て測定する 精度±1.0% 径ひずみの測定 ストレーンゲージ式ひずみ計でSUS棒を介し測定する 精度±1.0% 温度の測定, 熱電対で測定: 精度±3°C 荷重の測定, ロードセルで測定: 精度±1.0% | <ul style="list-style-type: none"> 破断繰返し数 (Nf) 応力値 弾性ひずみ範囲 塑性ひずみ範囲 応力-ひずみループ 応力緩和データ 破断形態 | 1 / 2 Nf時の値を用いる |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ出力 チャート紙出力 写真 (ポジ及びネガ) 記録紙による測定記録 | <ul style="list-style-type: none"> フロッピーディスク (8インチ) キングファイル MATTEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試験片外観検査 試験片取付 ひずみ計取付 昇温 クリープ疲労試験 試験片取外し 破断形態の確認 データ整理 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ひずみの限界: ひずみ保持ありの場合: ±20 μm ~ ±60 μm ひずみ保持なしの場合: ±20 μm ~ ±40 μmのひずみ範囲で行う → 本社との打合にて了解事項 (現状ではこれ以上の要求はなし) | | |
| 処理能力 | 5~30日/本 (6分保持の場合) | 備考 | |

| | | | |
|----------|--|--|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-21 | | 外径測定 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | No.4 セル・レーザ外径測定器 | | <ul style="list-style-type: none"> ・レーザビーム往復操作方式（測定器）He-Neタイプ ・試料自動供給方式 ・パソコンによるプログラム制御（制御部） |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・燃料被覆管の外径変化率評価（スエリング、インパイルグープ） | | <ul style="list-style-type: none"> ・照射後試験データの拡充 ・燃料被覆管の設計・開発に反映 |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・FBR燃料被覆管 ・内圧封入型クリープ試験片 | | 外径：φ5.5～φ6.5mm 長さ：22～100mm |
| 測定方式・精度 | 測定方式・精度 | | 測定データ |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・レーザビームによる非接触式寸法測定 ・精度：±1.5μm ・最小測定間隔：軸方向 0.1mm ：径方向 1.8° （パルスモータとエンコーダにより制御） | | 試料外径（グラフ化可能） <ul style="list-style-type: none"> ・軸方向位置 ・径方向位置 外径変化率算出式 $\Delta D/D = \frac{D_1 - D_0}{D_0} \times 100(\%)$ D ₁ : 外径変化後, D ₀ : 初期値 |
| 測定データの形態 | 測定データの形態 | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・記録紙による測定記録（不定形） ・コンピュータ出力 ・ディスクファイル | <ul style="list-style-type: none"> ・フロッピーディスク（8インチ） ・キングファイル ・MATTEOS登録 | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | 1. 外径測定 測定間隔：軸方向（4～5mm） ：径方向（45°） | | |
| |  2. スエリング算出 3. クリープひずみ算出 | | |
| 問題点と対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・試料供給部の不具合により、連続自動供給ができない → ・1試料ずつ測定する ・試験機を更新する | | |
| 処理能力 | 2本/1時間 | 備考 | No.4セル |

| | | | |
|----------|---|--|---|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-22 | | 密度測定 (β・γ試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 |
| | 遠隔操作型密度計 (No.4セル密度計) | | <ul style="list-style-type: none"> 秤量部と液槽部の分割型 (測定器本体) パソコンによるプログラム制御 (制御部) |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 中性子照射によるスエリング特性評価 照射温度の推定 (TEDの体積測定) | | <ul style="list-style-type: none"> 照射後試験データの拡充 各種材料の設計・開発に反映 照射後試験のバックアップ |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 |
| | <ul style="list-style-type: none"> FBR炉心材料 TED スペーサ 反射体 | | <ul style="list-style-type: none"> 重量: 0~31g 寸法: 長さか50mm以内 |
| 測定方式・精度 | 液浸法による2段式バスケット方式の風袋で空中及び液中の試料重量を測定し密度を求める。 ・含浸液: 純水+界面活性剤数滴 ・体積測定精度: ±0.0002cm ³ | | 測定データ |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> 試験温度 空気中における試料重量 液中における試料重量 密度 スエリング算出式 $\Delta V/V = \frac{\rho_{ref} - \rho_{irr}}{\rho_{ref}} \times 100(\%)$ <p>ρ_{ref}: 非照射材密度, ρ_{irr}: 照射材密度</p> |
| 測定データの形態 | 記録紙による測定記録 ・コンピュータ出力 ・ディスクファイル | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> フロッピーディスク (8インチ) キングファイル MATEDAS登録 | <ul style="list-style-type: none"> 報告書等に使用 照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 試料調製 <ul style="list-style-type: none"> 切断及びバリ取り (ラップ管, 反射体等) 脱脂 (アセトン使用) 測定 <ul style="list-style-type: none"> 試料の洗浄及び乾燥 空気中重量の測定 液中重量の測定 密度の算出 スエリングの算出 | | |
| 問題点と対策 | 今後要求される精度を検討し, 測定精度を見直す必要がある →測定精度評価方法及び精度向上策検討中 | | |
| 処理能力 | 1試料/日 | 備考 | No.4セル |

| | | | |
|----------|--|--|-----------------------------------|
| 試験番号 | | 試験項目 | |
| M-23 | | 腐食試験 (ATR試料) | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | ・遠隔操作型密度計 | ・型式 : メトラーAE 163 ・最小読取り : 0.01mg | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | ・ATR圧力管材料サーベイランス材の健全性評価 | ・ATR実証炉設計へ反映 | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | ・ATR圧力管材料 | ・重量 : 0~31g ・寸法 : 長さ50mm以内 | |
| 測定方式・精度 | 測定方式 | 測定データ | |
| | ・密度計の天秤フックに試料をのせ、空気中での重量を測定し、表示値を記録する。 測定精度 (てんびん) : ±0.05mg | ・試料の重量 (空気中) $\text{腐食増量} = \frac{\text{搬入後重量} - \text{照射前重量}}{\text{試料の表面積}} \quad (\text{mg/cm}^2)$ ・被膜厚さ = $0.692 \times \frac{\text{試料の表面積}}{\text{重量増加量}} \quad (\text{cm})$ ・浸食深さ = $0.434 \times \frac{\text{試料の表面積}}{\text{重量増加量}} \quad (\text{cm})$ * 重量増加量 = 搬入後重量 - 照射前重量 | |
| 測定データの形態 | 記録紙による測定記録 (不定形) | データの管理方法 | データの使用頻度 |
| | | ・キングファイル | ・報告書等に使用。 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用。 |
| 測定手順及び内容 | 1. 外観検査 試料No確認 2. 測定 ・搬入後の重量を測定 ・超音波洗浄 (エチルアルコール) ・乾燥 ・洗浄後の重量を測定 3. データ整理 | | |
| 問題点と対策 | | | |
| 処理能力 | 9試料/日 | 備考 | No.4セル |

| 試験番号 | | 試験項目 | |
|----------|--|---|---|
| M-24 | | 透過電顕観察 | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | 試験装置概要 | |
| | 透過型電子顕微鏡 | <ul style="list-style-type: none"> ・加速電圧：40-100-150-175-200KV ・分解能：20Å ・観察像：TEM, STEM, SEM ・元素分析：EDX (Na-U) | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | 測定データの反映先 | |
| | 材料の中性子照射挙動の把握 | <ul style="list-style-type: none"> ・炉心材料、構造材料の設計・開発に反映 ・照射後試験データの拡充 ・各種材料試験のバックアップ | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | 取扱える試料の制約条件 | |
| | FBR炉心材料、構造材料 | φ 3 × 0.15tmm | |
| 測定方式・精度 | 研磨、打抜きにより調製した試料を透過型電子顕微鏡を用いて組織観察等を行う | 測定データ | <ul style="list-style-type: none"> ・ボイドの密度、径分布、分布状態 ・スエリング ・転位の密度、分布状態 ・析出物の密度、分布状態、同定、元素組成 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・写真（ポジ及びネガ） ・記録紙による測定記録 | データの管理方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・キングファイル ・ネガ収納箱 |
| 測定データの形態 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・報告書等に使用 ・照射条件の異なるデータとの比較に使用 |
| 測定手順及び内容 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 除染、スミア（燃料被覆管の場合） 2. 試料移送（ " " ） 被覆管試験セル→研磨セル（ " " ） 3. 切断 4. 粗研磨 5. 打抜き 6. 仕上研磨 7. 透過電顕観察、EDX分析 8. データ整理 | | |
| 問題点と対策 | 試料放射線量が低い場合、被ばくが問題となるため観察不能 | | |
| 処理能力 | 4 試料 / 3 週 | 備考 | 切断、粗研磨：研磨セル 打抜き：試験セル 仕上研磨、観察：化学室、電顕室 |

| | | | | | |
|----------|--|-----------------|---|-------------|--|
| 試験番号 | | 試験項目 | | | |
| M-25 | | 走査電顕観察 (コールド試料) | | | |
| 試験装置 | 試験装置名称 | | 試験装置概要 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 走査型電子顕微鏡 | | <ul style="list-style-type: none"> 加速電圧: 3~30KV 撮影倍率: ×20~×30,000 | | |
| 試験目的・反映先 | 試験目的 | | 測定データの反映先 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 表面状態の把握 破面形態の把握 | | <ul style="list-style-type: none"> 炉心材料・構造材料の設計・開発に反映 各種材料試験のバックアップ | | |
| 取扱い対象物 | 取扱い対象試料 | | 取扱える試料の制約条件 | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> 金属材料全般 非金属材料についても金属コーティングすれば可 | | <ul style="list-style-type: none"> 寸法: 20φ×10hmm以内 コールド試料であること | | |
| 測定方式・精度 | 二次電子像観察 | | 測定データ | 破面及び表面形態の写真 | |
| | | | | | |
| 測定データの形態 | 4×5インチの写真 | | データの管理方法 | ネガ及び写真の保管 | |
| | | | | | |
| 測定手順及び内容 | 切 断 | | | | |
| | ↓ 超音波洗浄 (EDTA, アセトン) ↓ 観 察 | | | | |
| 問題点と対策 | 特になし | | | | |
| 処理能力 | 1~2試料/日 | | 備考 | サービスエリアに設置 | |
| | | | | | |